

Volumen 3 Número 11 — Octubre — Diciembre - 2019

ISSN 2523-2517

Revista de Ingeniería Eléctrica



ECORFAN®

Editor en Jefe

QUINTANILLA-CÓNDOR, Cerapio. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Eléctrica, Volumen 3, Número 11, de Octubre a Diciembre 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Perú. La Raza Av. 1047 No. -Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode: 11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD. ISSN: 2523-2517. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2019.

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

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

Revista de Ingeniería Eléctrica

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de 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 Ingeniería Eléctrica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, 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 con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las 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

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Massachusetts Institute of Technology

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD
University of New York at Stony Brook

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

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

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

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Manitoba

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

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

Comité Arbitral

TECPOYOTL - TORRES, Margarita. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Universidad de Guadalajara

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Eléctrica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas 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 Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

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

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

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

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

Detección de Plagio

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

Proceso de Arbitraje

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

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de 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 Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Pedaleando por un ahorro*, por GÓMEZ-VILLALOBOS, Elizabeth, MARTÍNEZ-VALDIVIESO, Lizeth Aline, CANTORAL-MORENO Sheyla y SOSA-ZARATE, Jaime, con adscripción en la Universidad Politécnica de Chiapas, como segundo artículo presentamos, *Estudio de las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica región Poza Rica – Tuxpan*, por CORTEZ-DOMINGUEZ, Cristóbal, RAMOS-GONZALEZ, Luz María, CRUZ-ORDUÑA, María Inés y LAGUNA-CAMACHO, Juan Rodrigo, con adscripción en la Universidad Veracruzana, como tercer artículo presentamos, *Caracterización térmica y eléctrica de un sistema fotovoltaico de alta concentración de disco parabólico*, por CISNEROS-CARDENAS, Nidia Aracely, CABANILLAS-LÓPEZ, Rafael Enrique, PÉREZ-ENCISO, Ricardo Arturo y GARCÍA-GUTIÉRREZ, Rafael, con adscripción en la Universidad de Sonora, como último artículo presentamos, *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el uso en áreas recreativas en la zona costera*, por CARRILLO-ORTEGA, Elvis, MEDINO-TREVIÑO, Marco Antonio, PEREZ-LUNA, Jorge Daniel y CASTILLO-RAMIREZ, Carlos Eduardo, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Altamira.

Contenido

Artículo	Página
Pedaleando por un ahorro GÓMEZ-VILLALOBOS, Elizabeth, MARTÍNEZ-VALDIVIESO, Lizeth Aline, CANTORAL-MORENO Sheyla y SOSA-ZARATE, Jaime <i>Universidad Politécnica de Chiapas</i>	1-6
Estudio de las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica región Poza Rica – Tuxpan CORTEZ-DOMINGUEZ, Cristóbal, RAMOS-GONZALEZ, Luz María, CRUZ-ORDUÑA, María Inés y LAGUNA-CAMACHO, Juan Rodrigo <i>Universidad Veracruzana</i>	7-15
Caracterización térmica y eléctrica de un sistema fotovoltaico de alta concentración de disco parabólico CISNEROS-CARDENAS, Nidia Aracely, CABANILLAS-LÓPEZ, Rafael Enrique, PÉREZ-ENCISO, Ricardo Arturo y GARCÍA-GUTIÉRREZ, Rafael <i>Universidad de Sonora</i>	16-21
Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el uso en áreas recreativas en la zona costera CARRILLO-ORTEGA, Elvis, MEDINO-TREVIÑO, Marco Antonio, PEREZ-LUNA, Jorge Daniel y CASTILLO-RAMIREZ, Carlos Eduardo <i>Universidad Tecnológica de Altamira</i>	22-27

Pedaleando por un ahorro

Make savings by pedaling

GÓMEZ-VILLALOBOS, Elizabeth*†, MARTÍNEZ-VALDIVIESO, Lizeth Aline, CANTORAL-MORENO Sheyla y SOSA-ZARATE, Jaime

Universidad Politécnica de Chiapas

ID 1^{er} Autor: *Gómez-Villalobos, Elizabeth* / ORC ID: 0000-0002-4580-7065, CVU CONACYT ID: 972970

ID 1^{er} Coautor: *Martínez-Valdivieso, Lizeth Aline* / ORC ID: 0000-0001-8677-0361, CVU CONACYT ID: 973100

ID 2^{do} Coautor: *Cantoral-Moreno, Sheyla* / ORC ID: 0000-0001-9899-3853, CVU CONACYT ID: 973097

ID 3^{er} Coautor: *Sosa-Zarate, Jaime* / ORC ID: 0000-0001-8075-1899, CVU CONACYT ID: 1000680

DOI: 10.35429/JEE.2019.11.3.1.6

Recibido: 30 de Abril 2019; Aceptado 10 de Diciembre, 2019

Resumen

En este proyecto se presenta el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica, que aprovecha el movimiento de una persona al ejercitarse sobre una bicicleta estática. Dicho sistema se implementa en un gimnasio ubicado en Suchiapa, Chiapas. Se realiza el análisis de tres categorías de personas: deportista de alto rendimiento, deportista ocasional y persona sedentaria, para evaluar las calorías consumidas por día y tiempo de ejercicio en bicicleta estática. Con esta información se obtiene un estimado de la energía que se genera en un día, para comparar el recibo de consumo eléctrico de CFE antes y después del sistema. La bicicleta estática se sujeta mecánicamente a un generador mediante un soporte, seguido por un diodo que permite el paso de la corriente eléctrica con características similares a un interruptor, el cual se conecta a un regulador de voltaje que mantiene un nivel de tensión constante. El regulador se acopla al acumulador eléctrico y a un inversor. Este último se encarga de hacer la conversión del voltaje de entrada de corriente directa y salida de corriente alterna. Al implementar el mecanismo con nueve bicicletas estáticas de generación de electricidad, se obtiene un ahorro energético del 17.57%.

Energía cinética, Calorías, Ahorro energético

Abstract

This project presents the design of an electrical power generation system, which takes advantage of a person's movement when exercising on a static bicycle. This system is implemented in a gym located in Suchiapa, Chiapas. The analysis is carried out of three categories of people: high performance athlete, occasional athlete and sedentary person, to evaluate the calories consumed per day and exercise time on static bicycle. This information provides an estimate of the energy generated in one day, to compare the receipt of power consumption of CFE before and after the system. The static bicycle is mechanically attached to a generator by means of a support, followed by a diode allowing the passage of the electric current with characteristics similar to a switch, which is connected to a voltage regulator that maintains a constant voltage level. The regulator is coupled to the electric accumulator and an inverter. The latter is in charge of converting the direct current input voltage and alternating current output. By implementing the mechanism with nine static electric bicycles, an energy saving of 17.57 % is obtained.

Kinetic energy, Calories, Energy saving

Citación: GÓMEZ-VILLALOBOS, Elizabeth, MARTÍNEZ-VALDIVIESO, Lizeth Aline, CANTORAL-MORENO Sheyla y SOSA-ZARATE, Jaime. Pedaleando por un ahorro. Revista de Ingeniería Eléctrica. 2019. 3-11: 1-6

* Correspondencia del Autor (alinemtzv98@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La característica fundamental de la energía es que puede ser aprovechada según sea su necesidad. La electricidad se ha convertido en un elemento indispensable en la vida del ser humano, gracias a esta el hombre vive con varias comodidades. La energía eléctrica que se genera puede ser usada de forma inmediata o esta puede ser almacenada en baterías para luego ser utilizada. Este mecanismo es muy simple y de fácil operación, y lo que lo hace aún más atractivo es que garantiza generación, mientras las piezas estén funcionales, el mantenimiento es accesible y es de bajo costo.

En este documento se presenta el diseño de una aplicación energética basada en el aprovechamiento de la energía cinética desarrollada por un individuo sobre una bicicleta de spinning. Generalmente, esta energía es transformada y desperdiciada en forma de calor, resultante de la fricción entre la transmisión, el volante y el freno de estas unidades. Optamos por incurrir en estos tipos de sitios donde la actividad física sea el principal tema, beneficiaría a que la salud de las personas cambie positivamente, gracias a que es más fácil quemar calorías en bicicleta, y esta energía ejercida para adelgazar o mejora la salud sería utilizada para generación de electricidad.

Consideraciones

Distribución de calorías en el cuerpo humano

La cantidad de energía que se gasta es variable y resulta de la suma de diferentes necesidades calóricas obligatorias (metabolismo basal) y otras que dependen de cada estilo de vida y de la actividad física que se desarrolle.

Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud - (OMS) establecen un aporte calórico de 2000 a 2500 Kcal/día para un varón adulto y de 1500 a 2000 kcal/día para las mujeres.

Estas necesidades disminuyen a medida que las personas se hacen mayores. Un hombre de 65 años de constitución media necesitará unas 1900-2100 kcal/día, mientras que una mujer de 65 años de constitución media oscilará entre 1500 - 1700 kcal/ día. [1]

La Asociación Americana de Dietética (American Dietetic Association) ofrece la siguiente fórmula para poder calcular cuántas calorías necesita cada día para mantener su peso al mismo nivel:

- Descubrir el índice de metabolismo basal tomando su peso actual y multiplicándolo por 10 si es mujer, por 11 si es hombre.
- Añadir un 20% a este número si se es sedentario (si no se hace ejercicio físico); un 30% si se es un poco activo (camina, juega golf); un 40% si se hace ejercicio moderado (camina rápido, corre un poco, levanta pesas 31 ligeras o hace bicicleta), y un 50% si se es muy activo (correr, squash, levanta pesas, ciclismo y natación).
- Sumar 10% al total (para digestión y absorción de nutrientes) para obtener su total de calorías diarias permitidas. [1]

Parámetros del gimnasio “Extrava gym”

Se debe tener como consideración que la siguiente información fue suministrada por el profesional encargado y dueño del gimnasio “Extrava gym”, Diego Vázquez. En la tabla 1 se muestra la información que nos sirve para conocer el campo de implementación del mecanismo propuesto.

Datos generales	
Horario de funcionamiento del gimnasio	8:00 am – 1:00 pm; 4:00 pm – 10:00 pm
Bicicletas disponibles	9 bicicletas
Personas que asisten al gimnasio diariamente	60 personas
Personas que utilizan la bicicleta en un día	25 personas
Tiempo aproximado de uso de las bicicletas por día	7 h

Tabla 1 Información general del gimnasio Extrava gym
Fuente: Elaboración Propia

Parámetros generales

Se tomó en cuenta ciertos parámetros establecidos para la correcta realización de los cálculos, como son los siguientes [2]:

- 1 caloría \rightarrow 4,1868 J
- 1 W \rightarrow 1 J / s
- 1 min \rightarrow 60 s

Otro factor importante es conocer la forma en que se distribuye las calorías, de modo que se podrá conocer con precisión cuantas calorías pueden utilizar un individuo para el ejercicio, que al final son las calorías que nos ayudarán a producir energía eléctrica.

Distribución de calorías en el cuerpo:

1. Metabolismo basal: 60%
2. Actividad física: 30%
3. Digestión de los alimentos y absorción de nutrientes: 10%

Comparación de características

Se evaluaron tres casos de personas con diferentes características para enmarcar las diferencias y el estado de calorías del cuerpo.

Deportista de alto rendimiento

Se tienen como datos evaluativos los suministrados por el entrenador profesional, dueño del gimnasio. En la tabla 2 se muestran las características que cumple un deportista de alto rendimiento.

Características	
Energía consumida por día	5,000 cal.
Tiempo de ejercicio en bicicleta estática	60 min.
Tiempo total de ejercicio	240 min.

Tabla 2 Especificaciones de un deportista de alto rendimiento

Fuente: *Elaboración Propia*

Se plantea la siguiente regla de tres, para así saber la energía obtenida por el nivel de calorías consumidas.

$$1 \text{ caloría} \rightarrow 4,1868 \text{ J}$$

$$5,000 \text{ Calorías} \rightarrow \text{Energía generada por día}$$

La energía generada en un día de acuerdo a un consumo de 5,000 calorías es de 20, 934 J. A partir de la energía generada en una hora, se realiza la estimación en relación con la energía generada por un día.

$$60 \text{ W} = \frac{(20,934 \text{ J})(60 \text{ min.})}{3,600 \text{ s}} \quad (1)$$

$$60 \text{ W} = 348.9 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Se considera la siguiente regla de tres para obtener las calorías que el cuerpo puede invertir en actividad física según el metabolismo y las calorías consumidas.

$$5000 \text{ calorías} \rightarrow 100\%$$

$$\text{Actividad física} \rightarrow 30\%$$

De ello obtenemos que para la actividad física se disponen de 1500 calorías. Posteriormente se calcula las calorías gastadas por día, realizando ejercicio.

$$\text{Calorías gast} =$$

$$1500 \text{ Calorías} - \left(348.9 \frac{\text{J}}{\text{s}}\right) (4 \text{ h})$$

$$\text{Calorías gast} = 104.4 \text{ Calorías}$$

Deportista ocasional

En la tabla 3 se muestran los datos que cumple un individuo que practica ejercicio de manera ocasional.

Características	
Energía consumida por día	2,500 cal.
Tiempo de ejercicio en bicicleta estática	30 min.
Tiempo total de ejercicio	90 min.

Tabla 3 Especificaciones de un deportista ocasional

Fuente: *Elaboración Propia*

Se muestra la siguiente regla de tres, para así saber la energía obtenida por el nivel de calorías consumidas.

$$1 \text{ caloría} \rightarrow 4,1868 \text{ J}$$

$$2,500 \text{ calorías} \rightarrow \text{Energía generada por día}$$

La energía generada por día con un consumo de 2,500 calorías es de 10,467 J.

$$30 \text{ W} = \frac{(10,467 \text{ J})(30 \text{ min})}{1,800 \text{ s}}$$

$$30 \text{ W} = 174.45 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Se realiza la siguiente regla de tres para obtener las calorías que el cuerpo puede invertir en actividad física según el metabolismo y las calorías consumidas.

$$2,500 \text{ Calorías} \rightarrow 100\%$$

$$\text{Actividad física} \rightarrow 30\%$$

Para la actividad física se disponen de 750 calorías. Calorías gastadas por día, realizando ejercicio:

Calorías gast

$$= 750 \text{ Calorías} - \left(174.45 \frac{\text{J}}{\text{s}}\right) (3 \text{ h})$$

$$\text{Calorías gast} = 226.65 \text{ Calorías}$$

Persona sedentaria

En la tabla 4 se muestran los datos específicos que cumple un individuo que no practica ejercicio.

Características	
Energía consumidas por día	3,000 cal
Tiempo de ejercicio en bicicleta estática	10 min.
Tiempo total de ejercicio	20 min.

Tabla 4 Especificaciones de una persona sedentaria

Fuente: *Elaboración Propia*

Del mismo modo se lleva a cabo la siguiente regla de tres, para así saber la energía obtenida por el nivel de Calorías.

$$1 \text{ calorías} \rightarrow 4,1868 \text{ J}$$

$$3,000 \text{ calorías} \rightarrow \text{Energía generada por día}$$

La energía que genera un individuo sedentario en un día es de 12,560.4 J

$$10 \text{ W} = \frac{(12,560.4 \text{ J}) (10 \text{ min})}{600 \text{ s}}$$

$$10 \text{ W} = 209.34 \text{ J/s}$$

Se plantea la siguiente regla de tres para obtener las Calorías que el cuerpo puede invertir en actividad física según el metabolismo y las calorías consumidas.

$$3,000 \text{ Calorías} \rightarrow 100\%$$

$$\text{Actividad física} \rightarrow 30\%$$

De esta operación se obtiene que para la realización de actividad física se disponen de 900 calorías.

Calorías gastadas por día, realizando ejercicio:

Calorías gast =

$$900 \text{ Calorías} - \left(209.34 \frac{\text{J}}{\text{s}}\right) (2 \text{ h})$$

$$\text{Calorías a gastar} = 481.32 \text{ Calorías}$$

Materiales

Los materiales por utilizar para la construcción del sistema son: motor de 24-36 v, un controlador de 24v-12v y 20 A, batería, perfiles, abarcones, tornillo y arandelas para la construcción de la base y cables de calibre 12 para realizar las conexiones necesarias.

Modelo del mecanismo

El aprovechamiento de energía se dará al convertir la energía cinética en energía eléctrica, a partir de un generador de corriente continua. Este tipo de generador puede operar para un amplio margen de velocidades, tal como es el régimen de uso de una bicicleta estática. En la bicicleta se sujetará mecánicamente un generador por medio de una estructura de soporte. Posteriormente irá conectado un regulador de voltaje para realizar la función de mantener un nivel de tensión constante, dicho regulador irá enlazado a un acumulador eléctrico (batería) con el fin de almacenar la energía para ser devuelta más tarde en casi toda su totalidad. También el regulador estará de la mano con el inversor, el cual se encargará de hacer la conversión del voltaje de entrada de Corriente Directa (DC) en otro voltaje de salida de Corriente Alterna (AC). Por último esta energía será entregada para abastecer al gimnasio de energía eléctrica. Este proceso se muestra en la imagen 1.

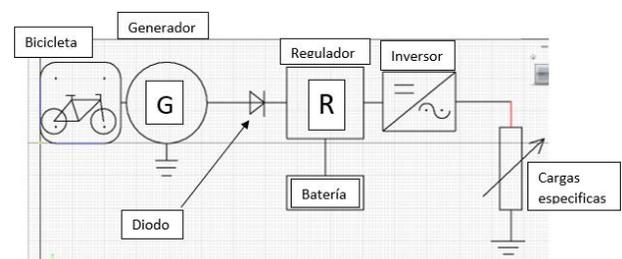


Figura 1 Diagrama del prototipo para el proyecto "Gimnasio sustentable"

Fuente: *Elaboración Propia*

Construcción

Para aprovechar el giro de la llanta en la producción de corriente continua, se colocó un generador, el cual acopla el rodillo de este a la llanta de la bicicleta estática, el cuerpo del generador se fijó a la estructura metálica de la bicicleta para evitar que la inercia de la llanta lo mueva de lugar. Como se muestra en la imagen 2.



Figura 2 Generador de 24v-36v
Fuente: Elaboración Propia

El generador y la batería de 12 V se conectan al controlador de carga, como se muestra en la imagen 3. Esta conexión se realiza con el fin de proteger a la batería al no permitir una sobrecarga o descarga en la misma. De acuerdo a la norma CFE-L0000-15-1992 se especificaron los colores de los conductores eléctricos quedando como negativo el color negro y positivo el color rojo.



Figura 3 Conexión del sistema generador de electricidad
Fuente: Elaboración Propia

Metodología

Se conoce que la demanda de energía en un bimestre para el gimnasio es de 217 kWh, como se muestra en el anexo A del recibo de consumo eléctrico de CFE, de la sección de anexos. Según el análisis del recibo, se tiene que generar alrededor de 8 kWh en un día. Una vez se tienen los datos del gimnasio y la relación de generación se puede determinar el valor de la energía producida en un día y un bimestre. Tomando como referencia el voltaje del motor, en este caso 24 V y la intensidad de 1.2 A.

Se calculó la potencia teórica para después conocer la energía almacenada en la batería en un rango de 7 h, ya que es el tiempo estimado de uso en un día, como se muestra en la siguiente expresión matemática.

$$P = (V)(I) \tag{2}$$

$$P = (24v)(1.2A) = 28.8 W$$

$$E_{almacenada} = (28.8 W)(7h) = 201.6Wh \tag{3}$$

De acuerdo a la clasificación implementada en el estudio previo y a las fórmulas 9 y 10, un deportista de alto rendimiento alcanza un voltaje de 17 V y una potencia de 20.4 W logrando almacenar una energía de 142.8 Wh, El deportista ocasional obtuvo un voltaje de 12 V y una potencia de 14.4 W con ello logró almacenar 100.8 Wh y finalmente una persona sedentaria llega a producir 6.5 V como se muestra en la imagen 4. Por lo tanto, logró una potencia de 7.8 W y almacena una energía de 54.6 Wh.



Figura 4 Voltaje obtenido por una persona sedentaria
Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Comparación de la energía generada

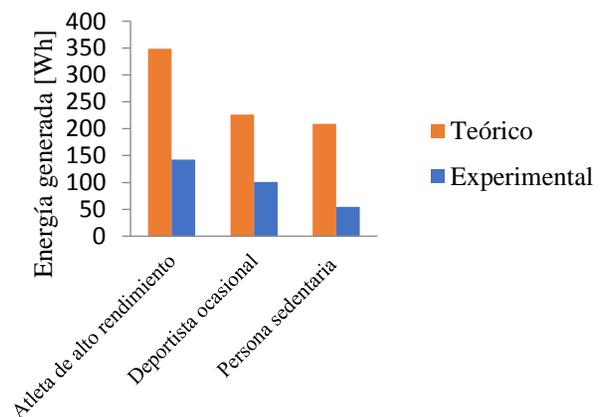


Gráfico 1 Comparación de la energía generada de datos experimentales y teóricos
Fuente: Elaboración Propia

El ahorro energético máximo alcanzado por este mecanismo se obtiene a partir de la siguiente expresión.

$$A_E = (E_{\text{almacenada}})(\text{No. Bicycletas})(60 \text{ días})d_i h_p \quad (4)$$

$$A_E = (142.8 \text{ Wh})(9)(60 \text{ días})(0.866)(0.571)$$

$$A_E = 38.130 \text{ kWh}$$

Donde la energía almacenada es la que produce un deportista de alto rendimiento, los 60 días es el periodo de facturación del recibo de CFE, d_i es el factor de corrección por los días del bimestre inhábiles y h_p es el factor de corrección del tiempo perdido por el relevo de personas en la bicicleta. Por lo tanto el porcentaje de ahorro energético equivale a:

$$217 \text{ kWh} \rightarrow 100 \%$$

$$38.13 \text{ kWh} \rightarrow 17.57 \%$$

Anexos

Período	Energía (kWh)
del 13 SEP 18 al 14 NOV 18	217
del 13 JUL 18 al 13 SEP 18	216
del 15 MAY 18 al 13 JUL 18	215
del 13 MAR 18 al 15 MAY 18	93
del 12 ENE 18 al 13 MAR 18	63
del 14 NOV 17 al 12 ENE 18	31
del 13 SEP 17 al 14 NOV 17	93
del 13 JUL 17 al 13 SEP 17	14

Anexo A. Recibo de CFE proporcionado por el gimnasio “Extrava gym”, Fuente: *Extrava gym*.

Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Politécnica de Chiapas y al gimnasio *Extrava gym* por el apoyo para la realización de este proyecto.

Conclusiones

Al implementar este mecanismo de generación de electricidad, el gimnasio lograría abastecer alrededor del 17.57 % de su demanda energética. Debido a la simplicidad del sistema y los grandes beneficios que este brinda, se hace viable tener este mecanismo para suplir parte de la energía demandada dado que este sistema logra aprovechar la energía que se emplea para quemar grasa en la generación de electricidad, generando un ahorro económico para el lugar y fomentando una vida sana que ayuda al planeta.

El uso del proyecto *pedaleando por un ahorro* tiene como plan contrarrestar la demanda eléctrica, cabe mencionar que el estudio realizado fue bajo condiciones del gimnasio Extravagym ubicado en Suchiapa, Chiapas.

Sugerencias

Si se deseara la autosuficiencia se requeriría de dos aspectos, aumentar el número de bicicletas o el tiempo de uso. Si no se contara con el suficiente capital se recomendaría modificar el horario para así aumentar el tiempo de utilidad de las bicicletas.

Referencias

[1] Bartolomiu, John Patrick. “Cuántas calorías requiere tu cuerpo para funcionar bien”. [En línea] 21 de 12 de 2015. <http://www.montevideo.com.uy>.

[2] Rocio. “Cómo distribuir o dividir las calorías a lo largo del día”. [En línea] 14 de 01 de 2016. <http://www.fuentesaludable.com/como-distribuir-o-dividir-las-caloriaslo-largo-del-dia>.

Medina, I. á. r., González, J. f. r., & Lira, J. d. v. proyecto: bicicleta generadora de energía eléctrica para alumbrado público.

Osorio, Arturo, “Generador eléctrico accionado por fuerza humana: una nueva alternativa de generación de energía”, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2007

Estudio de las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica región Poza Rica – Tuxpan

Study of lighting conditions within the facilities of the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Poza Rica – Tuxpan region

CORTEZ-DOMINGUEZ, Cristóbal†*, RAMOS-GONZALEZ, Luz María, CRUZ-ORDUÑA, María Inés y LAGUNA-CAMACHO, Juan Rodrigo

Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Región Poza Rica - Tuxpan

ID 1^{er} Autor: *Cristóbal, Cortez Domínguez* / ORC ID: 0000-0002-5720-4405, Researcher ID Thomson: G-2870-2019, CVU CONACYT ID: 972957

ID 1^{er} Coautor: *Luz María, Ramos González* / ORC ID: 0000-0002-8658-2472, Researcher ID Thomson: G-1385-2019

ID 2^{do} Coautor: *María Inés, Cruz Orduña* / ORC ID: 0000-0002-8771-0771, CVU CONACYT ID: 347038

ID 3^{er} Coautor: *Juan Rodrigo, Laguna Camacho* / ORC ID: 0000-0003-0974-5204, CVU CONACYT ID: 100845

DOI: 10.35429/JEE.2019.11.3.7.15

Recibido 20 Septiembre, 2019; Aceptado Diciembre 10, 2019

Resumen

La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo; si bien, el ser humano tiene la capacidad para adaptarse a las diferentes condiciones lumínicas, la deficiencia en la misma ocasiona fatiga visual, que puede ser una de las causas por la cual los trabajadores cometan errores en sus actividades o incluso hasta provocar accidentes. el presente trabajo se centra en un análisis de las condiciones de iluminación en las aulas, laboratorios y cubículos de la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, e identificar sí, las áreas en donde las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo tienen una iluminación deficiente o excesiva que provoque deslumbramiento, para determinar qué medidas preventivas, o correctivas tomar, con la finalidad de lograr un ambiente seguro y saludable para la comunidad universitaria. Con el apoyo de un luxómetro se realizan las mediciones para calcular la iluminación promedio (EP) y compararlo con la Norma Oficial Mexicana “NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” que establece los límites máximos permisibles (500 luxes). Los resultados obtenidos reflejan que no todas las áreas mencionadas cumplen con la NOM-025-STPS-2008.

Iluminación, luxómetro, Seguridad

Abstract

Lighting is a fundamental part in the ergonomic conditioning of workstations; Although, the human being has the ability to adapt to different light conditions, the deficiency in it causes visual fatigue, which can be one of the causes for which workers make mistakes in their activities or even to cause accidents. The present work focuses on an analysis of the lighting conditions in the classrooms, laboratories and cubicles of the faculty of Mechanical and Electrical Engineering, and identify yes, the areas where the visual tasks associated with the workstations have poor lighting or excessive that causes glare, to determine what preventive or corrective measures to take, in order to achieve a safe and healthy environment for the university community. With the help of a luxometer measurements are made to calculate the average illumination (EP) and compare it with the Official Mexican Standard "NOM-025-STPS-2008, Conditions of lighting in the workplace" that establishes the maximum permissible limits (500 luxes). The results obtained reflect that not all the mentioned areas comply with NOM-025-STPS-2008.

Lighting, Luxmeter, Security

Citación: CORTEZ-DOMINGUEZ, Cristóbal, RAMOS-GONZALEZ, Luz María, CRUZ-ORDUÑA, María Inés y LAGUNA-CAMACHO, Juan Rodrigo. Estudio de las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica región Poza Rica – Tuxpan. Revista de Ingeniería Eléctrica. 2019. 3-11: 7-15

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

*Correspondencia al Autor correo electrónico: (ccortez@uv.mx)

Introducción

Cuando se habla de ergonomía, se entiende que se trata de un conjunto de teorías y conocimientos que adapta los productos, tareas, herramientas, espacios y el entorno en general a las capacidades y necesidades de las personas.

Las personas, por tanto, son el objetivo principal de estudio de la ergonomía, por ello, sus análisis son las reacciones, capacidades y habilidades de los trabajadores, de manera que se pueda diseñar su entorno y elementos de trabajo ajustados a estas capacidades y que se consigan unas condiciones óptimas de confort y de eficacia productiva.

La ergonomía trata de ajustar y adaptar el entorno de trabajo a las características y capacidades del trabajador. La ergonomía busca mejorar la eficiencia, seguridad y bienestar de los trabajadores. [Luis Rosel Ajamil, et al (2005)]

De acuerdo con la ergonomía, existen diferentes problemáticas en un espacio laboral, tanto físicos como morales, por ejemplo:

- Las condiciones ambientales del puesto de trabajo: iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, etc.
- El diseño del puesto de trabajo: alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, etc.
- La carga física realizada: posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, etc.
- Los aspectos mentales o psicosociales del trabajo: descanso, presión de tiempos, participación en las decisiones, relaciones entre compañeros y con los responsables, entre otros. [Luis Rosel Ajamil, et al (2005)]

Historia de la iluminación

El hombre prehistórico descubre el fuego y con éste muchos beneficios comienzan a llegar como la iluminación, cocción de alimentos, calor, entre otros. En Roma, lo que se utilizaba como iluminación fueron las lámparas de aceite, que se colgaban al techo con una cadena, que a lo largo del tiempo se iban decorando con labrados y ornamentos de metal. [Diego Fraga, 2013]

Más tarde, en la Edad Media, aparecieron otros tipos de iluminación, como las linternas con pabilos internos. A principios de 1860, aparecen en Estados Unidos las lámparas de querosén, derivado del petróleo.

Del otro lado del mundo, el químico inglés Sir Humphry Davy inventó la primera lámpara eléctrica de arco provocando la incandescencia de un hilo fino de platino en el aire al aplicar tensión en sus extremos para que circulase corriente. Basándose en los descubrimientos de Davy, el francés Foucault desarrolló una lámpara de arco, que por descarga eléctrica entre dos electrodos de carbón producía luz. [Diego Fraga, 2013]

En 1901 se inventa la lámpara de vapor de mercurio que es la precursora de la lámpara fluorescente. Just y Haran fabricaron en 1906 una lámpara con filamento de tungsteno que reemplazaba al de carbono. Un año más tarde se sustituyen con filamentos de wolframio a los de tungsteno, y en 1913 se fabricaron las primeras bombillas incandescentes rellenas con gas.

En 1911 Georges Claude inventó en Francia la lámpara de neón. En 1927 se patentó la lámpara fluorescente. Los bulbos de las lámparas fluorescentes están recubiertos en la parte interior para maximizar la eficiencia. [Diego Fraga, 2013]

Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo se muestran en la tabla 1, a continuación, donde relaciona la tarea visual del puesto del trabajo, con el área de trabajo y los niveles mínimos de iluminación.

Tarea Visual del puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia	50

En interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso, cuartos de almacén, plataformas, cuartos de calderas	100
Recubrimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabado delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procedimiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados • Exactas y muy prolongadas, y • Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño 	2,000

Tabla 1 Niveles permisibles de iluminación

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica. [NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008]

La norma también indica que para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- Potencia de las lámparas;
- Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con la Tabla Niveles permisibles de iluminación;
- Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada.

De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación De los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación. [NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008]

Así mismo, cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor;
- En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición, y

- c. Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido con el índice de área (IC) mostrado en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla 2, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla Número de Zonas de Medición en relación al índice de área.

En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido.

Índice de área (IC)	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC \leq 2$	9	12
$2 \leq IC \leq 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Tabla 2 Número mínimo de zonas a evaluar
Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación 1.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \quad (1)$$

Dónde:

IC= Índice del área.

x,y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h= altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

Espacio 1: Aula de clases

La iluminación es de suma importancia para el desempeño tanto de los alumnos como del personal al realizar sus labores si tenemos una iluminación inadecuada puede tener impacto directo en la calidad del trabajador o estudiante tanto como en su salud, esta práctica tiene como objetivo que el alumno comprenda y pueda hacer un análisis en aulas como en Laboratorios. A continuación se muestra el desarrollo del análisis de iluminación en el aula de clases C2M, cabe mencionar que éste es uno de los salones con capacidad para 30 estudiantes.

Pasos:

Paso 1: Medición del largo, ancho y alto del aula C2M. Ésta se realiza de forma física y con ayuda de un flexómetro intentando tomar la medición más exacta posible, esto se muestra en la figura 1, donde se indica la forma correcta de iniciar la medición del aula.



Figura 1 Medición en el aula de clases C2M de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Fuente: Elaboración Propia

De este ejercicio, se obtuvieron las siguientes mediciones:

x = 6.35 m (largo)

y = 7.71 m (ancho)

h = 2.15 m (altura)

Paso 2. Cálculo del índice de área (IC): para realizar el cálculo del índice de área (IC) se recurre a la ecuación 1 y se sustituyen los valores, esto se desglosa en el siguiente apartado.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

$$IC = \frac{(6.35m)(7.71m)}{2.15m(6.35m+7.71m)} = \frac{(48.95)m^2}{(30.22)m^2}$$

$$\therefore IC = 1.619$$

Paso 3: Se ubica en la tabla 2 el número de zonas a considerar, la cual se hace referencia en la figura 2, con la que se puede observar que como el índice de área está entre 1 y 2 el número mínimo de zonas a evaluar es 9 y el número de zonas a considerar por la limitación es 12.

Índice de área (IC)	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC ≤ 2	9	12
2 ≤ IC ≤ 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Figura 2 Identificación del número de zonas para un índice de área de 1.6

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

Paso 4: Se realiza la medición con un luxómetro en la posición E1 ésta indica que la fotocelda del luxómetro debe estar colocada de cara a la superficie, esto se muestra en la figura 3, donde se puede observar claramente la posición del luxómetro (instrumento de color rojo) y el sensor de luz (instrumento color negro) éste último es el que se encarga de tomar el valor de luminosidad mientras que el luxómetro lo transforma en una escala visible en el display que tiene incluido.



Figura 3 Luxómetro en posición E1

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, en la imagen 4 se muestra la posición E2 del luxómetro, esto con el objetivo de tomar en cuenta la reflexión y refracción de la luz aproximadamente en el mismo punto de análisis.



Figura 4 Luxómetro en posición E2

Fuente: Elaboración Propia

Paso 5: Determinar el Factor de Reflexión de Superficie Kf. Para determinar este factor, se recurre a la ecuación 2, donde relaciona los valores obtenidos de las posiciones E1 y E2 vistas anteriormente.

$$Kf = \frac{E1}{E2} (100) \quad (2)$$

A continuación, se desarrolla la ecuación con los valores que se tienen de E1 y E2 para cada una de las nueve áreas a analizar indicada por los subíndices consecutivos en cada ecuación.

$$Kf_1 = \frac{162}{386} (100) = 0.4196(100) = 41.96$$

$$Kf_2 = \frac{142}{360} (100) = .3944(100) = 39.44$$

$$Kf_3 = \frac{409}{112} (100) = 0.3667(100) = 36.67$$

$$Kf_4 = \frac{112}{248} (100) = 0.4516(100) = 45.16$$

$$Kf_5 = \frac{115}{352} (100) = 0.3267(100) = 32.67$$

$$Kf_6 = \frac{128}{338} (100) = 0.3786(100) = 37.86$$

$$Kf_7 = \frac{105}{300} (100) = 0.35(100) = 35$$

$$Kf_8 = \frac{97}{342} (100) = 0.2836(100) = 28.36$$

$$Kf_9 = \frac{133}{324} (100) = 0.4104(100) = 41.04$$

Paso 6: Obtención del nivel promedio. La iluminación promedio se obtiene mediante la ecuación 3, la cual referencia todos los valores tomados de E en las mediciones anteriores (E_i) y el número total de mediciones.

$$E_p = \frac{1}{18}(\sum E_i) \quad (3)$$

$$E_p = \frac{1}{18}(162 + 386 + 142 + 360 + \dots)$$

$$E_p = 0.0555(4203)$$

$$\therefore E_p = 233.26 \text{ Luxes}$$

Este valor se compara con la tabla de referencia en la tabla 1, la cual se menciona en las conclusiones.

Espacio 2: Laboratorio

La iluminación en lo que respecta al área industrial debe tener presente un gran número de luminarias ya que deben abarcar espacios muy grandes y extensos, también deben poseer características distintas a luminarias convencionales o residenciales como poseer mayor potencia, brillo, incandescencia y aceptar los cambios bruscos de voltaje.

Para esto es necesario analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad como también seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera satisfactoria. Al igual que en el ejercicio anterior, se realizan paso a paso el análisis de la iluminación ahora en el laboratorio de cómputo.

Paso 1: Medición del largo, ancho y alto del laboratorio. Ésta se realiza de forma física y con ayuda de un flexómetro intentando tomar la medición más exacta posible, esto se muestra en la figura 5.



Figura 5 Medición de las dimensiones físicas del laboratorio de cómputo de la FIME

Fuente: *Elaboración Propia*

De este ejercicio se obtienen los siguientes valores:

$$x = 9.5 \text{ m}$$

$$y = 7.90 \text{ m}$$

$$h = 2.15 \text{ m}$$

Paso 2. Tal como se mostró en el ejercicio anterior, el paso 2 se refiere al cálculo del Índice de área para poder determinar cuántas mediciones se van a realizar.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

$$IC = \frac{(9.5\text{m})(7.90\text{m})}{2.15\text{m}(9.5\text{m}+7.90\text{m})} = \frac{(75.05)}{(37.41)}$$

$$\therefore IC = 2.006$$

Paso 3. De acuerdo con la tabla 2, se identifica el número zonas a analizar dentro del espacio de análisis, en este caso, el laboratorio, esto se muestra en la figura 6.

Índice de área (IC)	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC \leq 2$	9	12
$2 \leq IC \leq 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Figura 6 Identificación del número de zonas para un índice de área de 2.006

Fuente: *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*

Paso 4: Se realiza la medición con luxómetro en la posición E1 y E2 tal como se describieron en el primer ejercicio, esto lo muestran las figuras 7 y 8.

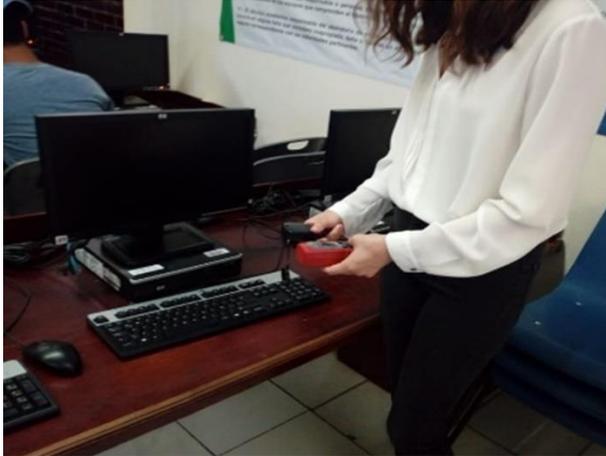


Figura 7. Medición obtenida en posición E1
Fuente: *Elaboración Propia*

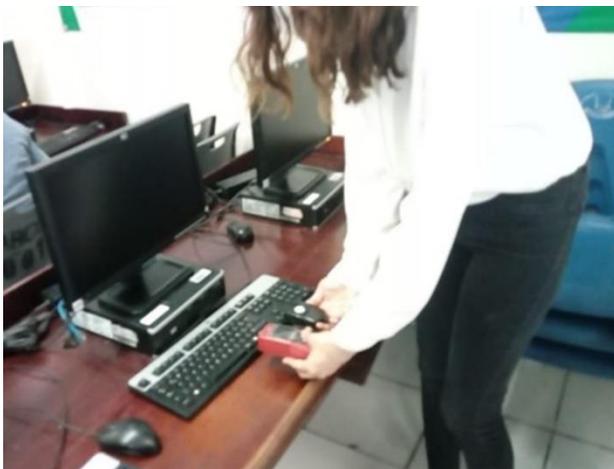


Figura 8 Medición en posición E2
Fuente: *Elaboración Propia*

Paso 5: Determinar el Factor de Reflexión de Superficie Kf, como en este caso, la comparación con la tabla 2 mostró que deben ser 16 zonas las que se evaluarían, por tanto, serían 16 valores de Kf que se obtendrían.

$$Kf_1 = \frac{50}{175}(100) = 0.2857(100) = 28.57$$

$$Kf_2 = \frac{65}{288}(100) = 0.2256(100) = 22.56$$

$$Kf_3 = \frac{30}{170}(100) = 0.1764(100) = 17.64$$

$$Kf_4 = \frac{35}{240}(100) = 0.1458(100) = 14.58$$

$$Kf_5 = \frac{33}{173}(100) = 0.1907(100) = 19.07$$

$$Kf_6 = \frac{44}{220}(100) = 0.2(100) = 20$$

$$Kf_7 = \frac{45}{170}(100) = 0.2647(100) = 26.47$$

$$Kf_8 = \frac{46}{226}(100) = 0.2035(100) = 20.35$$

$$Kf_9 = \frac{29}{187}(100) = 0.1550(100) = 15.50$$

$$Kf_{10} = \frac{35}{265}(100) = 0.1320(100) = 13.20$$

$$Kf_{11} = \frac{32}{170}(100) = 0.1882(100) = 18.82$$

$$Kf_{12} = \frac{24}{192}(100) = 0.125(100) = 12.5$$

$$Kf_{13} = \frac{52}{192}(100) = 0.2708(100) = 27.08$$

$$Kf_{14} = \frac{41}{255}(100) = 0.1607(100) = 16.07$$

$$Kf_{15} = \frac{23}{183}(100) = 0.1256(100) = 12.56$$

$$Kf_{16} = \frac{32}{240}(100) = 0.1333(100) = 13.33$$

Paso 6: Obtención del nivel promedio. La iluminación promedio se obtiene mediante la ecuación 3 y cuyo resultado se desarrolla a continuación.

$$Ep = \frac{1}{32}(50 + 175 + 65 + 288 + \dots)$$

$$Ep = 0.03125(3756)$$

$$\therefore Ep = 117.375 \text{ Luxes}$$

Este valor se compara con la tabla de referencia en la tabla 1, la cual se menciona en las conclusiones.

Espacio 3. Cubículo

Cualquier actividad que se realice requiere que la iluminación sea la correcta. En la iluminación es importante conocer el aspecto cuantitativo (la cantidad de luz que se necesita para realizar el trabajo) y el cualitativo (el impacto que tiene en el usuario de estos espacios). En estos aspectos la luz debe tener componentes de radiación difusa y directa cuya resultante produzcan sombras suaves que nos permitan percibir la forma y posición de los objetos. Al igual que en los dos ejercicios anteriores, se siguen los pasos para el análisis de iluminación en el cubículo de Profesor de Tiempo Completo.

Paso 1: Medición del largo, ancho y alto del laboratorio. Ésta se realiza de forma física y con ayuda de un flexómetro intentando tomar la medición más exacta posible, esto se muestra en la figura 9.

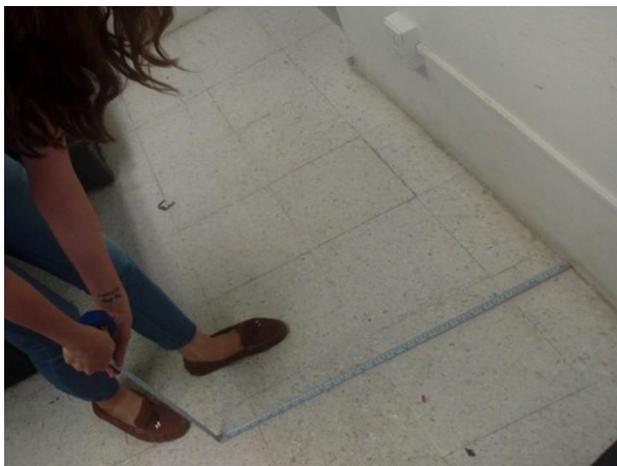


Figura 9 Medición de las dimensiones físicas del cubículo
Fuente: *Elaboración Propia*

Del ejercicio anterior, se obtienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned}x &= 2.7 \text{ m} \\y &= 3.82 \text{ m} \\h &= 2.10 \text{ m}\end{aligned}$$

Paso 2. Tal como se mostró en los ejercicios anteriores, el paso 2 se refiere al cálculo del Índice de área para poder determinar cuántas mediciones se van a realizar.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

$$IC = \frac{(2.7\text{m})(3.82\text{m})}{2.10\text{m}(2.7\text{m}+3.82\text{m})} = \frac{(10.54)}{(13.81)}$$

$$IC = 0.76$$

Paso 3. De acuerdo con la tabla 2, se identifica el número zonas a analizar dentro del espacio de análisis, en este caso, el laboratorio, esto se muestra en la figura 10.

Índice de área (IC)	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC \leq 2$	9	12
$2 \leq IC \leq 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Figura 10 Identificación del número de zonas para un índice de área de 0.76

Fuente: *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*

Paso 4: Se realiza la medición con luxómetro en la posición E1 y E2 tal como se describieron en el primer ejercicio, esto lo muestran las figuras 11 y 12.

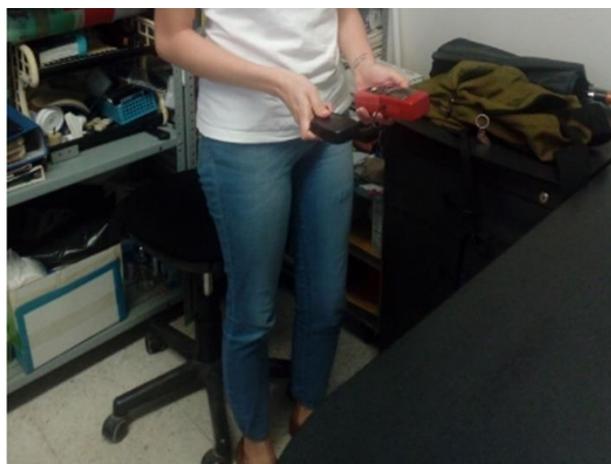


Figura 11 Medición obtenida en posición E1
Fuente: *Elaboración Propia*

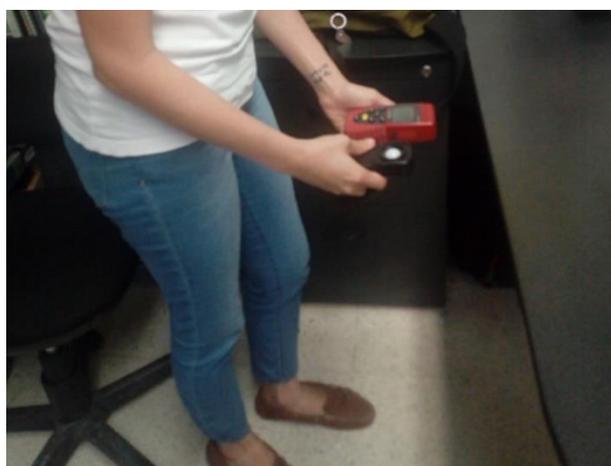


Figura 12. Medición obtenida en posición E2
Fuente: *Elaboración Propia*

Paso 5: Determinar el Factor de Reflexión de Superficie Kf, como en esta caso, la comparación con la tabla 2 mostró que deben ser 4 zonas las que se evaluarían, por tanto, serían 4 valores de Kf que se obtendrían

$$Kf_1 = \frac{31.8}{403}(100) = 0.0789(100) = 7.89$$

$$Kf_2 = \frac{24.4}{276}(100) = 0.0884(100) = 8.84$$

$$Kf_3 = \frac{29.4}{436}(100) = 0.0674(100) = 6.74$$

$$Kf_4 = \frac{34.3}{328}(100) = 0.1045(100) = 10.45$$

Paso 6: Obtención del nivel promedio. La iluminación promedio se obtiene mediante la ecuación 3 y cuyo resultado se desarrolla a continuación.

$$Ep = \frac{1}{8}(31.8 + 408 + 24.4 + 276 + \dots)$$

$$Ep = 0.125(1562.9)$$

$$\therefore Ep = 195.36 \text{ Luxes}$$

Conclusiones

Del espacio 1. Dada la condición de luz Natural en los horarios de entre 17:00 y 19:00 horas de exposición a las que fue sometido el análisis, se percató que los lúmenes emitidos por las lámparas en el aula C2M son deficientes ya que los límites máximos permitidos por la norma son de 300 lux, y los datos obtenidos fueron de 233.26 lux, esto debido a la deficiencia en su potencia lumínica de las lámparas y a la carencia de luz natural.

Del espacio 2. Dada la condición de luz Natural en los horarios de entre 17:00 y 19:00 horas de exposición a las que fue sometido el análisis, se percató que los lúmenes emitidos por las lámparas en el cubículo son deficientes ya que los límites máximos permitidos por la norma son de 500 lux, y los datos obtenidos fueron de 117.375 lux, esto debido a la deficiencia en su potencia lumínica de las lámparas y a la carencia de luz natural.

Del espacio 3. Dada la condición de luz Natural en los horarios de entre 15:00 y 17:00 horas de exposición a las que fue sometido el análisis, se percató que los lúmenes emitidos por las lámparas en el cubículo son deficientes ya que los límites máximos permitidos por la norma son de 300 lux, y los datos obtenidos fueron de 195.3625 lux, dando como resultado un error de 104.6375 lux, o en un 34.87 valor porcentual, esto debido a la deficiencia en su potencia lumínica de las lámparas y a la carencia de luz natural.

Referencias

Fraga, D. (2013). *Fraga Iluminación*. Obtenido de <https://www.fragailuminacion.com.ar/publicaciones/historia-de-la-iluminacion/>

Rodríguez Gómez, A. L. (2018). *Manual de prácticas de apoyo a la experiencia educativa de ergonomía*. Poza Rica, Veracruz: Tesis, Universidad Veracruzana.

Rosel Ajamil, L. (2005). *Manual de ergonomía en la construcción, Fundación laboral en la construcción*. Obtenido de <http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSities/IS33/cap1.htm>

Caracterización térmica y eléctrica de un sistema fotovoltaico de alta concentración de disco parabólico

Electrical and thermal characterization of a high concentration fotovoltaic system using a parabolic dish

CISNEROS-CARDENAS, Nidia Aracely†, CABANILLAS-LÓPEZ, Rafael Enrique*, PÉREZ-ENCISO, Ricardo Arturo y GARCÍA-GUTIÉRREZ, Rafael

Universidad de Sonora

ID 1^{er} Autor: *Nidia Aracely, Cisneros-Cardenas* / ORC ID: 0000-0001-6176-3616, CVU CONACYT ID: 777978

ID 1^{er} Coautor: *Rafael Enrique, Cabanillas-López* / ORC ID: 0000-0003-0739-3348, CVU CONACYT ID: 120410

ID 2^{do} Coautor: *Ricardo Arturo, Pérez-Enciso* / ORC ID: 0000-0001-5568-9624, CVU CONACYT ID: 225369

ID 3^{er} Coautor: *Rafael, García-Gutiérrez* / ORC ID: 0000-0001-5030-326X, CVU CONACYT ID: 31079

DOI: 10.35429/JEE.2019.11.3.16.21

Recibido Septiembre 20, 2019; Aceptado Diciembre 30, 2019

Abstract

This paper presents the experimental study that consist of the thermal and electrical performance analysis of a HCPV system compound by two parabolic dishes with their respective power conversion units (PCUs), configured in a special optic known as XRK-Köhler. This system uses multi-junction cells, that despite it high efficiency, the cells do not use between 60 to 70% of the solar radiation received, so this energy must be removed with a cooling system to maintain its temperature within an interval that ensures its integrity and the best performance of it. Unlike simple junction cells, MJs can operate at higher temperatures with acceptable electrical production efficiencies. This characteristic of operating in a wide range of temperatures (~ 90 °C), can make thermal systems of solar applications work with residual heat and thus improve the overall performance of the system. A series of experimental test campaigns has been developed for the evaluation of the IV curves instantaneously, as well as the electrical and thermal instant efficiency obtaining overall values of ~24% and ~53%, respectively.

Solar concentrator system, Parabolic dish, Multi-junction cells

Resumen

Este artículo presenta el estudio experimental que consiste en el análisis del desempeño térmico y eléctrico de un sistema HCPV que cuenta con dos discos parabólicos y sus respectivas unidades de conversión de potencia (PCUs) configurados en una óptica especial conocida como XRK-Köhler. Este sistema utiliza celdas multi-unión, que, a pesar de su alta eficiencia, no utilizan entre el 60-70% de la radiación recibida por lo que esta energía debe ser retirada con un sistema de enfriamiento para mantener su temperatura dentro de un intervalo que asegure su integridad y el mejor desempeño de la misma. A diferencia de las celdas de unión sencillas, las MJ pueden operar a más altas temperaturas con eficiencias aceptables de producción eléctrica. Esta característica de operar en un rango amplio de temperaturas (~ 90°C), puede hacer que sistemas térmicos de aplicaciones solares funcionen con el calor residual y así mejorar el desempeño total del sistema. Se ha desarrollado una serie de campañas de pruebas experimentales para la evaluación tanto de las curvas I-V en forma instantánea como las eficiencias instantáneas eléctrica y térmica obteniendo valores de ~24% y de ~53%, respectivamente.

Sistemas de concentración solar, Disco parabólico, Celdas de multi-unión

Citación: CISNEROS-CARDENAS, Nidia Aracely, CABANILLAS-LÓPEZ, Rafael Enrique, PÉREZ-ENCISO, Ricardo Arturo y GARCÍA-GUTIÉRREZ, Rafael. Caracterización térmica y eléctrica de un sistema fotovoltaico de alta concentración de disco parabólico. Revista de Ingeniería Eléctrica. 2019. 3-11: 16-21

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

*Correspondencia al Autor correo electrónico: (rcabani@iq.uson.mx)

Introducción

Los sistemas de concentración solar fotovoltaico (CPV, por sus siglas en inglés) son una alternativa sustentable para la producción de energía eléctrica con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad actual, estos sistemas convierten la radiación solar en potencia eléctrica a través del uso de celdas fotovoltaicas.

Los CPV tienen como objetivo principal reducir el área de concentración a través de la implementación de lentes y/o espejos en una configuración óptica especial. Un estudio realizado por Luque y sus colaboradores señalan que el uso de configuraciones ópticas abarata el costo de producción de energía eléctrica bajo el argumento de que un elemento óptico es más barato que una celda solar fotovoltaica-generalmente de multi-unión (multi-junction, MJ por sus siglas en inglés)- (Luque, Sala, & Luque-Heredia, 2006); siendo más eficientes y más costosas que las celdas de unión sencilla (Kurtz, Philipps, Bett, & Horowitz, 2012).

Sin embargo, las celdas MJ sólo aprovechan entre el 30 y 40% de la radiación recibida por lo que el excedente de energía debe ser retirado por un sistema de enfriamiento pudiendo ser aprovechado como calor de proceso, incrementando así el rendimiento global del concentrador. Es recomendable que este tipo de sistemas sean operados con radiación directa normal (Direct Normal Irradiance, DNI por sus siglas en inglés) en lugares que reciban cantidades mayores a 2000 kWh/m² al año (Wiesenfarth, Philipps, Bett, Horowitz, & Kurtz, 2017) para lograr un máximo desempeño, por esto es necesaria la adaptación de un sistema de seguimiento solar.

La tecnología de concentración fotovoltaica se ha convertido en un competidor serio para proyectos solares en zonas con alta radiación directa normal (Prior, 2014) a pesar de que aún se encuentra en la etapa de R&D. En los últimos años, se han publicado artículos sobre CPV que varían en su tamaño y sus componentes; con áreas receptoras de hasta 52 m² que producen 12 kW y 25 kW eléctrico y térmico, respectivamente (Hayden, et al., 2012); así como CPV con eficiencia eléctrica de 21% (Chayet, et al., 2011), 28.5% (Schmitz, et al., 2017) y hasta 30.2% (Dreger, et al., 2015).



Figura 1 Sistema de alta concentración fotovoltaico

El sistema CPV evaluado fue desarrollado por investigadores de la Universidad de Arizona. El concentrador consiste de dos discos parabólicos (X) (1.65 x 1.65 m²) donde se reciben los rayos solares para redirigirlos a un punto focal donde se encuentra una esfera (R) de cuarzo que refracta la radiación sobre un arreglo de espejos (X) en forma de poliedro truncado (también llamado origami) logrando una distribución uniforme sobre un arreglo de celdas MJ.

Este sistema óptico es llamado XRX-Köhler, logra una razón de concentración de 1000x y presenta una tolerancia al error de seguimiento de $\pm 0.7^\circ$. La unidad de conversión de potencia (Potencial Power Unit, PCU por sus siglas en inglés) alberga la esfera refractora, el arreglo origami, las celdas MJ y una parte del sistema de enfriamiento. Este CPV, también llamado 2M (Figura 1) – porque cuenta con dos espejos parabólicos y sus respectivos PCUs-integra un sistema de seguimiento solar y un sistema de control general (Coughenour, et al., 2014).

El objetivo de este trabajo es la evaluación tanto térmica como eléctrica del CPV descrito anteriormente y se espera que la aportación de este escrito contribuya con el desarrollo científico y tecnológico para la mejorar la calidad en la mezcla energética para la producción de electricidad y calor.

Metodología

Este análisis experimental se diseñó para evaluar la parte térmica y la parte eléctrica de las dos PCUs instaladas en el 2M considerando el estándar de evaluación de concentradores fotovoltaicos IEC 62670-1:2013, en el cual se establecen las siguientes condiciones de operación: temperatura ambiental de 20°C, DNI de 900 W/m² y masa de aire de 1.5. La DNI fue monitoreada durante todo el tiempo de los experimentos con un pirheliómetro, marca Eppley Modelo NIP serie 3560802K6 (Figura 2), para estimar la radiación solar que capta el área receptora del concentrador.



Figura 2 Pirheliómetro Eppley Modelo NIP serie 3560802K6

Para la parte eléctrica, se estimó la eficiencia eléctrica instantánea a partir de la potencia eléctrica producida, así como para un periodo de operación de 10 h continuas, las curvas Intensidad-Voltaje (I-V) y el factor de llenado; también se analizó el comportamiento de la potencia eléctrica en función de la temperatura mientras que, para la parte térmica, se calculó la eficiencia térmica instantánea y la respuesta de la potencia térmica al realizar las curvas I-V.

Caracterización eléctrica

El concentrador se instrumentó con un sistema automatizado de resistencia externa variable (Figura 3), que funciona como un reóstato – regula la resistencia de carga mediante un software de control; varía la resistencia desde circuito abierto hasta corto circuito, registra los datos de voltaje y de corriente del sistema y convierte la energía eléctrica alimentada en calor a través de las resistencias eliminándolo por enfriamiento al medio ambiente-.

La adaptación de este sistema se hace con el fin de obtener datos para la elaboración de curvas I-V características de las celdas, lo que también permite obtener el factor de llenado (Fill Factor, FF, por sus siglas en inglés).



Figura 3 Sistema automatizado de resistencia externa variable

El FF describe la relación entre la potencia máxima que puede obtenerse del sistema y el producto de voltaje en circuito abierto por la corriente en corto circuito, es decir, que este valor es la relación entre la potencia eléctrica obtenida y la potencia máxima teórica (Sathyanarayana, et al., 2015). Este factor provee una idea de la calidad del arreglo fotovoltaico, mientras más cercano sea este valor a la unidad, el arreglo es capaz de proporcionar más potencia. El valor de FF para celdas fotovoltaicas de silicio comerciales en módulos planos se encuentra entre 0.7-0.8.

$$FF = \frac{P_{m\acute{a}x}}{I_{sc}V_{oc}} = \frac{I_{m\acute{a}x}V_{m\acute{a}x}}{I_{sc}V_{oc}} \quad (1)$$

Donde:

$P_{m\acute{a}x}$ es la potencia máxima
 $I_{m\acute{a}x}$ es la intensidad de corriente máxima
 $V_{m\acute{a}x}$ es el voltaje máximo
 I_{sc} es la intensidad de corriente en corto circuito
 V_{oc} es el voltaje en circuito abierto

Caracterización térmica

Para el cálculo de la eficiencia térmica instantánea, se monitoreó el flujo másico del refrigerante dentro del sistema de enfriamiento por lo que se instaló un flujómetro calibrado - exactitud de $\pm 1\%$, temperatura de operación máxima de 70 °C- en el circuito del refrigerante del sistema de enfriamiento del concentrador.

Así como las temperaturas en las entradas y las salidas de los PCUs, en operación normal. Es importante señalar que el sistema de enfriamiento está configurado en serie, es decir que el flujo del refrigerante entra a la primera PCU para retirar el calor y posteriormente, entra a la segunda unidad. Esto indica que la temperatura – tanto del fluido de enfriamiento como de las celdas- de la segunda unidad será más elevada que la de la primera y, por lo tanto, su eficiencia será menor.

Balance termodinámico

Se realizó un balance termodinámico en el concentrador haciendo las siguientes consideraciones: el sistema se encuentra en estado permanente y se consideró la segunda ley de la termodinámica obteniendo la siguiente ecuación para el cálculo de la potencia:

$$P_{in} = P_t + P_e + \text{pérdidas} \quad (2)$$

$$A_R * DNI = m \cdot Cp \Delta T + P_e + \text{pérdidas} \quad (3)$$

Donde

P_{in} -Potencia recibida

P_e -Potencia eléctrica

P_t - Potencia térmica

Q - Flujo de calor

m - Flujo másico

C_p -Capacidad calorífica de la mezcla

ΔT -Diferencia de temperatura

A_R -Área reflectora

Los valores de la potencia eléctrica se obtienen a partir del sistema automatizado de resistencia variable externa. Para determinar las eficiencias, se toma como base la potencia recibida en el área reflectora y, la suma de las eficiencias térmica y eléctrica corresponde a la eficiencia total del sistema.

Resultados

Los resultados que se muestra a continuación fueron obtenidos bajo las siguientes condiciones de operación: DNI $925.9 \pm 5.94 \text{ W/m}^2$, masa de aire de 1.2 y temperatura ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. El periodo de operación seleccionado corresponde a un tiempo de 900 segundos durante el cual se observó un comportamiento de la DNI casi constante.

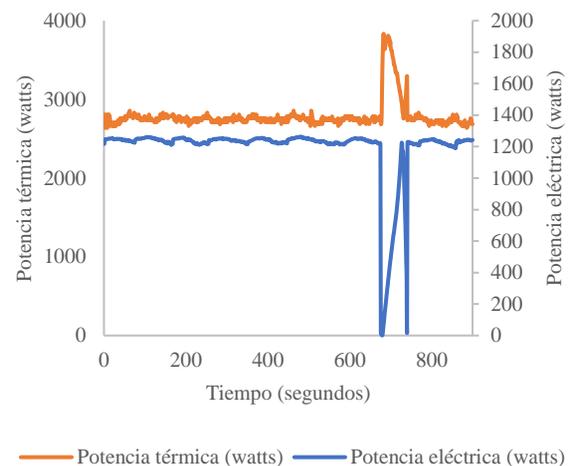


Gráfico 1 Potencias térmica y eléctrica durante el periodo de operación

En el Gráfico 1, se presenta el comportamiento de las potencias térmica y eléctrica producidas y una curva I-V. Para un estudio minucioso de este comportamiento, se divide la gráfica en tres secciones. Las secciones laterales corresponden al comportamiento de las potencias térmica y eléctrica en condiciones de operación normal, mientras que en la sección central se muestran los comportamientos de las potencias durante la realización de la curva I-V.

Esta curva es generada por el banco de carga, que hace que el concentrador empiece a funcionar en circuito abierto (donde el voltaje tiene valor máximo) por lo que la potencia es cero; mientras que, al agregar las resistencias se generan parejas de voltaje y corriente hasta llegar al punto donde la pareja de valores I-V son los máximos en donde se produce el valor máximo de potencia eléctrica; al continuar incrementando las resistencias se alcanza el valor máximo de corriente eléctrica y la potencia eléctrica es cero.

En cuanto a la respuesta de la potencia térmica frente a la realización de la curva I-V se observa que, durante la operación en circuito abierto, esta potencia alcanza valores de alrededor de 3800 W debido a que la radiación solar concentrada no se está convirtiendo potencia eléctrica mientras que, al alcanzar el punto de potencia eléctrica máxima, la potencia térmica regresa casi al mismo valor antes de iniciar la curva I-V para después incrementar su valor cuando se llega al punto de corto circuito y continuar con los valores presentados durante operación normal.

Bajo condiciones de operación normal, el 2M produjo alrededor de 1200 watts de potencia eléctrica y 2400 watts de potencia térmica, aunque se aprecian pequeñas variaciones que se atribuyen a que el sistema de seguimiento solar realiza ajustes durante la operación – menos evidentes en la producción de la potencia térmica debido a la inercia térmica del sistema-.

En el Gráfico 2 se observa la curva I-V correspondiente al arreglo fotovoltaico del concentrador, se registró un promedio de temperaturas de arreglo PV de 55.48 ± 3.75 °C. Es notable la deflexión que presenta esta curva y se atribuye a que cada celda muestra un comportamiento diferente y el promedio de estos comportamientos en el resultado que se observa en dicha figura; además, es importante señalar que las celdas se encuentran configuradas en serie.

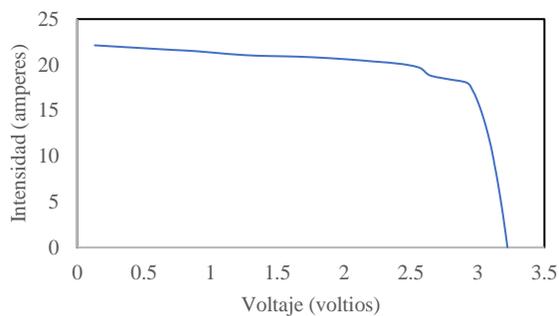


Gráfico 2 Curva I-V del arreglo fotovoltaico del concentrador 2M

Por otra parte, el FF obtenido para este arreglo fue de 0.86, que es bastante bueno en comparación con los módulos planos convencionales.

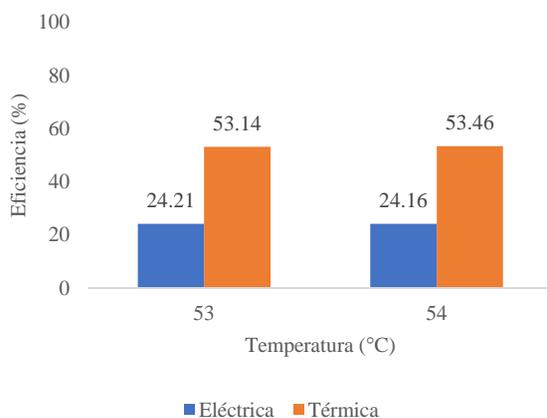


Gráfico 3 Eficiencias eléctrica y térmica

En el Gráfico 3 observamos las eficiencias eléctrica, térmica y total del sistema a dos temperaturas diferentes.

Es importante señalar que no se trata de un análisis del efecto de la temperatura en la eficiencia, sino que ese aumento de 1°C puede atribuirse a la realización de la curva I-V. La eficiencia eléctrica del sistema fue de 24.18%, la eficiencia térmica fue de 53.3% mientras que la eficiencia total del sistema 77.46%. El 22.54% se atribuye a las pérdidas ópticas acumuladas como reflectancia del espejo, irregularidades en la curvatura del disco, sombramiento del espejo por la misma estructura del concentrador, desbordamiento de la radiación en el foco, reflectancia de la esfera y errores del mecanismo de seguimiento solar.

Agradecimientos

Este trabajo es una parte del proyecto P03 de CEMIE-Sol en el que contribuyeron la Universidad de Sonora, la Universidad de Arizona, la Universidad Nacional Autónoma de México y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Así mismo, se agradece la colaboración de los técnicos académicos de la Plataforma Solar de Hermosillo, lugar donde se desarrolló este trabajo de investigación.

Conclusiones

Se caracterizó térmica y eléctricamente el concentrador 2M llegando a las siguientes conclusiones:

- El 2M produce el máximo de potencia eléctrica bajo condiciones de operación normal.
- La eficiencia eléctrica del concentrador es de 24.18%, se obtuvo una producción de alrededor de 1200 Watts.
- La eficiencia térmica fue del 53.3%, obteniendo una producción de 2400 Watts aproximadamente.
- La eficiencia total del sistema fue de 77.46%, mientras que el 22.54% restante se atribuye a pérdidas ópticas acumuladas y al error del mecanismo de seguimiento solar.
- La potencia térmica puede ser utilizada como calor para un proceso posterior, aumentando así la eficiencia del sistema.

Referencias

Chayet, H. y otros, 2010. High efficiency, low cost parabolic dish system for cogeneration of electricity and heat. *AIP Conference Proceedings*, Volumen 175.

Coughenour, B. M. y otros, 2014. Dish-based high concentration PV system with Kohler optics. *Optics Express*, Volumen 22, pp. A211-A224.

Dreger, M. y otros, 2015. Development and investigation of a CPV module with cassegrain mirror optics. *AIP Conference Proceedings*, Volumen 177.

Hayden, H., Thomas, P., Fette, N. & Pawlowski, E., 2012. *CPV semi-dense array design for a dish and tower collector*. s.l., s.n.

Kurtz, S., 2012. *Opportunities and Challenges for development of a mature concentrating photovoltaic power industry*, s.l.: s.n.

Luque, A., Sala, G. & Luque-Heredia, I., 2006. Photovoltaic Concentration at the Onset of its Commercial Deployment. *Progress in Photovoltaics*, Volumen 14, pp. 413-428.

Schmitz, M. y otros, 2017. A 6-focus high-concentration photovoltaic-thermal dish system. *Solar Energy*, Volumen 155, pp. 445-463.

Wiesenfarth, M. y otros, 2017. *Current status of concentrator pv technology*, s.l.: Fraunhofer ISE Publications.

Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el uso en áreas recreativas en la zona costera

Design of an autonomous photovoltaic system for use in recreational areas in the coastal zone

CARRILLO-ORTEGA, Elvis†*, MEDINO-TREVIÑO, Marco Antonio, PEREZ-LUNA, Jorge Daniel y CASTILLO-RAMIREZ, Carlos Eduardo

Universidad Tecnológica de Altamira

ID 1^{er} Autor: *Elvis, Carrillo-Ortega* / ORC ID: 0000-0001-6328-6083, CVU CONACYT ID: 982019

ID 1^{er} Coautor: *Marco Antonio, Merino-Treviño* / ORC ID: 0000-0002-7542-5746, CVU CONACYT ID: 295355

ID 2^{do} Coautor: *Jorge Daniel, Perez-Luna* / ORC ID: 0000-0002-7834-1441, CVU CONACYT ID: 1018106

ID 3^{er} Coautor: *Carlos Eduardo, Castillo-Ramírez* / ORC ID: 0000-0003-2378-4226, CVU CONACYT ID: 1001435

DOI: 10.35429/JEE.2019.11.3.22.27

Recibido Septiembre, 20, 2019; Aceptado Diciembre 20, 2019

Resumen

Estación fotovoltaica creada sobre un armazón de metal y madera aprovechando la geometría de una sombrilla convencional, fabricada en malla-sombra de las que son utilizadas en las playas o terrazas proyectando su sombra con el propósito de evitar una insolación a los usuarios. Se desarrolló un elemento multifuncional, que combina ecología y tecnología, el cual emplea tecnología fotovoltaica para dar vida a gadgets y luminarias led integradas. Los 2 módulos fotovoltaicos situados sobre la estructura no solo sirven para genera electricidad sino también para brindar protección de la radiación solar. Para el desarrollo de este proyecto han colaborado ingenieros eléctricos, electrónicos, en energías y distintos expertos en la materia. Esta estación está integrada por 50 Wp y 1 batería de ion-litio que hacen posible la producción y el almacenaje de energía eléctrica proveniente del recurso solar. Gracias a este sistema, el abastecimiento de electricidad está garantizado incluso cuando existe un bajo nivel de radiación solar. La capacidad de recarga de esta instalación es de hasta 12000 mAh a la vez una disponibilidad durante las 24 horas del día.

Fotovoltaica, Radiación, Gadgets

Abstract

Photovoltaic station created on a frame of metal and wood taking advantage of the conventional umbrella geometry, made of mesh-shadow of those used on beaches or terraces, projecting its shadow in order to avoid sunstroke to users. A multifunctional element was developed; combining ecology and technology, which uses photovoltaic technology to provide charge to gadgets and integrated LED luminaires. The 2 photovoltaic modules located on the structure not only serve to generate electricity but also to provide protection from solar radiation. For the development of this project, electrical, electronics, energy engineers and various experts in the field have collaborated. This station includes 50 Wp and 1 lithium-ion battery that makes possible the production and storage of electrical energy coming from the solar resource. Thanks to this system, the supply of electricity is guaranteed even when there is a low level of solar radiation. The recharge capacity of this installation is up to 12000 mAh at the same time an availability 24 hours a day.

Photovoltaics, Radiation, Gadget

Citación: CARRILLO-ORTEGA, Elvis, MEDINO-TREVIÑO, Marco Antonio, PEREZ-LUNA, Jorge Daniel y CASTILLO-RAMIREZ, Carlos Eduardo. Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el uso en áreas recreativas en la zona costera. Revista de Ingeniería Eléctrica. 2019. 3-11: 22-27

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

*Correspondencia al Autor correo electrónico: (ecarrillo@utaltamira.edu.mx)

Introducción

La contaminación es uno de los problemas más grandes que aquejan a la humanidad, no solo por sus devastadores efectos, sino porque llegará el momento en el que ya no se podrá hacer nada al respecto. Ante tal amenaza, se hace la cuestión de por qué no utilizamos más las energías renovables, después de todo una de las principales fuentes de contaminación es la producción de energía eléctrica, haciendo uso de ellas podríamos amortiguar la escasez de combustibles fósiles que se va a generar en un futuro.

Ante tales panoramas, una de las posibles soluciones sería la energía solar, después de todo. La energía solar es una de las energías más abundantes, y además de que esta se encuentra en todas partes, por otro lado es una de las energías no contaminantes al no generar emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, como lo es los generadores de diésel, que además de que estos suelen ser muy ruidosos, son muy voluminosos y pesados, un módulo fotovoltaico tiene la ventaja de que puede trabajar de manera independiente de la red eléctrica. (León, ENSEÑAT, J, & MARTINEZ, C, 2007)

Para fomentar el uso de la energía solar, se propone diseñar y elaborar una palapa de playa/ sombrilla de patio, que brinde un suministro eléctrico para dispositivos móviles, y que cuente con iluminación para la noche, estará destinado a las zonas de ecoturismo altamente concurridas como lo son las playa, parques públicos y lagos.

Debido a que los módulos FV se encuentran en la estructura que se asemejara a una palapa de playa y este a su vez se encontrara en la zona costera en el área recreativa, el usuario se quita la molestia de andar cargando con un panel en todos lados, además de que, al ser instalado en una palapa de playa, este no contamina visualmente debido a que toma como base un objeto que ya se encontraba en la región. Por si fuera poco la sombrilla cuenta con iluminación para la noche. A diferencia de la sombrilla presentada por la compañía B-Part (B-part innovación tecnológica, 2017) que cuenta con una potencia de 12 W, en el cual nuestro diseño contará con hasta 4 veces mayor potencia (2 módulos FV de 25 W cada uno, para una potencia de 50W juntos).

Justificación

Debido a los beneficios de la energía distribuida, esta sombrilla ofrece la facilidad de brindar electricidad a dispositivos móviles en el lugar en donde lo necesitan, de esta manera ahorrando la energía que de otra manera se perdería en la transmisión y distribución (Rochín, 2014), si se realizara de la de la forma tradicional. Dicho de otro modo, la generación de energía se realiza en el lugar en donde se consume (Padilla, 2019). Al solo necesitar de la radiación solar para funcionar, esta es independiente de la red eléctrica. (CEMDA, 2017) Y su producción de energía, no contribuye a la liberación de contaminantes de efecto invernadero. Este proyecto se realizó pensando en las necesidades de hoy en día y que cumpla con ellas para seguir conviviendo o trabajar a cualquier hora y en cualquier lugar donde deseemos estar.

Problema

Existe una demanda por energía eléctrica para dispositivos móviles en las zonas costeras, debido a su alta concurrencia de parte de los usuarios y turistas, a la cual la energía solar representa una solución satisfactoria para estos usuarios debido a su practicidad y comodidad que brinda con respecto a otras alternativas para resolver este mismo problema las power banks ya que elimina la tediosa necesidad de cargar con una batería externa, además de que el tiempo de vida de un dispositivo de este tipo es corto.

Un módulo fotovoltaico instalado en la zona de palapas a la orilla de la playa sección turística privada, se perfilaría como una solución para reactivar la economía durante la noche, ya que con estos y la ayuda de una batería, podría iluminar la palapa para que los consumidores no solo permanezcan durante el día, sino que también durante la noche al aumentar la seguridad. De esta forma los renteros o mercaderes, puedan arrendar palapas durante parte de la noche y que no solo dispongan del día para obtener ganancias.

Objetivos

Objetivo: diseñar y construir un sistema fotovoltaico aislado, capaz de asemejarse a una palapa de playa, que sea apto para soportar la carga demandada de dispositivos móviles y disponer de iluminación durante la noche.

Objetivos específicos

- Elaborar una estructura capaz de soportar los paneles solares, una batería que cubra el consumo durante la ausencia de irradiación solar, y toda la electrónica de control como controlador de carga y puertos USB.
- Identificar el tipo de panel necesario para suministrar la carga de tal manera que pueda solventar la demanda eléctrica causada por los dispositivos móviles y la iluminación led.
- Identificar y seleccionar el tipo de luminaria para el campo de aplicación, con la técnica lumen.

Marco teórico

A lo largo de los años hemos sido dependientes casi en su totalidad de los recursos fósiles, debido a su alta densidad de energía, que se traduce en que la cantidad de joule almacenada por kilogramo es de las más altas, claro que detrás de la energía nuclear, la gasolina que tiene una densidad de energía de 45 MJ/kg (Golnik, 2003), gracias a esta característica y aunado a su facilidad de transportación, la convirtieron en el motor que impulsaba las tecnologías del siglo pasado. Sin embargo, no se puede dejar de lado que esta fuente de energía produce gases de efecto invernadero, los cuales dañan al medio ambiente y favorecen el calentamiento global, y aun si consiguiéramos resolver este inconveniente, dicho combustible se tiene previsto que se acabe en un futuro próximo debido a su naturaleza no renovable.

Las energías no renovables se le consideran a todas aquellas energías que no se pueden renovar en un periodo de tiempo considerable. Dicho esto, se deja en claro que las energías renovables son las que se renuevan en un tiempo corto. Sin embargo al indagar en el ámbito renovable es imposible no toparse con otro término usado con mucha frecuencia que es las energías limpias, y aunque ambas son propias de la energía solar, es necesario aclarar las diferencias entre ambos términos. Con la referencia anterior sobre las energías renovables podemos creer que esta se encuentra en el área de las energías limpias, o incluso que es un sinónimo, aunque esto caería en la equivocación.

Las energías limpias se consideran a todas esas fuentes de energías que no generan como residuo de la producción de energía el dióxido de carbono.

Metodología de investigación

Las medidas de las cargas, como voltaje corriente se tomaron a partir de medidas realizadas con un multímetro. Las medidas de irradiación de la toma se tomaron de la página inventario nacional de energías limpias. (INEL, 2019). La tecnología empleada es factible en términos técnicos debido a la disponibilidad de materia prima en la zona de aplicación, y a la abundante radiación en la zona.

Resultados

Carga	Nº	P(W)	Uso (hrs)	Consumo(Wh)
Puertos USB	2	5	4	40
Luces led	8	0.32	6	15.6

Tabla 1 Censo de carga

Mes	Irradiación Wh/m ² /día
Enero	3,555.00
Febrero	4,421.00
Marzo	5,495.00
Abril	6,281.00
Mayo	6,760.00
Junio	6,780.00
Julio	6,510.00
Agosto	6,383.00
Septiembre	5,382.00
Octubre	4,871.00
Noviembre	3,979.00
Diciembre	3,455.00

Tabla 2 irradiación en la zona costera

Cálculo luminarias

Para la obtención de la cantidad y tipo de luces que se utilizará, primero se debe establecer los lúmenes que se necesitarán. En el caso de una sombrilla/ palapa de playa que se encontrara en zonas al aire libre, exteriores, se obtuvo siguiendo la norma NOM-025-STPS-2008 (JAVIER LOZANO ALARCON, 2008)

Niveles de iluminación que debe cumplir para cada tipo de tarea:

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (Luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos. Escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50

Tabla 3 Niveles Mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008

Haciendo uso explícito de la norma, se debería tomar en cuenta 20 luxes como la cantidad iluminación a alcanzar. Sin embargo, al consultar en otras fuentes, se encontró que el libro “Iluminación Artificial De Las Zonas Verdes” (F., Ballester-Olmos, & Anguís) sé a detalla los siguientes aspectos:

“La iluminación de un parque no debe alcanzar los niveles que se recomiendan para interiores, (...) en general se considera que 20lux es el valor mínimo aconsejable para todas las zonas por donde circulan personas (...).”

Siguiendo estas observaciones, la instalación no podría alcanzar los 50 luxes, por lo que se optó por tomar un valor inferior de 40 lux, que nos permitirá mantenernos en el rango de los 20 a 50 luxes si sucediera un infortunio como una lámpara fallando o la poca carga de una batería.

Para obtener los lúmenes se utilizó la técnica lumen. (Blanca Giménez, Vicente, Castilla Cabanes, Nuria, Martínez Antón, Alicia, & Pastor Villa, Rosa María, 1995) En la ecuación 1 se muestra los lúmenes necesarios para el área que cubrirá la sombrilla:

$$lumen = (40 \text{ lux})(4m^2) = 160 \text{ lumen} \quad (1)$$

Posteriormente se determinó el número de lámparas usando el mismo manual, dividiendo entre la cantidad de lámparas por modulo y el flujo luminoso de cada uno, como se muestra en la fórmula 2:

$$n.^\circ \text{ de lamparas} = \frac{160 \text{ lm}}{(4) \times (5 \text{ lm})} = 8 \quad (2)$$

Se eligió este tipos de módulos led por cuestiones de practicidad, ya que en caso de que se dañara una no comprometería el resto de la iluminación, además de que la iluminación estaría mejor distribuida.

Dimensionado de los módulos fotovoltaicos

Se observa en general que debido a las condiciones ambientales y estado de la zona costera, esta cuenta con una irradiación apropiada para la instalación de módulos fotovoltaicos. Con el consumo diario, la irradiación de la zona y características de los módulos, se obtiene el número de módulos fotovoltaicos, como se muestra en la ecuación 3:

$$N^\circ P = \frac{57.6 \text{ Wh dia}}{(3.99)(10.1 \text{ W})(0.65)} = 2.1 \text{ modulos} \quad (3)$$

La corriente de cortocircuito de los módulos es de 1.4 Amp. Debido a que se va utilizar 2 módulos para cumplir la demanda, y son de una capacidad de 12V, al conectarlos en paralelo, tenemos la corriente que debe soportar el controlador es (ecuación 4):

$$(1.4 \text{ Amp.}) * (2) = 2.8 \text{ Amp} \quad (4)$$

Dimensionado de la batería

Para el dimensionado de la capacidad de la batería dada en ampere hora, se utilizó la fórmula (Hontoria, 2015) (5):

$$C_n = \frac{[(57.6 \text{ Wh}/d)(1.7)]}{12 \text{ v}} = 11.65 \text{ Ah} \quad (5)$$

En donde se obtuvo el producto de la energía necesaria (dada en Wh dia) por el número de días de autonomía, posteriormente se adquirió el cociente de este resultado entre la profundidad de descarga de la batería, (en este caso 0.7). Finalmente se saca el cociente de este valor entre el voltaje de la batería.

Recomendaciones

Debido a su naturaleza de sistema aislado, (EDUARDO, 2019) lleva consigo la desventaja que la batería tiene un costo elevado, además de los agentes contaminantes que contiene, sin embargo, en un futuro se tratara de reemplazar este componente de tecnología convencionales, por una más amigable con el ambiente como los sol las baterías de agua salada.

En la ilustración 1 se muestra el sistema fotovoltaico autónomo instalado en la UTA, compuesto por los módulo FV en la parte superior y el dispositivo de carga de los dispositivos electrónicos en el mástil.



Figura 1 sombrilla fotovoltaica terminada
Fuente: Elaboración Propia

Conclusión

Se dimensiono el consumo total de energía eléctrica, los modulo led y la estación de carga para dispositivos móviles, de tal forma que se obtuvo un consumo de 57 Wh/día, y en base a este valor se adquirió el dimensionado necesario de los 2 módulos de 10W, así como los valores de la batería.

Con el sistema fotovoltaico aislado de este proyecto que se encuentra en la palapa/sombrilla de playa, permite a los usuarios de gozar de las comodidades de un suministro eléctrico en la zona de recreación costera, lo cual resulta útil debido a que le ahorra la necesidad al usuario de estar cargando con baterías externas para mantener su dispositivo cargado.

Referencias

Blanca Giménez, Vicente, Castilla Cabanes, Nuria, Martínez Antón, Alicia, & Pastor Villa, Rosa María. (1995). *LUMINOTECNIA: Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida.*

B-part innovacion tecnológica . (2017). *b- part gadgets* . Obtenido de b- part gadgets : https://b-partgadgets.com/US_en/tienda/gadgets/sombrilla-a-solar-de-aluminio-con-2-puertos-de-carga-usb.html

CEMDA. (2017). *CEMDA. 2017. Marco jurídico de las energías renovables en México.* Obtenido de www.cemda.org.mx: https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/06/Marco-jur%C3%ADdico-de-las-energ%C3%ADas-renovables-en-M%C3%A9xico.final_.pdf

EDUARDO, R. P. (JUNIO de 2019). IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CARGA PARA CELULARES MEDIANTE . QUITO, ECUADOR.

F., J., Ballester-Olmos, & Anguís. (s.f.). ILUMINACION ARTIFICIAL DE LAS ZONAS VERDES. *MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION*, 5.

Golnik, A. (2003). *The Physics Factbook*. Obtenido de The Physics Factbook: <https://hypertextbook.com/facts/2003/ArthurGolnik.shtml>

Hontoria, J. A. (2015). Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. Obtenido de CIEMAT.

INEL. (2019). *inventario nacional de energías limpias* . Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/INEL/mapa.html?lang=es>

JAVIER LOZANO ALARCON. (30 de diciembre de 2008). NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México: DIARIO OFICIAL.

León, I. d., ENSEÑAT, J, & MARTINEZ, C. (2007). *www.iccl.es*. Obtenido de *www.iccl.es*: http://energia.jcyl.es/web/jcyl/binarios/247/383/Guia%20Solar_Completa_reducida_2.pdf?blobheader=application%2Fpdf%3Bcharset%3DUTF-8&blobheadername1=Cache-Control&blobheadername2=Expires&blobheadername3=Site&blobheadervalue1=no-store%2Cno-cache%2Cmust-rev

Padilla, I. A. (10 de marzo de 2019). *Energía hoy*. Obtenido de <https://energiayahoy.com/2019/03/10/generacion-distribuida-y-financiamiento/>

Rochín, V. R. (3 de abril de 2014). *Termodinámica*.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

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

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

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

International Identification of Science - Technology and Innovation

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

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

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

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

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

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

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

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

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

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

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

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

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

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

Enfocar claramente cada una de sus características

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

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

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

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

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

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

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

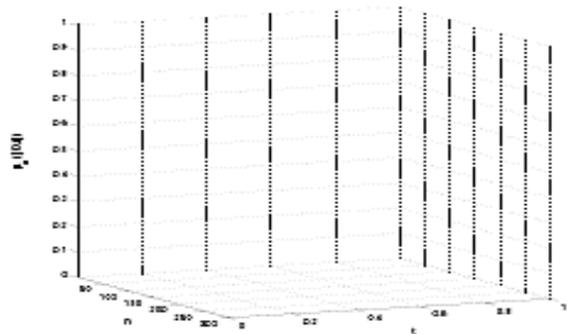


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

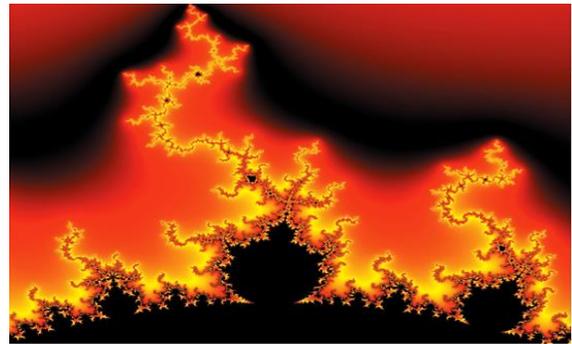


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

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

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

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

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

Metodología a desarrollar

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

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

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

Conclusiones

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

Referencias

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

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

Ficha Técnica

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

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

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

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

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

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

Reserva a la Política Editorial

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

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

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

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

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

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Eléctrica 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 Perú 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-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Eléctrica, 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 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)

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

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. 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

QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), 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

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Ingeniería Eléctrica

“Pedaleando por un ahorro”

GÓMEZ-VILLALOBOS, Elizabeth, MARTÍNEZ-VALDIVIESO, Lizeth Aline, CANTORAL-MORENO Sheyla y SOSA-ZARATE, Jaime

Universidad Politécnica de Chiapas

“Estudio de las condiciones de iluminación dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica región Poza Rica – Tuxpan”

CORTEZ-DOMINGUEZ, Cristóbal, RAMOS-GONZALEZ, Luz María, CRUZ-ORDUÑA, María Inés y LAGUNA-CAMACHO, Juan Rodrigo

Universidad Veracruzana

“Caracterización térmica y eléctrica de un sistema fotovoltaico de alta concentración de disco parabólico”

CISNEROS-CARDENAS, Nidia Aracely, CABANILLAS-LÓPEZ, Rafael Enrique, PÉREZ-ENCISO, Ricardo Arturo y GARCÍA-GUTIÉRREZ, Rafael

Universidad de Sonora

“Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el uso en áreas recreativas en la zona costera”

CARRILLO-ORTEGA, Elvis, MEDINO-TREVIÑO, Marco Antonio, PEREZ-LUNA, Jorge Daniel y CASTILLO-RAMIREZ, Carlos Eduardo

Universidad Tecnológica de Altamira

