

Volumen 3, Número 12 – Octubre – Diciembre - 2019

ISSN 2523-6784

Revista de Innovación Sistemática



ECORFAN®

Editor en Jefe

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Innovación Sistemática, Volumen 3, Número 12, de Octubre a Diciembre 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC ISSN: 2523-6784. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2019

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

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

Revista de Innovación Sistemática

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 Electromagnetismo, fuentes de distribución eléctrica, innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales, diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas.

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

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

Alcances, Cobertura y Audiencia

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

Consejo Editorial

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

Comité Arbitral

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

GONZALEZ - MARRON, David. PhD
Instituto Tecnológico de Pachuca

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

FERREIRA - MEDINA, Heberto. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Cesión de Derechos

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

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

Declaración de Autoría

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

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

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional 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 homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

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

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira*, por CASTILLO-MARTINEZ, Oscar, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises, con adscripción en la Universidad Politecnica de Victoria, como segundo artículo presentamos, *Implementación de Motor Stirling para generación de energía eléctrica limpia empleando una lente de Fresnel*, por LÓPEZ-XELO, Hilario, HERNÁNDEZ-MEDINA, José Juan, PÉREZ-MARTÍNEZ, Rene y CABRERA-PÉREZ, José Luis, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, como tercer artículo presentamos, *Estudio de la degradación en paneles solares sometidos a prueba de humedad-congelación*, por SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises y CHÁVEZ, Rosa Hilda, con adscripción en el Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, como último artículo presentamos, *Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo*, por FLORES-RAMIREZ, Oscar, HUESCALAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel, con adscripción en la Universidad Politécnica de Amozoc.

Contenido

Artículo	Página
Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira CASTILLO-MARTINEZ, Oscar, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises <i>Universidad Politecnica de Victoria</i>	1-3
Implementación de Motor Stirling para generación de energía eléctrica limpia empleando una lente de Fresnel LÓPEZ-XELO, Hilario, HERNÁNDEZ-MEDINA, José Juan, PÉREZ-MARTÍNEZ, Rene y CABRERA-PÉREZ, José Luis <i>Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco</i>	4-9
Estudio de la degradación en paneles solares sometidos a prueba de humedad-congelación SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises y CHÁVEZ, Rosa Hilda <i>Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán</i>	10-16
Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo FLORES-RAMIREZ, Oscar, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel <i>Universidad Politécnica de Amozoc</i>	17-27

Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira

Measurement of the potential of the exploitation of photovoltaic and wind energy in Tamaulipas, region Altamira

CASTILLO-MARTINEZ, Oscar*†, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises

Universidad Politécnica de Victoria

ID 1^{er} Autor: Oscar, Castillo-Martinez / ORC ID: 0000-0003-4247-8910, CVU CONACYT ID: 982880

ID 1^{er} Coautor: Liborio Jesus, Bortoni-Anzures / ORC ID: 0000-0003-2025-4369, CVU CONACYT ID: 92743

ID 2^{do} Coautor: Ulises, Rodriguez-Chavez / ORC ID: 0000-0001-5203-5262, CVU CONACYT ID: 983900

DOI: 10.35429/JSI.2019.12.3.1.3

Recibido 02 de Agosto, 2019; Aceptado 30 de Noviembre, 2019

Resumen

Actualmente en México se busca generar energía eléctrica por medio de recursos renovables o limpios de acuerdo al marco normativo y legal, en este proyecto se construirá una estación meteorológica portátil y se realizarán mediciones del viento, dirección de viento, medición de irradiación y temperatura, estos datos se estarán adquiriendo y almacenando en tiempo real a través de un circuito electrónico llamado data logger basado en microprocesadores y memorias. Estos datos serán procesados matemáticamente y graficados para realizar un estudio de la medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira, en base a los datos de las variables ambientales medidas y recolectadas durante cierto tiempo. Esta investigación tiene por objetivo contribuir con un estudio que determine la viabilidad de la generación de energía eléctrica por medio de recursos renovables fotovoltaicos y eólicos en esta región en específico y promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica. **Objetivos:** Construir una estación meteorológica portátil y realizar un estudio de la medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira, en base a los datos de las variables ambientales medidas y recolectadas durante cierto tiempo, para determinar la viabilidad de la generación eléctrica mediante recurso eólico y solar en esta región. **Metodología:** Para poder realizar la evaluación de la medición del potencial de energía fotovoltaica y eólico en Tamaulipas, región Altamira, se fabricará un módulo de estación meteorológica portátil personalizado, para realizar mediciones de la velocidad del viento, mediciones de la dirección del viento, mediciones de temperatura, y mediciones de irradiación, en el sitio de interés. Además se instalará un sistema para registrar todas las variables descritas en una memoria micro SD y un sistema de comunicación a través de un módulo bluetooth. Esta estación meteorológica portátil se instalará, en la parte superior del edificio de biblioteca de la Universidad Politécnica de Altamira. La ubicación geográfica exacta es mostrada por medio de Google Maps con una Latitud 22.462239 y longitud: -97.970186 (Google, 2018). **Contribución:** Proporcionar información de las variables meteorológicas de nuestro entorno, añadiéndole un panel solar que demuestre su viabilidad. Implementar un interfaz, que permita el monitoreo constante y las diferentes mediciones realizadas en la estación meteorológica, mediante sensores y microcontroladores.

Energía, Fotovoltaico, Eólico

Abstract

Now a day, Mexico is looking the way to generate electricity by using renewable, clean and ecofriendly sources according the actual legal framework. This project is a meteorological portable station which will record either direction and speed of wind, light irradiation and environment air temperature in a data logger unit conformed by a microprocessor and a memory. The data recorded in the device will be mathematically analyzed and processed in a delimited period of time and plotted on different type of graphs or documents for to support feasibility studies which could identify the power potential of photovoltaic energy and wind energy in the city of Altamira Tamaulipas. The main goal of this project is contribute with actual studies which will determine the feasibility of energy generation by using clean energy sources in the south part of our state promoting the development of energy power industry, mainly in the city of Altamira. **Objectives:** To build a portable meteorological station and to carry out a study of the measurement of the photovoltaic and wind energy exploitation potential in Tamaulipas, Altamira region, based on the data of the environmental variables measured and collected during a certain time, to determine the viability of generation electricity through wind and solar resource in this region. **Methodology:** In order to carry out the evaluation of the photovoltaic and wind energy potential measurement in Tamaulipas, Altamira region, a customized portable weather station module will be manufactured, to perform measurements of wind speed, wind direction measurements, temperature measurements, and irradiation measurements, at the site of interest. In addition, a system will be installed to register all the variables described in a micro SD memory and a communication system through a bluetooth module. This portable weather station will be installed, at the top of the library building of the Polytechnic University of Altamira. The exact geographical location is shown by means of Google Maps with a Latitude 22.462239 and longitude: -97.970186 (Google, 2018). **Contribution:** Provide information on the meteorological variables of our environment, adding a solar panel that demonstrates its viability. Implement an interface that allows constant monitoring and the different measurements made at the meteorological station, using sensors and microcontrollers.

Energy, Photovoltaic, Wind Power

Citación: CASTILLO-MARTINEZ, Oscar, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises. Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira. Revista de Innovación Sistemática. 2019. 3-12:1-3

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: 1819018@upv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

Una de las problemáticas en la actualidad es la contaminación a base de combustibles fósiles y sus derivados, los cuales generan el efecto invernadero y deterioro de la capa de ozono, ocasionando el calentamiento global.

Una de los sectores industriales que más contamina es el energético, por lo actualmente en México existen reformas que tienen por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

frecuencia relatiiva vs vel.prom.

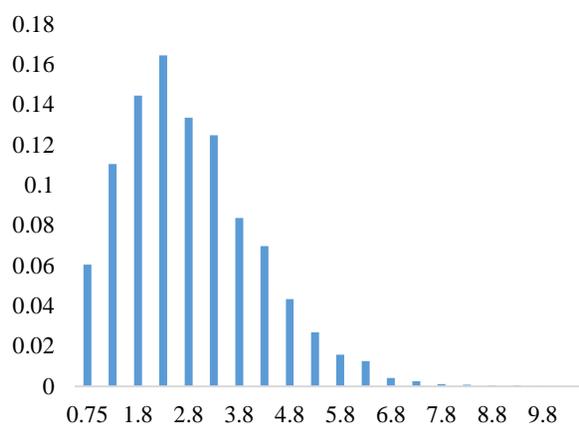


Gráfico 1 comparativa de la velocidad promedio

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1 Ubicación de estación meteorológica portátil

Fuente:

[https://www.google.com.mx/maps/place/UPALT\(Universidad+Politécnica+de+Altamira\)/@22.4632086,-97.9709646,256m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8678086959821de3:0xa4999160150f292!8m2!3d22.4634032!4d-97.97086](https://www.google.com.mx/maps/place/UPALT(Universidad+Politécnica+de+Altamira)/@22.4632086,-97.9709646,256m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8678086959821de3:0xa4999160150f292!8m2!3d22.4634032!4d-97.97086)

La velocidad promedio de este día fue de 3.57m/s.

Temp. Prom	29.94	3.57 m/s	V.Prom
Altura sobre nivel del mar	6.09 Metros		
ejemplo 1427/23554=0.6049			
Frecuencia Relativa (fr) fr/N	Frecuencia Relativa Acumulada (fa)	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa Porcentual 100*fr
0.060499278	0.060499278	1425	6.049927825
0.110427104	0.170926382	4026	11.04271037
0.144349155	0.315275537	7426	14.43491551
0.164345759	0.479621296	11297	16.43457587
0.133395602	0.613016897	14439	13.33956016
0.124692197	0.737709094	17376	12.46921967
0.083595143	0.821304237	19345	8.359514308
0.069754606	0.891058844	20988	6.975460644
0.043304747	0.93436359	22008	4.330474654
0.026831961	0.961195551	22640	2.68319606
0.015793496	0.976989046	23012	1.57934958
0.012651779	0.989640825	23310	1.265177889
0.004203108	0.993843933	23409	0.420310775
0.002632249	0.996476182	23471	0.26322493
0.001231213	0.997707396	23500	0.123121338
0.000764201	0.998471597	23518	0.076420141
0.000551923	0.99902352	23531	0.055192324
0.000509468	0.999532988	23543	0.050946761
0.000254734	0.999787722	23549	0.02547338
0.000212278	1	23554	0.021227817

Tabla 1 Tabla de cálculo de velocidades promedio de un día

Fuente: Elaboración Propia

Metodología a desarrollar

Para poder realizar la evaluación de la medición del potencial de energía fotovoltaica y eólico en Tamaulipas, región Altamira, se fabricara un módulo de estación meteorológica portátil personalizado, para realizar mediciones de la velocidad del viento, mediciones de la dirección del viento, mediciones de temperatura, y mediciones de irradiación, en el sitio de interés. Además se instalara un sistema para registrar todas las variables descritas en una memoria micro SD y un sistema de comunicación a través de un módulo bluetooth. Esta estación meteorológica portátil se instalara, en la parte superior de la Universidad Politécnica de Altamira. La ubicación geográfica exacta es mostrada por medio de Google Maps con una Latitud 22.462239 y longitud: -97.970186.

Resultados

Con este trabajo se presentaran las variables registradas de la estación meteorológica portátil obtenidas en los 12 meses del año 2019, durante este periodo de muestreo de cada 15 min por muestra, aproximadamente 96 muestras diarias, a una altura de 9 mts., se tiene estimado lograr un total de 35040 muestras. Después se eliminaran registros con valores de 0 m/s, debido a que no tiene un valor de energía cinética del viento.

CASTILLO-MARTINEZ, Oscar, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises. Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira. Revista de Innovación Sistemática. 2019.

Por tal motivo actualmente no se ha terminado el estudio y análisis para determinar si es factible el área para futuros emplazamientos.

Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Politécnica de Altamira, por las facilidades para la instalación de la estación meteorológica en la azotea de uno de sus edificios y continuar con la recolección de datos para realizar este estudio.

Conclusiones

Hoy en día existen investigaciones relacionadas con esta investigación pero no en el sitio de nuestro interés, ya que en otras partes del mundo es de gran interés el tema para realizar futuros emplazamientos relacionados con las energías fotovoltaicas y eólicas.

Referencias

Hernández Escobedo Quetzalcóatl, febrero 2012, Evaluación del potencial eólico para la generación de energía eléctrica en el estado de Veracruz, México, Dyna, vol. 79, núm. 171. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49623207028.pdf>

Rodríguez Aya Ángel Alejandro, (2018). Análisis del potencial energético solar basado en mediciones in situ en el municipio de Acacías – Meta. <https://www.knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/1472>

Vergara Barrios Pedro Pablo, 2014, Evaluación del potencial solar y eólico del campus central de la universidad industrial de Santander y la ciudad de Bucaramanga, Colombia. UIS Ingeniería, <https://revistamedicasuis.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/download/49-57/4729>

Implementación de Motor Stirling para generación de energía eléctrica limpia empleando una lente de Fresnel

Implementation of Stirling Engine for clean electric power generation using a Fresnel lens

LÓPEZ-XELO, Hilario†*, HERNÁNDEZ-MEDINA, José Juan, PÉREZ-MARTÍNEZ, Rene y CABRERA-PÉREZ, José Luis

Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco

ID 1^{er} Autor: *Hilario, López-Xelo* / ORC ID: 0000-0001-6597-6598, CVU CONACYT ID: 732365

ID 1^{er} Coautor: *José Juan, Hernández-Medina* / ORC ID: 0000-0003-4625-2660, CVU CONACYT ID: 5227576

ID 2^{do} Coautor: *Rene, Pérez-Martínez* / ORC ID: 0000-0001-5981-8403

ID 3^{er} Coautor: *José Luis, Cabrera-Pérez* / ORC ID: 0000-0003-3035-0266, CVU CONACYT ID: 672263

DOI: 10.35429/JSI.2019.12.3.4.9

Recibido 04 de Agosto, 2019; Aceptado 30 de Noviembre, 2019

Resumen

En busca de ampliar la generación de energía eléctrica y reducir la quema de combustibles fósiles, se propone utilizar las herramientas que ya se tienen y la información necesaria para realizar un prototipo de motor Stirling tipo Alfa, el cual es una máquina térmica con bajos niveles de ruido y emisiones tóxicas, que su diseño relativo es de bajo costo de fabricación para la generación de energía eléctrica limpia. Para para el calentamiento utilizaremos una lente de Fresnel con el propósito de satisfacer la demanda de energía térmica del mismo, en el sentido de conseguir el mejor ángulo de captación de rayos solares, al mismo tiempo conseguir la mayor concentración de calor posible para el ángulo de calentamiento del motor. La validación del modelo propuesto se realiza a partir de resultados experimentales, utilizando la información que se obtenga de la producción de energía eléctrica, con esto se dará la validación del prototipo que se realice, de manera semejante al concentrador solar de disco parabólico.

Stirling, Fresnel, Energía

Abstract

In search of expanding the generation of electric power and reduce the burning of fossil fuels. It is proposed to use the tools that already have and the necessary information to make a prototype of Alfa type Stirling engine, which is a thermal machine with low levels of noise and toxic emissions, that its relative design is of low manufacturing cost for the generation of clean electrical energy, for the heating we will use a Fresnel lens with the purpose of satisfying the thermal energy demand of the same, in the sense of achieving the best angle of capture of solar rays, at the same time achieving the highest concentration of heat possible for the heating angle of the motor. The validation of the proposed model is based on experimental results, using the information obtained from the production of electrical energy, with this the validation of the prototype will be performed, similar to the solar parabolic dish concentrator.

Stirling, Fresnel, Energy

Citación: LÓPEZ-XELO, Hilario, HERNÁNDEZ-MEDINA, José Juan, PÉREZ-MARTÍNEZ, Rene y CABRERA-PÉREZ, José Luis. Implementación de Motor Stirling para generación de energía eléctrica limpia empleando una lente de Fresnel. Revista de Innovación Sistemática. 2019. 3-12: 4-9

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: hil_lx@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

Producir, distribuir y consumir racionalmente la energía eléctrica es una imperiosa necesidad tecnológica, ecológica y social. Por esto, consolidar las fuentes alternas de generación, es el reto tecnológico de hoy en día. Sin embargo, la mayor parte de la producción de la energía eléctrica en México se realiza mediante el uso de combustibles fósiles, aunque también se cuenta con otros medios de producción de la misma como son: plantas hidroeléctricas, aerogeneradores, por medio de paneles fotovoltaicos, entre otros. El único inconveniente de esta última forma de generación es que tiene costos elevados tanto para obtener la energía eléctrica final como para su distribución.

Su mayor desventaja que es altamente contaminante (cuando la vida útil de los paneles termina y cuando se fabrican, ya que su proceso de manufactura implica el uso de elementos químicos que ocasionan polución grave). Aunque la política en todas las empresas, en el sector público y en los hogares es optar por el ahorro de energía eléctrica, aun así, los costos siguen siendo elevados, y la contaminación sigue en aumento. Entonces, surge la necesidad de producir energía eléctrica a un menor costo y de una manera más amigable con el medio ambiente.

Estas razones, de alguna forma, explican por qué en los últimos años ha resurgido el interés, por desarrollar y perfeccionar algunos motores y máquinas inventadas en el pasado pero que no tuvieron en ese momento mucho éxito o que devinieron en desuso; tal es el caso del motor Stirling (inventado en 1816), el cual tiene una serie de ventajas y desventajas importantes. Entre dichas desventajas está su baja potencia, que incluso es tal, que no puede suministrar energía a toda una casa, pero sí se puede utilizar para alimentar al menos unos cuantos aparatos.

El motor Stirling es una máquina térmica que puede trabajar con cualquier fuente externa de calor, por lo que, en principio, puede utilizar cualquier tipo de energía (solar, fósil, biomasa, geotérmica, nuclear, etc.), lo que resulta en una ventaja apreciable. (Cacho et al, 2007).

Los motores Stirling, para poder funcionar, requieren solamente de una fuente de calor y, en virtud de lo básico de su diseño, empezarán a rotar. Como consecuencia, el motor Stirling funcionará como primo motor y hará girar en primera instancia a una polea, que su vez, proporcionará movimiento al generador eléctrico. Dicha fuente de calor se puede obtener por muchos medios a costos accesibles y con un impacto bajo en términos de emisión de contaminantes. Además, por ser éste un motor de combustión externa, la facilidad para su control de emisiones tóxicas, las vibraciones y el ruido del motor, es más fácil y su construcción es comparativamente sencilla.

Precisamente, se puede utilizar un sistema de concentración de calor solar, para generar el calor necesario para que funcione el motor Stirling y, por ende, generar energía eléctrica. Para concentrar el calor del Sol en un punto, se usará una lente de Fresnel. La geometría de la lente de Fresnel es tal, que permite obtener prácticamente el mismo desempeño y funcionalidad que una lente biconvexa (o lupa), pero con una fracción minúscula de su peso, con menos aberraciones y menor costo, aunque con un área de concentración mayor.

El motor Stirling aquí propuesto, está dotado con un concentrador solar que funciona con base a una lente de Fresnel, por lo que constituye una alternativa importante y factible para ser utilizada por usuarios que se encuentran en las zonas rurales y urbanas marginales, que carecen de energía eléctrica, y que difícilmente podrán acceder a la red eléctrica, por lo que se considera que el estudio de factibilidad y aplicación de este tipo de tecnología, que no requiere de combustibles con propiedades específicas, puede ayudar a elevar el índice de electrificación y mejorar la calidad de vida de estas poblaciones.

La funcionalidad termo-mecánica del motor Stirling, así como el uso de una lente de Fresnel para el calentamiento del fluido de trabajo, es para demostrar la factibilidad de utilizar a estos dos elementos a fin de producir energía eléctrica. Esto constituye una primera etapa en el estudio de un motor prototipo Stirling tipo Gama solar en construcción, con el fin de evaluar los datos experimentales que se obtengan del mismo.

Mercado Objetivo del proyecto

Este sistema a pesar de ser experimental, debe funcionar durante al menos 10 años, sin grandes gastos ni maniobras de mantenimiento, pues sólo requerirá lubricación, ajustes menores e inspecciones periódicas. Además, debe soportar la intemperie, sobre todo la lluvia y granizo, así como el viento.

El mercado objetivo en México lo pueden constituir los más de dos millones de personas que viven en más de 13,000 comunidades apartadas, además de sistemas de comunicaciones, granjas, casas y otras aplicaciones. (INEGI, 2010).

El motor tipo Stirling

La versión básica de este motor dispone de un cilindro con un pistón conectado a un cigüeñal. En el interior del cilindro se encierra una masa de aire que realiza un ciclo, en el que alternativamente dicha masa se calienta y enfría desde el exterior a través de la pared del cilindro. El ciclo comprende una etapa de compresión, una de calentamiento, una de descompresión y enfriamiento. El aire que hace mover el motor no está en contacto con el exterior por lo que su funcionamiento no puede producir contaminación alguna al ambiente. (Sarabia et al, 2007). El motor Stirling es el único capaz de aproximarse al rendimiento máximo teórico conocido como rendimiento de Carnot.

El calentamiento se produce haciendo incidir la radiación solar concentrada sobre un punto, y el enfriamiento se lleva a cabo mediante el recorrido de los pistones de un motor Stirling tipo Gama que están interconectados. Existen diversas versiones, de acuerdo al mecanismo utilizado, para producir estas dos acciones en los momentos oportunos respecto a la compresión y descompresión ocasionadas por el movimiento del pistón movido por una manivela y cigüeñal.

Clasificación de los motores Stirling según su configuración

Los motores Stirling se dividen en tres grupos primordialmente, Alfa, Beta y Gama, dependiendo la configuración de su cilindro y de su pistón.

Los motores tipo Alfa son los que constructivamente se parecen más a la siguiente imagen. La característica de este motor es que tiene dos pistones en un ángulo de 90°: uno caliente y el otro frío. Ambas bielas van conectadas al mismo punto, ya que los pistones están desfasados, porque en el caso de que no lo estuvieran no estarían conectados en el mismo punto del cigüeñal. (Agüero, 2006).

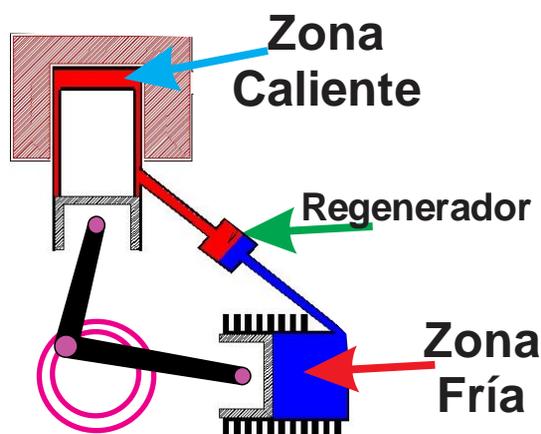


Figura 1 Motor Stirling tipo Alfa

Los motores tipo Beta tienen el pistón y el desplazador en el mismo cilindro, por eso tienen poco volumen muerto, y, por lo tanto, es el de mayor potencia específica de las tres configuraciones. Existe una holgura entre el desplazador y el cilindro para permitir el paso del gas de la zona caliente a la fría y viceversa. Su desventaja está en su fabricación, porque ésta es muy complicada y requiere de alta precisión (Agüero, 2006).

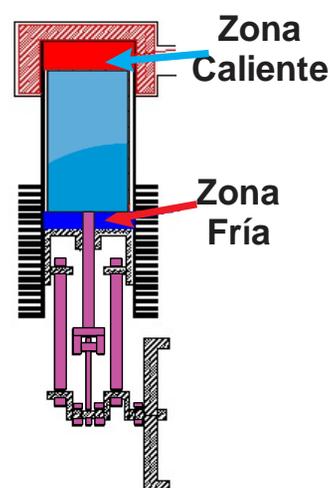


Figura 2 Motor Stirling tipo Beta

El motor Stirling tipo Gama se deriva de la configuración Beta, pero es más sencillo de construir. Consta de dos cilindros separados, en uno de los cuales se sitúa el desplazador y en el otro, el pistón de potencia.

Este tipo de motor es el de menor potencia específica, debido a su gran volumen muerto. (Agüero, 2006).

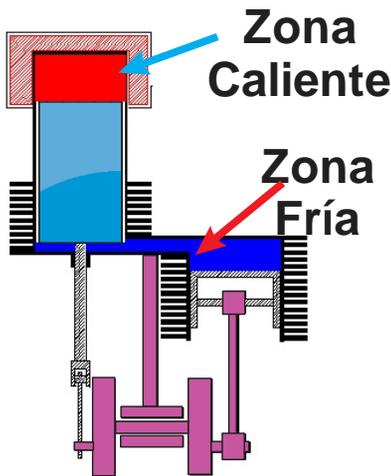


Figura 3 Motor Stirling tipo Gama

Etapa 1: Selección y Construcción de prototipo motor Stirling

Para este proyecto se decidió construir un motor tipo Gama, el cual es el más sencillo de los tres tipos de motores Stirling. El prototipo se maquinó lo más parecido a los motores ya existentes tipo SOLO V161, que se pueden encontrar comercialmente. Y se muestra en la figura siguiente.

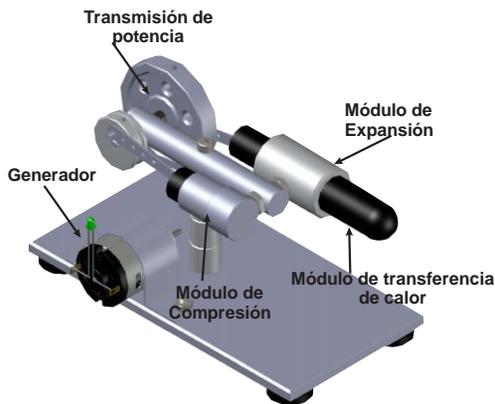


Figura 4 Diseño Prototipo Motor Stirling Gama

Para la construcción de este prototipo, se revisaron algunos diseños comerciales y se siguieron algunas de las indicaciones de proyectos análogos en términos de dimensiones, materiales, proporciones y diseño. Además, se realizaron dibujos que representaban cada una de las piezas de este motor de prueba prototipo.

La construcción del prototipo tiene como base dos criterios:

- El enfoque modular de las partes que lo componen.
- La disponibilidad de los materiales para la realización del prototipo.

El equipo consta de tres elementos principales y dos módulos asociados a cada uno de ellos, como se indica en la figura siguiente. La Tabla 1.1 indica los módulos constitutivos de cada elemento principal del sistema.

Sistema de Generación	
Motor	Módulo de Expansión y compresión.
	Módulo de transferencia de calor.
	Módulo de acoplamiento.
Generador	Generador.
	Transmisión de potencia.

Tabla 1 Estructura del sistema de generación

Etapa 2: Selección de la lente de Fresnel.

La lente de Fresnel es una lente óptica delgada y aplanada que tiene el mismo poder óptico que una lente biconvexa y consiste en una serie de pequeñas ranuras concéntricas estrechas talladas sobre la superficie de una lámina de plástico ligera. Este tipo de lente puede reducir notablemente el espesor, las aberraciones, el peso y el costo. Cada ranura está en un ángulo ligeramente diferente a la siguiente. Cada ranura en sí es una lente individual que permite doblar las ondas de luz de manera paralela y enfocar la luz.

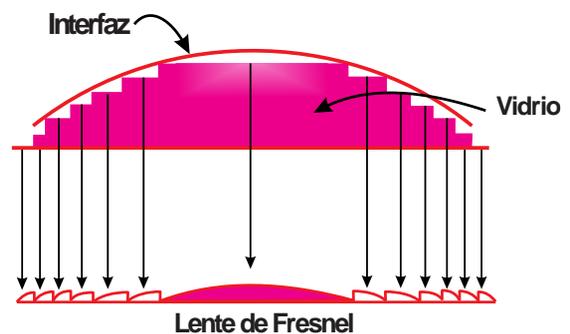


Figura 5 Prototipo Motor Stirling Gama

Para el desarrollo del presente trabajo se hace uso de una lente de Fresnel de 30 cm x 20 cm. El material del cual está hecha es PMMA (Polymethyl methacrylate), también conocido como acrílico o por el nombre Plexiglás y tiene un peso de 58 gr., y un espesor de 3/64 de pulgada. Con respecto a la medición de la temperatura local se hizo uso de un termómetro digital. Así pues, se realizaron algunas mediciones, para saber cuál era la temperatura en el punto focal a determinada hora del día.



Figura 6 Lente de Fresnel

Las ventajas que se tienen de este tipo de lentes son que:

- Los rayos de luz que llegan paralelos al eje óptico se focalizan, es decir, tienden a concentrarse en un punto o foco.
- Los rayos que salen del foco tienen menos aberraciones ópticas.

En la actualidad existen varios tipos de colectores solares que han sido mejorados a medida que los procesos tecnológicos, tanto de diseño como en su manufactura.

Etapas 3: Unión de lente de Fresnel con el motor Stirling

Para este paso, se busca el acoplamiento de la lente de Fresnel en una estructura y una base que soporten al motor Stirling, y que éste pueda ponerse en posición perpendicular al Sol para centrar el punto focal de calentamiento. La siguiente estructura fue la que usó para el prototipo.

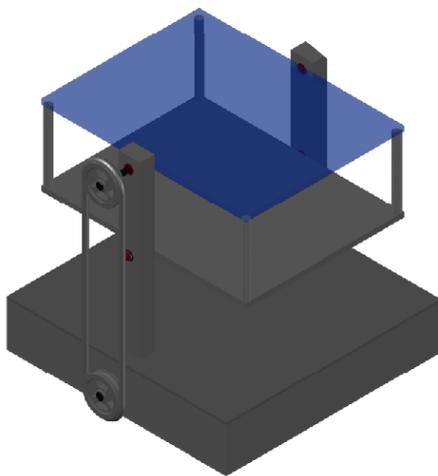


Figura 7 Estructura para soporte de Lente de Fresnel y Motor Stirling

Durante el análisis experimental se recabaron los siguientes datos: 1) La temperatura del punto focal ($^{\circ}\text{C}$), 2) La hora de la medición, 3) La radiación vertical solar (W/m^2), 4) El ángulo de inclinación del Sol (en grados), 5) Altura desde el lente al punto focal (cm), 6) El diámetro del punto focal (mm), 7) El desfase del punto focal con respecto a la vertical (mm), y 8) La temperatura del ambiente.

Análisis de Resultados

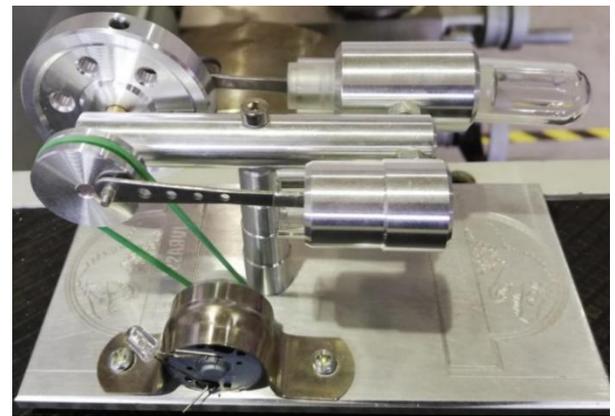


Figura 8 Prototipo real de Motor Stirling tipo Gama

Las pruebas se realizaron en Tlaxco, Tlaxcala en el mes de junio del 2019 en un horario de 11:15 de la mañana. En 45 segundos se alcanza una temperatura de 44 grados, con una altura focal de 250 mm, con una sola lente de Fresnel. Es necesario concentrar aún más el calor solar, por lo que se requiere de un concentrador de al menos dos lentes de Fresnel trabajando simultáneamente.

Para este proyecto se requiere de altas temperaturas en el foco de concentración o punto caliente. Además, se debe tener un diseño adecuado para el motor a fin de que desarrolle su máxima potencia útil, con un sistema de calentamiento más eficaz en el módulo de transferencia de calor. Por ello, las camisas de los pistones se fabricaron de cobre, material que tiene mejores propiedades térmicas para la transferencia de calor.

Conclusiones

En este trabajo se propone un motor Stirling tipo Gama, dotado con un concentrador solar por lente de Fresnel, a partir de materiales accesibles y económicos.

La generación de energía por medio de un motor Stirling es viable, la problemática es que la lente de Fresnel no mantiene su foco donde se desea todo el tiempo en virtud del movimiento aparente del Sol. Para que el calentamiento del motor sea constante (y poder obtener energía eléctrica de calidad), se tiene que tener enfocado la mayor parte del tiempo la lente de Fresnel. El efecto de concentración solar se ve reforzado por el color negro de la camisa del pistón, mismo que permite optimizar la absorción de calor.

En México, la sinergia entre las instituciones que investigan y trabajan con energías alternativas es parte fundamental del desarrollo de tecnologías propias para el fomento y fortalecimiento de su implementación en el país. Por otra parte, también se trata de diseñar un sistema con los medios fácilmente disponibles para su fabricación y mantenimiento y adaptándolo al entorno del Centro de México. Se pretende tener una fuente de energía confiable, de calidad, lograr un uso óptimo. El prototipo permitirá hacer mejoras en términos de producción de energía, optimizar la configuración del motor y brindar una energía producida confiable y de calidad.

Referencias

- Agüero Zamora, V. R. (2006). Diseño y Construcción de un Motor Stirling para la generación de energía eléctrica.
- Ayarza Landa, A. (2019). Diseño de una planta de cogeneración para suministrar energía a una fábrica de electrodomésticos.
- Barros, R. W., Aradas, M. E. C., & Cobas, V. R. M. (2004). Uso de biomassa como combustible para accionamiento de motores Stirling. *Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural*.
- Buñay Guacho, S. (2019). Arranque de un grupo electrógeno Otto usando el gas de síntesis del gasificador Downdraft acondicionados como un sistema de micro generación eléctrica para fines didácticos.
- Cacho, G. L., & Zamora, V. A. (2007, December). Generación de energía eléctrica con un motor Stirling empleando un combustible gaseoso. In *8° Congresso Iberoamericano De Engenharia Mecanica. Cusco* (Vol. 23).
- Calvopiña Villagómez, M. F., Rodríguez, D., & Salmanazar, S. (2016). *Diseño y construcción de un motor Stirling didáctico acoplado a un generador, y evaluación de la eficiencia energética del sistema* (Master's thesis, Quito, 2016.).
- Cassani, G., & Felice Perez, A. (2017). Obtención de energía eléctrica mediante sistema disco parabólico motor Stirling.
- Facho Valdivieso, J. R., & Vidal Alvarado, R. C. (2019). DISEÑO DE UN PANEL SOLAR DE AUTOPOSICIONAMIENTO CON ACCESORIO COLECTOR PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CASERÍO PAÑALÁ-MORROPE.
- Franco Betancur, R. (2019). Diseño de motor stirling a escala para una práctica de laboratorio en el ITM.
- Gerke, G. M. S., Arzamendia, N. F. V., Fensterseifer, V. C., Coscia, J. C., & Saavedra, W. A. R. (2018). Construcción, análisis teórico y experimental de un motor Stirling. *Revista Científica Estudios e Investigaciones*, 6, 181-183.
- Méndez Durango, J. S., Leguizamón, O., & Smith, J. (2017). Investigación documental de simulaciones y aplicaciones de motores Stirling. Núñez, J. C., Aliaga, J. A., & Artica, L. A. (2015). Evaluación de la energía térmica solar para generación de electricidad mediante un sistema Stirling en Huancayo. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(2), 1-1.
- Saravia, L., de Saravia, D. A., Echazú, R., & Alcorta, G. (2007). La simulacion de sistemas termomecánicos solares con el programa simusol, el motor stirling: simulacion y construcción. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11, 03-01.
- Valdez Barranco, R. (2019). Evolución y crecimiento de la energía renovable en las empresas de generación eléctrica en México.

Estudio de la degradación en paneles solares sometidos a prueba de humedad-congelación

Study of the degradation in solar panels subjected to humidity-freezing test

SALAZAR-PERALTA, Araceli†*, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises y CHÁVEZ, Rosa Hilda

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

ID 1^{er} Autor: *Araceli, Salazar-Peralta* / ORC ID: 0000-0001-5861-3748, Researcher ID Thomson: U-2933-2018, CVU CONACYT ID: 300357

ID 1^{er} Coautor: *José Alfredo, Pichardo-Salazar* / ORC ID: 0000-0002-8939-9921

ID 2^{do} Coautor: *Ulises, Pichardo-Salazar* / ORC ID: 0000-0002-3758-2038

ID 3^{er} Coautor: *Rosa Hilda, Chávez* / ORC ID: 0000-0002-2460-3346

DOI: 10.35429/JSI.2019.12.3.10.16

Recibido 20 de Agosto, 2019; Aceptado 10 de Diciembre, 2019

Resumen

Todos los materiales en mayor o menor proporción interactúan con el medio ambiente, lo cual les ocasiona cambios. En algunos casos el cambio es solo en la apariencia, en otros, el cambio es en las propiedades. En el caso de los paneles solares, la degradación puede provocar una reducción de los parámetros eléctricos; por ejemplo: reducción de la potencia máxima suministrada por el panel solar. Para poder certificar el cumplimiento de una función durante un tiempo determinado, es necesario probar los materiales para comprobar el tiempo de vida útil de los mismos. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad del módulo para soportar los efectos de alta temperatura y humedad, seguidos por temperatura de congelación. El ensayo se efectuó en una cámara climática marca Weiss, de acuerdo a la Norma IEC 61325. Los resultados obtenidos en 4 de las 5 muestras probadas cumplieron con la especificación de cambio de potencia menor al 5%, del valor inicial, solo una pieza denotó un cambio de 6%. Se concluye que hay que aumentar el No. de piezas a prueba para reducir la incertidumbre de medición. Este estudio contribuye al aseguramiento de calidad de los paneles solares.

Degradación, Panel solar, Congelación

Abstract

All materials in greater or lesser proportion interact with the environment, which causes them changes. In some cases the change is only in the appearance, in others, the change is in the properties. In the case of solar panels, degradation can cause a reduction in electrical parameters; for example: reduction of the maximum power supplied by the solar panel. To be able to certify the fulfillment of a function during a certain time, it is necessary to test the materials to verify the useful life of the same. The objective of this study was to determine the capacity of the module to withstand the effects of high temperature and humidity, followed by freezing temperature. The test was carried out in a Weiss climate chamber, according to IEC 61325. The results obtained in 4 of the 5 samples tested met the specification of power change of less than 5%, of the initial value, only One piece denoted a change of 6%. It is concluded that the number of pieces under test must be increased in order to reduce the measurement uncertainty. This study contributes to the quality assurance of solar panels.

Degradation, Solar Panel, Freezing

Citación: SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises y CHÁVEZ, Rosa Hilda. Estudio de la degradación en paneles solares sometidos a prueba de humedad-congelación. Revista de Innovación Sistemática. 2019. 3-12: 10-16

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El sol es una energía renovable. La tierra recibe del sol una energía anual aproximada de 5.4×10^{24} Joules. La energía solar presenta dos características que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales:

1. **Dispersión.** Su densidad alcanza 1 kW/m^2 , cifra menor de otras densidades energéticas, por lo cual se necesitan grandes superficies de captación o sistemas de concentración de los rayos solares.
2. **Intermitencia,** lo cual hace necesario el uso de sistemas de almacenamiento de la energía captada.

En general, la energía solar se puede describir como la energía que se recibe de la luz del sol y se convierte en energía eléctrica para el uso humano, es una de las principales fuentes de energía, ya que se encuentra a nivel mundial accesible a todas las personas, es más barata y viable, debido a que el sol es fácilmente disponible, el calor generado en la tierra corresponde al sol, por otra parte, los paneles solares son elementos construidos cuya finalidad principal es la de convertir la energía solar en energía eléctrica, para que se generen desde pequeñas hasta grandes cargas, tiene que pasar por un convertidor de energía, como lo es un panel solar fotovoltaico, que a través de células fotovoltaicas permite la producción de electricidad.

Los paneles solares, se construyen a partir del elemento químico, llamado silicio, el cual interviene en el proceso de creación de energía eléctrica a partir de la luz del sol. La energía solar puede incidir de forma directa o indirecta. En los días nublados a contrario de lo que se cree se puede producir energía perfectamente.

Los sistemas fotovoltaicos transforman directamente la irradiación solar en energía eléctrica de corriente continua. La ventaja de ellos es que no consumen combustibles fósiles y no contaminan. Las células fotovoltaicas se fabrican con semiconductores. Los semiconductores son elementos que tienen una conductividad eléctrica muy pequeña, pero superior a la de un aislante.

Los más utilizados son los de silicio, cuando los rayos del sol inciden sobre las células, la unión P – N de los semiconductores de ella junto con su metal conductor ayuda a producir energía. El elemento encargado de la transformación es la célula fotovoltaica (Figura 1).

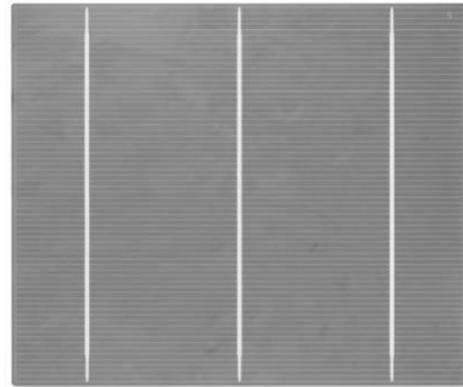


Figura 1 Célula fotovoltaica

Fuente (IUSA)

Los paneles fotovoltaicos están compuestos de varias células fotovoltaicas conectadas en serie y en paralelo para abarcar un amplio rango de tensiones y corrientes (Figura 2). En la industria fotovoltaica las celdas solares se utilizan como el principal material semiconductor para la fabricación de paneles solares, en conexión serie y/o en paralelo hasta formar el panel completo de células solares. Basada en el efecto fotovoltaico, la luz incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas que produce una diferencia de voltaje.

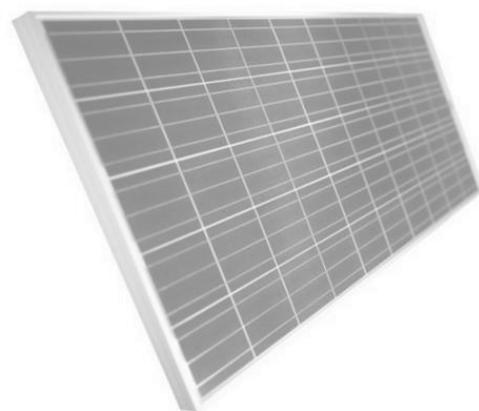


Figura 2 Panel fotovoltaico

Fuente (IUSA)

La potencia es la propiedad más importante que produce un panel fotovoltaico, la cual se puede ver afectada por factores de la producción, así como de factores ambientales como son los cambios de temperatura, y humedad al estar en uso, de ahí la importancia del estudio de la degradación en condiciones de humedad y congelación.

En el presente trabajo se abordan en primer lugar los antecedentes de la energía solar, así como de un panel fotovoltaico. En segundo lugar se aborda la metodología utilizada para el estudio. En tercer lugar se analizan los resultados obtenidos. En cuarto lugar se comentan las conclusiones. Por último se agradece a las Instituciones que hacen posible el estudio. Y se mencionan las referencias consultadas.

Antecedentes

El sol, como eje fundamental de la vida humana, fue venerado por casi todas las civilizaciones antiguas. En la antigua Grecia, los dioses del sol eran Helios y Apolo, a quienes se dedicaron incontables templos, también fueron los griegos los primeros en usar diseños de casas para aprovechar la luz del sol en forma pasiva, probablemente desde el año 400 A.C. Los romanos fueron los primeros en usar vidrio en las ventanas para atrapar la luz solar en los hogares. Incluso promulgaron leyes que penaban el bloquear el acceso a la luz a los vecinos.

También fueron los romanos los primeros en construir casas de cristal o invernaderos para crear condiciones adecuadas para el crecimiento de plantas exóticas o semillas que traían a Roma desde los lejanos confines del imperio. En 1867 el científico suizo Horace de Saussure desarrolló el primer colector solar. Edmond Becquerel, un físico francés, observó el efecto fotoeléctrico en 1839. Más recientemente, hace un poco más de 100 años, el científico francés Augustin Mouchot usó calor de un colector solar para producir vapor y mover un motor.

Desafortunadamente, los elevados costos impidieron que su invento tuviera un uso comercial. Alrededor de 1880 se fabricaron las primeras celdas fotovoltaicas de luz visible, hechas de selenio, con una eficiencia de conversión de 1 a 2%. El primer calentador de agua solar fue patentado en 1891 por Clarence Kemp, a principios de los 50's, se produjo un proceso de producción de cristales de silicio de alta pureza, lo que aceleró el desarrollo de la energía solar. En 1954 los laboratorios Bell Telephone desarrollaron celdas fotovoltaicas de silicio con una eficiencia del 4%, que después se elevó al 11%. En 1958 un pequeño satélite fue alimentado con una celda solar de menos de un watt de potencia.

Un desarrollo importante fue un calentador solar sumamente eficiente inventado por Charles Greeley Abbott en 1936. El calentador solar de agua se hizo popular por este tiempo en Florida, California y otros lugares. El crecimiento de esta industria fue alto hasta mediados de los 50's, cuando el bajo costo del gas natural hizo que este energético se usara como fuente principal para calentamiento. El abandono, para fines prácticos, de la energía solar duró hasta los 70's. Pero en esos años el aumento en el precio del petróleo y gas llevó a un resurgimiento en el uso de la energía solar para calentar hogares y agua, así como en la generación de electricidad. La Guerra del Golfo de 1990 aumentó aún más el interés en la energía solar como una alternativa viable en lugar de uso del petróleo.

Actualmente, la energía solar se utiliza de dos formas principales. La primera es la potencia térmica solar, en la que el sol se usa para calentar fluidos, los cuales impulsan turbinas y otras máquinas. La segunda es la conversión fotovoltaica (paneles solares) en los que la electricidad es producida directamente del sol.

Desde la construcción de casas en la antigüedad con la orientación adecuada para captar la luz solar, hasta las modernas celdas fotovoltaicas delgadas, los humanos han aprovechado la luz solar para cubrir sus necesidades de energía. Lo que resulta perfectamente lógico, ya que, después de todo, el sol proporciona suficiente energía cada hora para cubrir las demandas mundiales anuales.

La creciente demanda que se presenta en la actualidad, conlleva a desarrollar nuevas y mejores tecnologías que permitan el manejo adecuado del trabajo para la conversión en energía. Estas permiten la oportunidad de sustentabilidad para el desarrollo tecnológico, conocimiento y crecimiento de impacto sobre el tratamiento de diferentes componentes que junto con otras tecnologías permitan tener más cantidad de ellas y así mismo sustitutos que se puedan reemplazar y/o utilizar para tener mayor carga de energía.

La energía solar fotovoltaica consta de un panel solar que almacena la mayor cantidad de energía producida por el sol y extraída del ambiente durante el día, para posteriormente convertirla en energía fotovoltaica que permita la distribución de electricidad en el lugar que se requiera, obteniendo así un ahorro considerable, de ahí la importancia de estudiar la resistencia a la degradación de los paneles solares los cuales estarán expuestos a diferentes condiciones de funcionamiento en diversas condiciones climáticas, las cuales dependerán del lugar donde se encuentren instalados.

Degradación de los materiales. Todos los materiales en mayor o menor proporción sufren cambios al interactuar con el medio ambiente, con frecuencia dichos cambios modifican las características del material. En ocasiones el cambio es solamente en la apariencia, en otras el cambio es en las propiedades

El objetivo de este estudio fue determinar la resistencia a la degradación de los paneles fotovoltaicos frente a alta temperatura, y humedad-congelación, dato necesario para conocer la vida útil de los paneles, los cuales se desempeñaran en diferentes tipos de clima y condiciones atmosféricas diversas.

Metodología

Prueba de Humedad-congelación

El propósito de este ensayo fue determinar la capacidad del panel solar para soportar los efectos de alta temperatura y humedad seguidos por temperaturas bajo cero, condiciones de ensayo establecidas en la Norma IEC 61215 para el Aseguramiento de Calidad de los Paneles Solares, cabe aclarar que este ensayo, no es una prueba de choque térmico. A continuación se explica el equipo utilizado y la forma en la que se realizó el estudio.

Aparatos

- a. una cámara climática con temperatura automática y control de la humedad, capaz de someter uno o más módulos en el ciclo de humedad de congelación especificado en la Figura 3.
- b. Equipo de montaje o soporte del módulo (s) en la cámara, con el fin de permitir la libre circulación del aire circundante. La conducción térmica del soporte o de apoyo deberá ser bajo, de modo que, para efectos prácticos, el módulo (s) es (son) térmicamente aislado.
- c. Equipo para medir y registrar la temperatura del módulo con una precisión de ± 1 °C. (Es suficiente para controlar la temperatura de una muestra representativa, si más de un módulo está siendo probado.)
- d. Equipo para la supervisión, durante toda la prueba, la continuidad del circuito interno de cada módulo.



Figura 3 Cámara climática

Fuente (IUSA)

Procedimiento

1. Se colocó un sensor de temperatura en la superficie frontal del módulo (s) cerca del medio.
2. Se instaló el módulo (s) a temperatura ambiente en la cámara climática.
3. Se conectó el equipo de monitoreo de temperatura al sensor (s) de temperatura.
4. Después de cerrar la cámara, se sometió el módulo (s) 10 ciclos completos de conformidad con el perfil de la Figura 4. La temperatura máxima y mínima fue de ± 2 °C, de acuerdo a los niveles especificados y la humedad relativa se mantuvo dentro de $\pm 5\%$ del valor especificado.
5. A lo largo de la prueba, se registró la temperatura del módulo.

Mediciones finales

Después de un tiempo de recuperación entre 2 y 4 h, Se midió la potencia de los paneles después de la prueba.

Especificación

La degradación de la potencia de salida máxima no excederá del 5% del valor medido antes de la prueba. Los resultados obtenidos se registraron en la Tabla 1, Gráfica 1 y Gráfica 2.

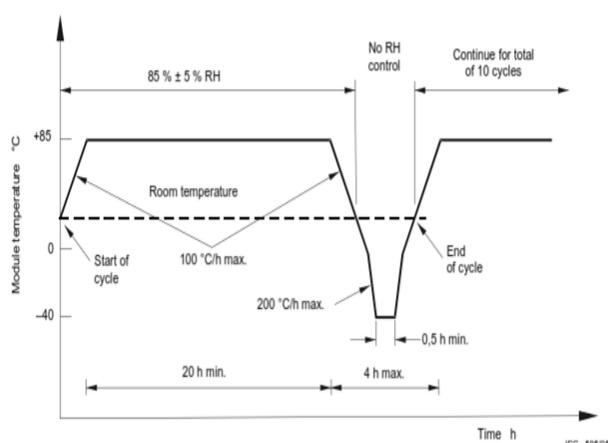


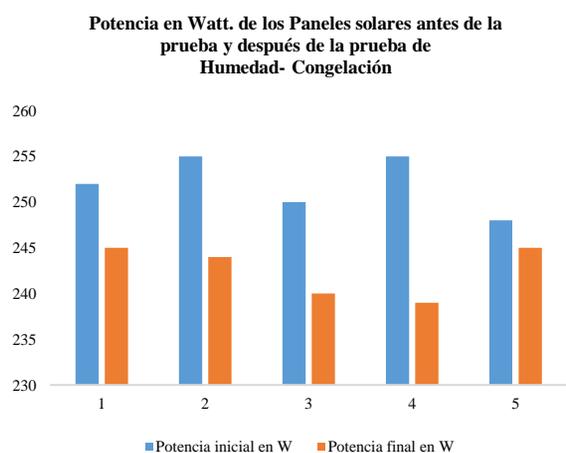
Figura 4 Ciclo de Humedad-Congelación

Fuente (Norma IEC 61215).

No. de panel	Potencia inicial en Watt	Potencia después de la prueba	degradación de potencia en %
1	252	245	2.7
2	255	244	4.3
3	250	240	4.0
4	255	239	6.2
5	248	245	1.2

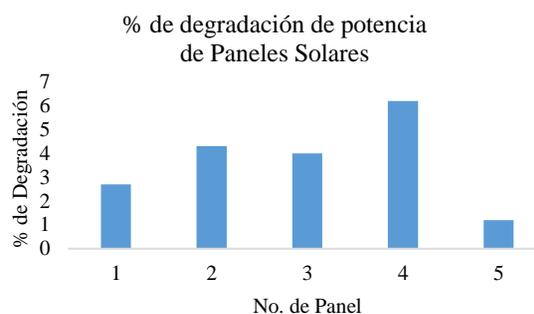
Tabla 1 Potencia de Paneles solares antes y después de la prueba de Humedad-Congelación

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 1 Cambio de Potencia de Paneles Solares después de la prueba de Humedad-congelación

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 2 Porcentaje de Degradación de Paneles solares Después de la prueba de Humedad congelación

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Resultados

Los paneles fotovoltaicos deben de cumplir con una serie de garantías, normatividad y certificación para poder garantizar el tiempo de vida útil, bajo las distintas condiciones medioambientales establecidas en las Normas IEC 61730, IEC 61215, IEC 61646, E IEC 61701, así como ensayos de durabilidad establecidos en las Normas IEC 61215, e IEC 61646, dentro de las cuales se encuentra el ensayo de Resistencia a la Congelación-Humedad: 10 ciclos de -40°C a 85°C , con 85% de Humedad relativa, motivo de este estudio.

Como puede observarse en la tabla 1. La degradación en porcentaje de la pérdida de potencia, que sufrieron 4 de los 5 paneles fotovoltaicos probados, fue de 1.2 a 4.3. Solo uno de ellos presentó un porcentaje de degradación de potencia igual 6.2 después del ensayo, 1.2% más del máximo especificado. Este estudio sienta las bases de otros posteriores y conlleva a revisar todas las etapas del proceso para determinar la causa o causas inherentes. La organización productora, mejorará continuamente mediante la adecuación y efectividad del sistema de gestión de la calidad.

La organización deberá aplicar las disposiciones previstas, en las etapas apropiadas, para verificar que los requisitos del producto y servicio se cumplan, de ahí la importancia de la realización de la prueba de Humedad-congelación.

Se recomienda verificar todas las estaciones del proceso, para reducir las variaciones en cada etapa del mismo, así como implementar la ejecución de todos los ensayos establecidos en las Normas para el aseguramiento de calidad del producto y satisfacción del cliente

Conclusiones

Este estudio contribuyó a determinar el tiempo de vida útil del panel solar, así como su resistencia a la degradación en condiciones extremas de temperatura y humedad. La inspección visual y la medición eléctrica de la potencia antes y después de la prueba de temperatura humedad-congelación, sirvieron para visualizar que el funcionamiento de los módulos cumple en el 80% con las exigencias establecidas en la Norma IEC 61215, de igual manera contribuye con el aseguramiento de calidad del proceso de fabricación.

Los datos obtenidos sirvieron para verificar que los paneles solares fabricados, durante 25 años trabajarán en condiciones óptimas, ya que la degradación de potencia fue menor del 5% establecido en 4 muestras de las 5 sometidas a prueba de temperatura humedad-congelación. Es necesario realizar otros estudios con 10 muestras más, para determinar con mayor certeza lo que está ocurriendo, así como para reducir la incertidumbre de medición.

Agradecimientos

Se agradece al Centro de Cooperación Academia Industria del Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, por el apoyo recibido para la realización de este estudio.

Referencias

A. Gabor, M. Ralli, S. Montminy, L. Alegria, C. Bordonaro, J. Woods, L. Felton, "Soldering induced damage to thin Si solar cells and detection of cracked cells in modules," Proceedings of the 21st EUPVSEC, Dresden, Germany, 2006, pp. 2042– 2047.

A. Halm, V. Mihailetchi, G. Galbiati, L. Koduvelikulathu, R. Roescu, C. Comparotto, R. Kopecek, K. Peter, J. Libal, "The Zebra cell concept - large area n-type interdigitated back contact solar cells and one-cell modules fabricated using standard industrial processing equipment," Proceedings of the 27th EUPVSEC, Frankfurt am Main, Germany, 2012, pp. 567-570.

A. Schneider, M. Pander, T. Korvenkangas, S. Aulehla, R. Harney, T. Hort-tana, "Cell to Module Loss Reduction and Module Reliability Enhancements by Solder Ribbon.

Asociados. S. A. Castillo Plaza, L. C. (2019). Empleo de la energía solar para generación eléctrica con paneles solares para la localidad de Luzfaque (Sector Ii)-Mesones Muro-Ferreñafe.

Barrera, P. (2009). "Simulación y caracterización de celdas solares multi-juntura y de silicio cristalino para aplicaciones espaciales." (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de General San Martín Comisión Nacional de Energía Atómica Instituto de Tecnología. República Argentina.

C. Ferrara, "Philip Why do PV Modules Fail?, in: Proceedings of the International Conference on Materials for Advanced Technologies, Singapore," Energy Procedia 15, 2011, 379–387.

Casas Perdomo, N. E., & Sánchez Rojas, Á. J. (2019). Estudio de viabilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el parque logístico el Zol en Funza Cundinamarca.

Cengel, Y., y Hernán, P. J. (2004). "Transferencia de calor". México: McGraw-Hill.

Duran, J. C., Bruno, C. J., y Bolzi, C. G. (2002). "Convenio de cooperación CONAE-CNEA: Desarrollo, fabricación y ensayo de paneles solares para misiones satelitales argentinas." Profesional Independiente, 20(1), 0329-5184.

<http://www.energiasolar.mx/inventos/historia-energia-solar.html>

Jose Ramon Obaya Cueva. (2002). Paneles prefabricados. España: Grupo Industrial de Artes Gráficas Ibersaf Industrial, S. L.

Kunze, S. Kajari-Schröder, X. Breitenmoser, B. Bjørneklett, "Quantifying the risk of power loss in PV modules due to micro cracks," Solar Energy Materials and Solar Cells 95, 2011, pp. 1131-1137.

M. Sander, S. Dietrich, M. Pander, M. Ebert, M. Karraß, R. Lippmann, M. Broddack and D. Wald, "Influence of manufacturing processes and sub-sequent weathering on the occurrence of cell cracks in PV modules," Proceedings of the 28th EUPVSEC, Paris, France, 2013, pp. 3275-3279.

Manuel Fernández Barrera. (2010). *Energía Solar: Energía Fotovoltaica*. Madrid: Liberfactory.

Martín Álvarez, S. (2019). Estudio de las células y paneles de una instalación fotovoltaica

Optimization, "Proceedings of The 29th EUPVSEC, Amsterdam, Netherlands, 2014,

P. Hacke, K. Terwilliger, S. Glick, D. Turdell, N. Bosco, S. Johnston, S. Kurtz, "Test-to-Failure of Crystalline Silicon Modules", in: Proceedings of 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Hawaii, 2010, pp. 248–250.

Pierre Chemillier. (1980). *Industrialización de la construcción: los procesos tecnológicos y su futuro*. Barcelona: Editores Técnicos. pp. 165-170.

Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo

Solar pumping systems in Pachuca Hidalgo

FLORES-RAMIREZ, Oscar†*, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel

Universidad Politécnica de Amozoc, Departamento de Ingeniería en Energía

ID 1^{er} Autor: *Oscar, Flores-Ramírez* / **ORC ID:** 0000-0001-9884-9499, **Researcher ID Thomson:** E-8242-2018, **arXiv Author ID:** 429567-444L3Z-UIWFRF, **CVU CONACYT ID:** 92914

ID 1^{er} Coautor: *Erick Eduardo, Huesca-Lazcano* / **ORC ID:** 0000-0002-0505-8442, **Researcher ID Thomson:** F-1162-2018, **Open ID:** 357590366000, **CVU CONACYT ID:** 223342

ID 2^{do} Coautor: *Gabriel, Romero-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0002-5124-3016, **Researcher ID Thomson:** Y-2756-2018, **CVU CONACYT ID:** 299737

ID 3^{er} Coautor: *Ezequiel, Jiménez-Soto* / **ORC ID:** 0000-0001-6486-8122

DOI: 10.35429/JSI.2019.12.3.17.27

Recibido 16 de Agosto 2019; Aceptado 10 Diciembre, 2019

Resumen

La extracción de agua de pozos para suministro en poblaciones rurales es una de las aplicaciones más rentables y novedosa de la energía solar fotovoltaica. El empleo de un tipo de bombas sumergibles específicas para aplicaciones con energía fotovoltaica, que funcionan a corriente continua/directa (CC/DC) generada directamente de los módulos fotovoltaicos, posibilita una instalación independiente de la red eléctrica con muy escasas necesidades de mantenimiento, en este proyecto se realizó el dimensionamiento, instalación y puesta en marcha de un sistema de bombeo autónomo con bomba sumergible alimentado por una instalación solar fotovoltaica en el municipio de Actopan Hidalgo en el estado de Pachuca, para implementar el proyecto se realizó primeramente un estudio climático de la zona para fundamentar la eficiencia del sistema de bombeo solar, en este proyecto se utilizaron 18 paneles de 150 W, un controlador SubDrive Solar, una bomba Franklin Electric de 3 HP y un variador de frecuencia para la optimización de dicha bomba.

Energía solar, Bombeo solar, Panel solar

Abstract

The extraction of water from wells for supply in rural populations is one of the most profitable and novel applications of photovoltaic solar energy. The use of a specific type of submersible pumps for applications with photovoltaic energy, that work with direct / direct current (DC / DC) generated directly from the photovoltaic modules, allows an independent installation of the electrical network with very scarce maintenance needs, in This project was carried out the sizing, installation and commissioning of an autonomous pumping system with a submersible pump powered by a photovoltaic solar installation in the municipality of Actopan Hidalgo in the state of Pachuca. To implement the project, a climate study was first carried out. the area to support the efficiency of the solar pumping system, in this project we used 18 panels of 150 W, a SubDrive Solar controller, a Franklin Electric pump of 3 HP and a frequency inverter for the optimization of said pump.

Solar energy, Solar pump, Solar panel

Citación: FLORES-RAMIREZ, Oscar, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel. Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo. Revista de Innovación Sistemática. 2019. 3-12: 17-27

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: oscar.flores@upamozoc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

La extracción de agua de pozos para suministro en poblaciones rurales es una de las aplicaciones más rentables y novedosa de la energía solar fotovoltaica. El empleo de un tipo de bombas sumergibles específicas para aplicaciones con energía fotovoltaica, que funcionan a corriente continua/directa (CC/DC) generada directamente de los módulos fotovoltaicos, posibilita una instalación independiente de la red eléctrica con muy escasas necesidades de mantenimiento.

Como se ha indicado, es necesario la instalación de unos paneles fotovoltaicos que producen energía eléctrica a una tensión de 12 o 24 voltios en corriente continua. Esta electricidad es consumida directamente por una bomba, también en corriente continua, que bombea el agua desde el fondo del pozo a un depósito con una cierta altura o directamente a la red de distribución de riego.

La falta de uniformidad derivada de la dependencia del rendimiento de los módulos fotovoltaicos a la intensidad de la radiación solar puede ser suplida por la instalación de un sistema de baterías de acumulación, de manera que la alimentación de corriente hacia la bomba se realice a través de ellas. Con ello se consigue una alimentación de corriente eléctrica constante que asegura un suministro uniforme de agua por parte de la bomba, independiente de las condiciones de radiación solar.

No obstante, otra alternativa a la anterior, y mucho más barata y simple, es la instalación de un sistema de bombeo solar directo, que no incluye baterías. En este caso, para conseguir la uniformidad en el riego se construye un depósito en altura de manera que el flujo de agua extraída por la bomba se dirija hacia este depósito de acumulación. Este depósito, que actuaría como depósito pulmón, permitiría realizar el riego de manera constante y uniforme, mientras el depósito disponga de un nivel de agua mínimo. Por tanto, se tratará en este trabajo de describir los elementos que componen una instalación solar fotovoltaica autónoma para el bombeo directo de agua, incluyendo catálogos y hojas de especificaciones técnicas de los distintos equipos y exponer un caso práctico de cálculo, que pueda servir de guía y modelo para otras instalaciones.

Planteamiento del problema

Uno de los parámetros para medir la calidad de vida de una sociedad son los servicios con los que cuentan sus pobladores. Dentro de los cuales los principales servicios son el agua potable y la luz eléctrica. A pesar de la importancia de estos servicios muchas personas a nivel mundial no cuentan con alguno de ellos y en ocasiones con ninguno de los dos. Esta problemática es muy notoria en los países en desarrollo y se complica cuando la orografía del país es abrupta. Ambas condiciones se presentan en el caso de la República Mexicana, por lo que al año 2017 el 2.16% de su población no contaba con energía eléctrica, el 8.12% no tenía acceso a la red pública de distribución de agua y el 1.68% carecía de ambos servicios.

El agua es un recurso necesario para el desarrollo y para la vida del hombre. Desgraciadamente hay muchos lugares en el mundo donde el acceso al vital líquido es complicado, en ocasiones debido a la falta del mismo, pero en otros casos debido a la dificultad para trasladarlo del lugar en que se encuentra (lagos, ríos, pozos o redes de distribución) a las zonas donde se necesita. En este último caso, los habitantes de estos lugares se ven obligados a ir a la fuente de agua y acarrear el agua hasta sus hogares, tarea que la mayoría de las veces se realiza a pie.

Justificación

Un hecho real es el cambio climático, que se está generando por el consumo energético de los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas), sin darnos cuenta de que este consumo energético es insostenible, debido a que los yacimientos de combustibles se están agotando; adicionalmente está ocasionando graves trastornos ambientales deteriorando el planeta. para nadie es un secreto que el calentamiento global es un problema actual y a nivel mundial algunas naciones empiezan a cambiar sus formas de producción y sus normas con el fin de tratar de disminuir los efectos de su industria en el ambiente, así mismo se buscan formas de producción de energía alternativas, pues es ya sabido que el gran problema gira entorno a la liberación de bióxido de carbono (CO₂) producido por la quema de esos combustibles que son generados por los medios de transporte, los electrodomésticos y las industrias.

Objetivo general

Dimensionar y poner en marcha un sistema de bombeo solar fotovoltaico para el municipio de Actopan, Pachuca Hidalgo.

Objetivos específicos

- Se dimensionará el sistema fotovoltaico.
- Se calculará la bomba para abastecimiento de la comunidad de Pachuca Hidalgo.
- Se instalará el sistema de bombeo fotovoltaico.

Marco Teórico

Ahora bien, la pregunta que nos debemos plantear es ¿Qué podemos obtener con la energía solar? para obtener la respuesta es necesario saber cuáles son los efectos que puede producir la energía solar, hechas las consultas pertinentes tenemos que el calor se logra mediante un mecanismo de captación realizado por los colectores térmicos y la electricidad es producida por medio de los módulos fotovoltaicos, que puede ser usada en el uso de electrodomésticos.

Los paneles solares se perfilan como la solución definitiva al problema de electrificación rural, debido a las largas distancias para enviar energía, se hace más fácil el mantenimiento, no produce ruido y lo mejor no consume combustible; una verdadera ventaja es que funciona también en días nublados ya que capta la luz que se filtra en las nubes y ayuda a la conservación del medio ambiente.

Sistema de bombeo solar

Una instalación solar fotovoltaica para bombeo directo de agua está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad para el accionamiento de la bomba, y este está compuesto por un arreglo de módulos FV, un controlador, un motor y una bomba. Se emplean motores de corriente alterna (CA) y de corriente continua (CC). Las bombas pueden ser centrífugas o volumétricas. Generalmente el agua se almacena en un tanque, en la figura 1 se muestra el esquema de un sistema de bombeo solar.

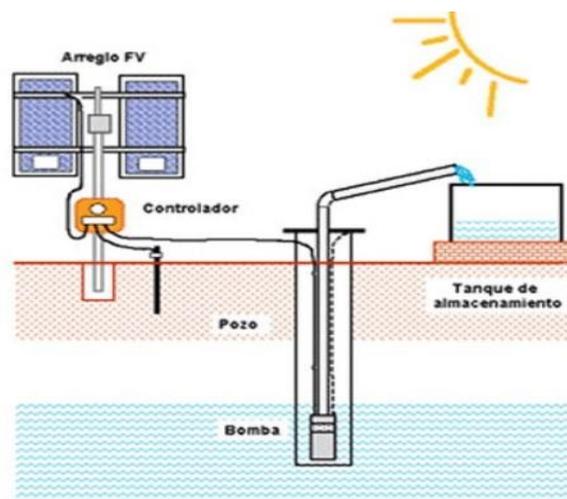


Figura 1 Esquema de un sistema de bombeo solar

Fuente: *Luminasol.com.mx*

Paneles o módulos solares

Son los encargados de captar la radiación solar y transformarla en electricidad, generando una corriente continua (CC), también llamada corriente directa (DC) que alimenta a la bomba. El número de paneles quedará determinado por la potencia que se necesita suministrar a la bomba, de acuerdo con el caudal de agua a bombear y presión de suministro. Asimismo, la disposición y forma de conexión de los paneles (en serie o en paralelo), será en función de la tensión nominal y la intensidad de corriente necesaria para el accionamiento del motor eléctrico de la bomba.

Los paneles solares se situarán sobre un rack o estructura metálica a cierta altura para evitar que se proyecten sombras sobre la superficie de los paneles debida a la presencia de árboles o de cualquier otro obstáculo cercano.

Regulador o controlador de carga

Dispositivo electrónico encargado de controlar el funcionamiento óptimo de la bomba de agua. El controlador ayuda a maximizar el rendimiento energético de los paneles solares, permitiendo que la bomba de agua funcione también durante periodos de menor irradiación solar. El controlador además regula el funcionamiento de la bomba, desconectándola cuando el depósito donde se bombea el agua haya llegado a su capacidad máxima o bien, porque el nivel del agua en el pozo haya bajado de un límite de seguridad establecido, con el fin de evitar que se quede descubierta la boca de aspiración de la bomba.

Asimismo, el regulador de carga dispone de un sistema de control con conectores "Plug&Play" de posición única, que permite el encendido o apagado del sistema (en invierno, por ejemplo, como es época de lluvias se desconecta, situando el interruptor en posición "Off").

Las bombas comunes disponibles en el mercado han sido desarrolladas pensando en que hay una fuente de potencia constante. Por otro lado, la potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de

la radiación solar. Es decir, a medida que el sol cambia su posición durante el día, la potencia generada por los módulos varía y en consecuencia la potencia entregada a la bomba. Por esta razón se han diseñado algunas bombas especiales para la electricidad fotovoltaica las cuales se dividen, desde el punto de vista mecánico, en centrífugas y volumétricas.

Bombas centrífugas

Tienen un impulsor que por medio de la fuerza centrífuga de su alta velocidad arrastran agua por su eje y la expulsan radialmente. Estas bombas pueden ser sumergibles o de superficie y son capaces de bombear el agua a 60 metros de carga dinámica total, o más, dependiendo del número y tipo de impulsores. Están optimizadas para un rango estrecho de cargas dinámicas totales y la salida de agua se incrementa con su velocidad rotacional.

Las bombas de succión superficial se instalan a nivel del suelo y tienen la ventaja de que se les puede inspeccionar y dar servicio fácilmente. Tienen la limitante de que no trabajan adecuadamente si la profundidad de succión excede los 8 metros.

Hay una gran variedad de bombas centrífugas sumergibles. Algunas de estas bombas tienen el motor acoplado directamente a los impulsores y se sumergen completamente. Otras, tienen el motor en la superficie mientras que los impulsores se encuentran completamente sumergidos y unidos por una flecha. Generalmente las bombas centrífugas sumergibles tienen varios impulsores y por ello, se les conoce como bombas de paso múltiple o de etapas. En la figura 2 se muestra un esquema de bomba centrífuga sumergible.

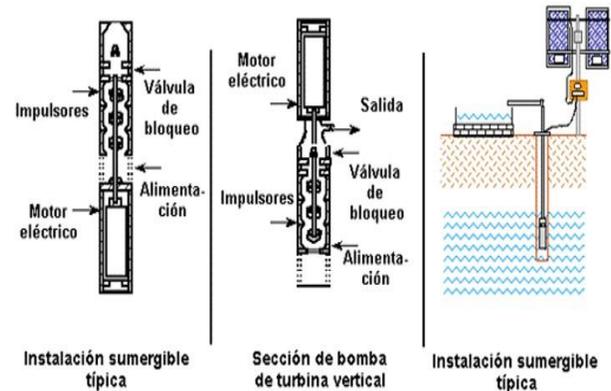


Figura 2 Esquema de una bomba centrífuga sumergible
Fuente: *Luminasol.com.mx*

Tipos de motores

La selección de un motor depende de la eficiencia, disponibilidad, confiabilidad, acoplamiento a bombas y costos. Comúnmente se usan dos tipos de motores en aplicaciones FV: De CC (de imán permanente y de bobina) y de corriente alterna CA. Debido a que los arreglos FV proporcionan potencia en CC, los motores de CC pueden conectarse directamente, mientras que los motores de CA deben incorporar un inversor CC/CA. Los requerimientos de potencia en Watts pueden usarse como una guía general para la selección del motor.

Los motores de CC de imán permanente, aunque requieren reemplazo periódico de las escobillas, son sencillos y eficientes para cargas pequeñas. Los motores de CC de campos bobinados (sin escobillas) se utilizan en aplicaciones de mayor capacidad y requieren de poco mantenimiento. Aunque son motores sin escobillas, el mecanismo electrónico que sustituye a las escobillas puede significar un gasto adicional y un riesgo de descompostura.

Los motores de CA son más adecuados para cargas grandes en el rango de diez o más caballos de fuerza. Los sistemas de CA son ligeramente menos eficientes que los sistemas CC debido a las pérdidas de conversión. Los motores de CA pueden funcionar por muchos años con menos mantenimiento que los motores CC. En la tabla 1, se muestran las ventajas y desventajas del bombeo solar.

Ventajas	Desventajas
No consumen combustible	Inversión inicial relativamente alta
Larga vida útil (de 15 a 20 años)	Acceso a servicio técnico limitado
Impacto ambiental mínimo	Producción de agua variable dependiendo de condiciones meteorológicas
Bajos costos de operación y Mantenimiento	

Tabla 1 Ventajas y desventajas del bombeo solar

Fuente: *Elaboración Propia*

Metodología

Descripción del método

El dimensionado de sistemas de bombeo fotovoltaico se puede abordar mediante diferentes métodos, dependiendo su complicación, del número de variables consideradas y del grado de optimización en la obtención de los resultados.

Para la realización de este proyecto el método consistió en los siguientes pasos:

- Se realizó un estudio de la zona en donde se implementó el sistema de bombeo solar, obteniendo datos como la radiación incidente, latitud, longitud, etc.
- Se evaluó de la energía hidráulica necesaria.
- Se obtuvo disponibilidad del recurso solar, es decir, qué tanta energía solar hay en la región geográfica.
- Se calculó el caudal diario que deseamos suministrar ($m^3/día$).
- Se obtuvo la altura total de bombeo (altura manométrica) en metros.
- Se determinó el periodo de funcionamiento (si es anual o estacional).
- Posteriormente se calculó el número de paneles necesarios para abastecer la demanda energética de la bomba, también el número de paneles que deben estar conectados en serie y en paralelo, se determinó el tipo de estructura a utilizar para montar los paneles solares y finalmente, la inclinación óptima que estos deben tener respecto a la latitud del lugar.
- Se determino el controlador a utilizar para satisfacer las necesidades de la bomba solar.
-

- Posteriormente calculamos el cableado ideal para nuestra instalación, en el cual se debe prestar mucha atención, puesto que, al pasar energía por nuestros cables, siempre existirán pérdidas que se deben a las caídas de tensión que hay en ellos.
- Realizamos la puesta en marcha del sistema de bombeo solar.

Resultados

Los datos del sistema de bombeo solar se muestran en la tabla 2.

El sistema instalado en Pachuca Hidalgo se diseñó con los siguientes datos:	
Nivel estático del agua	34 m
Abatimiento	5 m
Altura de la descarga	10 m
Distancia al depósito:	8 m
Requerimiento diario:	15000 l/día

Tabla 2 Datos para el sistema de bombeo solar.

Fuente: *Elaboración Propia*

Para calcular la bomba que cumpla con los requisitos solicitados, primero se obtuvo la carga dinámica total (CDT), que es la suma de la carga estática (CE) más la carga dinámica (CD).

$$\text{Obtenemos CE} = \text{Nivel estático} + \text{Abatimiento} + \text{Altura de la descarga} = 49 \text{ m.} \quad (1)$$

Para obtener CD, se utilizó la fórmula de Manning, sabiendo que se utilizaría material PVC por ser económico y durable, esto nos sirvió para saber el valor de k, de los datos del sistema se sabe que el volumen es de 15000 litros equivalente a 15 m^3 y por tanto $Q = 7.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Así tenemos que:

$$CD = \kappa \times L \times Q^2 = 31,282 (\text{m}^3/\text{s})^{-2} \times 57 \text{ m} \times (7.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s})^2 = 1.07 \text{ m} \quad (2)$$

La Carga Dinámica Total es entonces

$$CDT = CE + CD = 49 \text{ m} + 1.07 \text{ m} = 50.07 \text{ m} \quad (3)$$

En la figura 3 se muestra la captura de los datos de CDT y caudal en el software de Franklin Electric, para obtener el tipo de bomba y el tipo de controlador.

APLICACIÓN

COND. BÁSICAS DE SERVICIO

Altura manométrica

Consigna

Caudal

Tipo de rosca

Catálogo regional

*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos

Figura 3 Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 4 se muestra la captura de los datos de latitud y longitud del lugar donde se instalará el sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric, para obtener el tipo de bomba y el tipo de controlador.

UBICACIÓN

Figura 4 Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 5 se muestra la captura de los datos del panel solar y del cable utilizar del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric.

CARACTERÍSTICAS PANEL SOLAR

Condiciones de Servicio

Watts (Wmpp)

Volts (Vmpp)

Volts (Voc)

Seguidor solar

Mes Máximo

CABLE*

Longitud

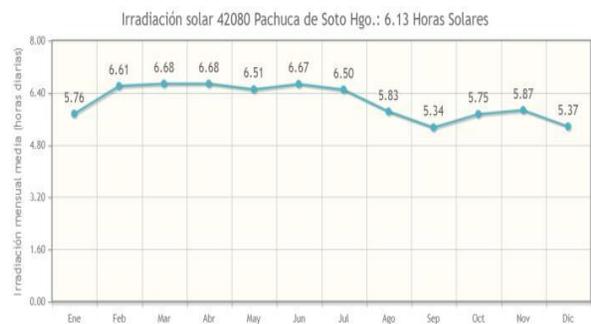
Material

Temperatura aislamiento

*El dimensionamiento y longitudes de cable deben cumplir con la normativa local, nacional o normas eléctricas vigentes aplicables.

Figura 5 Captura de datos del sistema de bombeo solar en el software de Franklin Electric
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la gráfica 1 se muestra el promedio mensual de la irradiación solar de Pachuca Hidalgo y el promedio anual utilizado para calcular el sistema fotovoltaico que abastece de energía a la bomba.



Gráfica 1 Se muestra el promedio mensual y anual de la irradiación solar de Pachuca Hidalgo
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos de los modelos de bombas que cumplen con los datos del sistema de bombeo solar, de igual forma se observa el número de paneles necesarios para el buen funcionamiento de la bomba, la media diaria de bombeo

Aplicación: Sumergible

Modelo/Descripción	Referencia	Potencia Entrada	Caudal Máximo (m ³ /h)	Medida Diaria de Bombeo (m ³)	Velocidad (m/s)	Ympg Min Respuesta (V)	Potencia Min Requerida (W)	Panels en Serie (por grupo)	Núm de Grupos	Núm tot de Paneles	Voltaje Mayor (V)
15SDSP-0.75HP	90041510	DC/AC	2.87	17.59	0.01	144	1,152	10	1	10	100
15FSDSP-0.75HP	90041514	DC	2.93	17.96	0.01	144	1,128	10	1	10	100
25SDSP-1.5HP	90042520	DC/AC	3.59	22.01	0.01	217	961	13	1	13	200
25FSDSP-1.5HP	90042524	DC	3.59	22.01	0.01	217	942	13	1	13	200
15SDSP-1.5HP	90041520	DC/AC	2.96	18.14	0.01	220	1,147	13	1	13	200
15FSDSP-1.5HP	90041524	DC	2.96	18.14	0.01	220	1,123	13	1	13	200
10SDSP-1.5HP	90041020	DC/AC	2.84	17.41	0.01	257	1,683	15	1	15	200
10FSDSP-1.5HP	90041024	DC	2.84	17.41	0.01	257	1,649	15	1	15	200
25SDSP-3.0HP	90042530	DC/AC	3.92	24.03	0.02	213	976	13	1	13	200
15SDSP-3.0HP	90041530	DC/AC	3.11	19.06	0.01	214	1,167	13	1	13	200
10SDSP-3.0HP	90041030	DC/AC	2.75	16.86	0.01	247	1,784	15	1	15	200
7SDSP-3.0HP	90040730	DC/AC	2.90	17.78	0.00	283	2,379	17	2	34	200
F3SP4-5HP230 + 10FA5S4-PE	307312905 + 93821035	DC	2.75	16.86	0.01	281	2,713	23	1	23	230

Figura 6 Resultados obtenidos del software de Franklin Electric Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 7 se muestra el modelo de la bomba a utilizar y los requerimientos mínimos de voltaje y potencia para su buen funcionamiento.

REQUERIMIENTOS SALIDA

Presión total	50.00 m
Caudal	2.72 m ³ /h
Tipo de rosca	NPT
*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos	

UBICACIÓN

Población	42080 Pachuca de Soto Hgo.
País	México
Latitud/Longitud	20.09 / -98.76

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

Vmpp	217 V
Wmpp	961 W

CONFIG.

Modelo	25SDSP-1.5HP
Código modelo	90042520
Caudal máximo	3.59 m ³ /h

Figura 7 Modelo de bomba solar utilizado Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 8 se muestran las características del panel solar utilizado para satisfacer las necesidades energéticas de la bomba solar, el ángulo al que deben colocarse los paneles y el calibre del cable utilizado.

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL

Condiciones de Servicio	STC
Uso de seguidor solar	No
Watts (Wmpp)	150 W
Volts (Vmpp)	19.0 V
Volts (Voc)	23.0 V
Ángulo de inclinación recomendado (grados)	20.09

CABLEADO*

Sección cable - US (métrico)	14 (2.5mm ²)
------------------------------	--------------------------

Figura 8 Características del panel solar, ángulo de inclinación y calibre del cable. Fuente: solar.franklin-electric.com/

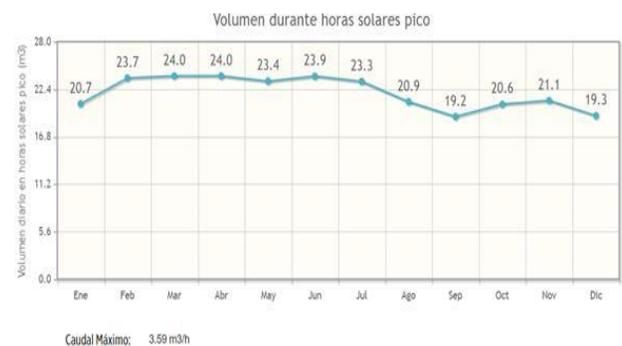
En la figura 9 se muestra la configuración del sistema fotovoltaico para satisfacer las necesidades energéticas de la bomba solar, se observa que hay una cadena de 13 paneles en serie

CONFIG. INST. SOLAR

Panels en serie	13
Número de grupos	1
Núm. total paneles	13
Potencia inst. (Wmpp)	1,560 W
Tensión inst. (Vmpp)	230 V
Tensión inst. (Voc)	284 V

Figura 9 Configuración del sistema fotovoltaico Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la gráfica 2 se muestra el promedio mensual del volumen generado por el sistema de bombeo solar, el agua es almacenado en un tanque para su uso en horas sin sol.



Gráfica 2 Promedio mensual del volumen generado por el sistema de bombeo solar Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 10 se muestra el tipo de controlador a que se utilizó para satisfacer las necesidades de la bomba solar.

ESPECIFICACIONES CONTROLADOR SOLAR SUBDRIVE

Modelo	5870301113
Tamaño	533 mm X 259 mm X 219 mm
Peso	18.60 kg
Energía Alimentación	DC/AC

SALIDA

Máx Tensión salida	200V AC, 3-fase
Máx. intensidad (RMS)	6.8 A, por fase
Frecuencia salida	20-60 Hz
Eficiencia a pot. máx.	96%

INST. FOTOVOLTAICA

Tensión alim. mpp	190 – 410 V DC **
Máx. intensidad alim.	7.0 A DC, Continua
Potencia en mpp	Hasta 2000 watts

CONDICIONES DE SERVICIO

Temperatura	-25°C a 50°C (con generador de CA, máx 40°C)
Humedad Relativa	0 a 100% (Condensación)

Figura 10 Datos del controlador
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En la figura 11 se muestra el retorno de inversión del sistema de bombeo solar para Pachuca Hidalgo.

*ENTER DATA IN THE GREY BOXES TO CALCULATE CORRECTLY			
*PLEASE ADJUST TOTAL SYSTEM COST TO BEGIN CALCUATIONS			
Initial Investment		Powered by the Grid	
Total System Cost	\$ 4,000.00	Motor Power Draw (Watts)	1500
		Hours Used/Day	7
Solar Rebates		Watt-Hours Usage/Day	10.50 kWh/day
Tax credit (%)	30%	Days Used/Month	30.5
Subsidies (\$)	\$ -	Power Requirement/Month	320.25 kWh
Add items (\$)	\$ -	Cents/kWh	20
Add items (\$)	\$ -	Annual Increases (%)	3%
Net Investment Cost	\$ 2,800	Monthly Savings	\$ 65.97

Return On Investment	
Return on Inv. (Months)	42.44
Return on Inv. (Years)	3.54

Figura 11 Retorno de inversión del sistema
Fuente: solar.franklin-electric.com/

En este proyecto se utilizaron módulos solares fijos montados sobre una estructura metálica colocado a cierta altura sobre un mástil o poste también metálico con el fin de evitar que se proyecten sombras sobre la superficie de los paneles debida a la presencia de árboles o de cualquier otro obstáculo cercano, los paneles se orientaron hacia el sur con un ángulo de inclinación de 20° para garantizar la máxima producción de energía eléctrica media anual, como se observan en las figuras 12 y 13.



Figuras 12 Pozo en Pachuca Hidalgo
Fuente: Elaboración Propio



Figuras 13 Instalación de del sistema fotovoltaico
Fuente: *Elaboración Propio*

Agradecimiento

A la Universidad Politécnica de Amozoc por el “Apoyo a la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico” y por gestionar los recursos ante las instancias correspondientes para el financiamiento del proyecto.

Conclusiones

Se realizó el estudio del recurso solar de Pachuca Hidalgo obteniendo un promedio anual de 6.13 horas solares con este dato se pudo obtener el dimensionamiento del sistema de bombeo solar. Se calculo la carga dinámica, la carga estática y la carga dinámica total para poder obtener el modelo de la bomba y el modelo del controlador. Se dimensiono el sistema fotovoltaico obteniéndose 13 paneles conectados en serie, llamada cadena con un voltaje de 247 V y una corriente de 7A, suficiente para que la bomba solar funcione adecuadamente, los paneles se montaron en estructuras con monopostes por economía.

Se calculó la bomba solar mediante el software de la empresa Franklin Electric, el modelo obtenido fue 25SDSP-1.5HP, capas impulsar $3.59 \text{ m}^3/\text{h}$, mayor a los requerimientos solicitados, pero se tomó la decisión con el cliente de colocar esta bomba por el crecimiento poblacional.

El modelo del controlador solar obtenido fue el 5870301113 con energía de alimentación DC/AC, con una tensión de salida de 200 V AC, 3-fases y corriente RMS de 6.8 A.

Se instaló el sistema de bombeo solar en Pachuca Hidalgo y monitoreo durante el mes de abril obteniendo un volumen de agua impulsada al contenedor de $23.1 \text{ m}^3/\text{mes}$ promedio, comparando con los datos obtenidos del software tenemos un margen de error de 4 %. El retorno de inversión está calculado para aproximadamente 4 años y el sistema tiene una funcionalidad de 20 años.

Recomendaciones

1. Respetar la normativa y reglamentos electrotécnicos aplicables a instalaciones eléctricas.
2. Verificación del pozo de agua (capacidad de producción) u obra civil: cimientos, tuberías y depósito de almacenamiento.
3. Proteger la entrada de la bomba de la posible entrada de suciedad o arena mediante filtros adecuados en cada caso. Tener en cuenta las posibles pérdidas de carga de estos filtros.
4. Evitar tuberías muy largas. Las pérdidas de carga pueden aumentar considerablemente la altura total de bombeo y por tanto el tamaño del generador FV.
5. Proteger de la intemperie los equipos electrónicos en cajas que cumplan con la protección IP65. El cableado de la instalación debe cumplir con la normativa eléctrica vigente, minimizando las caídas de tensión. Los cables utilizados para bombas sumergibles deben ser apropiados para tal fin.

Referencias

- Almanza-Fundora, I., García-Fernández, R. R., & García-Reina, F. (2019). Desarrollo de un sistema para la medición de la eficiencia energética de celdas solares. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1).
- Anguiano J. (2012). Constante solar. P.15 - 17 Impacto de la temperatura de los módulos en la eficiencia de un sistema fotovoltaico conectado a la red. Recuperado de: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI16030.pdf>
- Barrow R. McNeil B., Erick A. (1993) *Solar Pumping: An Introduction and Update on the Technology, Performance, Costs and Economics (Bombeo Solar: Introducción y Actualización de Tecnología, Desempeño y Costos)*. World Bank Intermediate Technology Publications. Artículo No 168, Washington, D.C.
- Cabanillas, R.E., Munguía, H. (2011). Dust accumulation effect on efficiency of Si photovoltaic modules. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 3.
- Canarias, G. D. (2018). *Instalaciones fotovoltaicas*. Obtenido de http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234263307_GuiaFotovoltaicaGobCan.pdf
- Castilla, J. (2007). Introducción a la energía solar fotovoltaica. Pp: 15-16. Manual del instalador energía fotovoltaica. Gráficas Celarayn, España
- Daniel Almarza, A. G. (marzo de 2017). *Guía de buenas y malas prácticas de instalaciones fotovoltaicas sobre techos. Documento anexo a la*. Obtenido de http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SEC2005/ELECTRICIDAD_SEC/ERNC/GENERACION_DISTRIBUIDA/LINKS_Y_NOTICIAS/AB6243717/GU%CDA-DE-BUENAS-Y-MALAS-PR%C1CTICAS-DE-INSTALACIONES-FOTOVOLTAICAS..PDF
- Domínguez H. (2012). Diseño de un Sistema fotovoltaico. Recuperado de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789315611dominguezgonzalezhector.pdf>
- Fletes, N., Paredes, C., Dibene, L. (2016). Eficiencia en la producción de energía de un panel fotovoltaico a diferente inclinación en Nuevo Vallarta, Nayarit. *Revista de Aplicaciones de Ingeniería*, 3.
- Flores, O., González, R., Juárez, V., Huitzil, I. (2016). Análisis comparativo de rendimiento, costo y producción energética entre el sistema aislado e interconectado de la empresa cartón corrugado Puebla S.A. de C.V. *Revista de Aplicaciones de Ingeniería*, 3(9).
- Flores, O., Huitzil, I., González, R. y Hernández, A. (2017). Reducción de la eficiencia energética del parque solar UPAM por suciedad y deposición de polvo. *Revista de Innovación Sistemática*, 1(3), 26-36
- Flores, O., Huesca, E., Pacheco, E.A. y Aguilar, J.M. (2018). Dimensionamiento, instalación y puesta en marcha del Parque Solar UPAM de 50 kW de potencia. *Revista de Energías Renovables*, 2(5), 1-13
- Julca Orozco, T. E. (2019). Diseño de un sistema de bombeo con energía solar para la localidad Hispon distrito La Matanza-Morropón-Piura.
- Liqun, L., Zhiqi, L., Chunxia, S.Z.L. (2012). Degraded output characteristic at atmospheric air pollution and economy analysis of PV power system: a case study. *Przegl. Elektrotech. (Electr. Rev.)* 88 (9A), pp. 281–284.
- Lobato, G. (s.f.). *SUNCRAFT*. Obtenido de SUNCRAFT: <http://www.suncraft.com.mx/>
- Cerdan Cabrera, A. M. (2011). Diseño de un sistema de bombeo solar-eólico. en a. m. cabrera, *diseño de un sistema de bombeo solar-eólico* (pág. 126). Veracruz: Universidad Internacional de Andalucía.
- Martínez, B., & Carlos, J. (2019). Potencial De Un Sistema De Refrigeración Solar Por Absorción En Zonas De Alta Irradiación En Colombia Para Cargas De Refrigeración Médicas Y Conservación De Alimentos.
- Mertens, K. (2014). *Photovoltaics Fundamentals, Technology and Practice*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd
- Ramírez E. (2011). Proyecto Ahorro de Energía. Recuperado 20/07/2014 del sitio web <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/33054/1/ramirezrojas.pdf>

Rua, E., Gonzalez, A., Granados, A., & Ramírez, R. (2019). Diseño estructural de transporte para sistema de bombeo portátil activado con energía solar fotovoltaica para el departamento de boyacá. revista ambiental agua, aire y suelo, 9(2).

Vera, C., & Jarol, L. (2019). Dimensionamiento de un sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar agua en el caserío Chillvaca en el distrito de Incahuasi-Ferreñafe Lambayeque.

Zorrilla, J., Piliouline, M., Carretero, J. Bernaola, P., Carpena, P., Mora. L., Cardona, M. (2011). Analysis of Dust Losses in Photovoltaic Modules. Congreso Mundial de Energías Renovables, Linkpoing, Suecia.

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 – Techonology an Innovation.

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

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

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

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

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

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

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

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

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

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

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

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

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

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

Enfocar claramente cada una de sus características

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

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

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

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

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

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

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

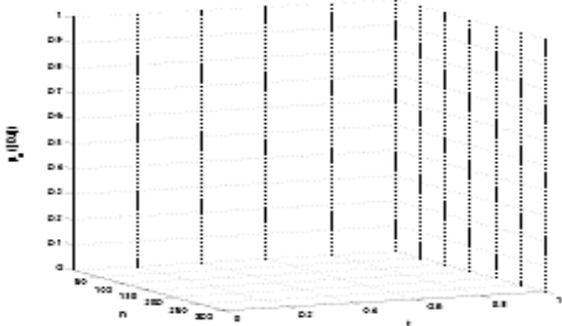


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

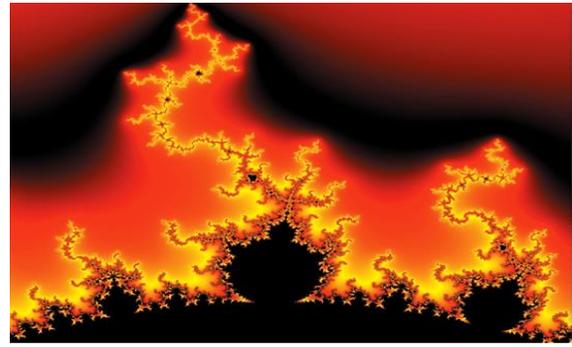


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

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

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

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

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

Metodología a desarrollar

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

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

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

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

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

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

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

Título del Artículo:

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

Copyright y Acceso

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

Título del Artículo:

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

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

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

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

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

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

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

Responsabilidades del Consejo Editorial

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

Responsabilidades del Comité Arbitral

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

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

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

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

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

Responsabilidades de los Autores

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

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

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

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

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

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

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

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

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

ECORFAN®

Editor en Jefe

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

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

Oficinas de Gestión

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

Revista de Innovación Sistemática

“Medición del potencial de explotación de energía fotovoltaica y eólica en Tamaulipas, región Altamira”

CASTILLO-MARTINEZ, Oscar, BORTONI-ANZURES, Liborio Jesus y RODRIGUEZ-CHAVEZ, Ulises

Universidad Politecnica de Victoria

“Implementación de Motor Stirling para generación de energía eléctrica limpia empleando una lente de Fresnel”

LÓPEZ-XELO, Hilario, HERNÁNDEZ-MEDINA, José Juan, PÉREZ-MARTÍNEZ, Rene y CABRERA-PÉREZ, José Luis

Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco

“Estudio de la degradación en paneles solares sometidos a prueba de humedad-congelación”

SALAZAR-PERALTA, Araceli, PICHARDO-SALAZAR, José Alfredo, PICHARDO-SALAZAR, Ulises y CHÁVEZ, Rosa Hilda

Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán

“Sistemas de bombeo solar en Pachuca Hidalgo”

FLORES-RAMIREZ, Oscar, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, ROMERO-RODRIGUEZ, Gabriel y JIMENEZ-SOTO Ezequiel

Universidad Politécnica de Amozoc

