

DISEÑO DE LA COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICO PARA MAYOR CAPTACIÓN DE ENERGÍA

DESIGN OF THE PLACEMENT OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANELS FOR GREATER ENERGY COLLECTION.

Celia E. Labrada Razo

Instituto Politécnico Nacional / Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2, México
clabradar624@yahoo.com.mx

Miriam Alonso Meneses

Instituto Politécnico Nacional / Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2, México
miri2984@yahoo.com.mx

Rogelio N. Fuentes Ortega

Instituto Politécnico Nacional / Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2, México
frogelio1807@yahoo.com.mx

Pedro Lule López

Instituto Politécnico Nacional / Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2, México
pedrol_08@yahoo.com.mx

Oscar Gerardo Monroy Ramírez

Instituto Politécnico Nacional / Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2, México
oscarg.monroyr@gmail.com

Recepción: 16/septiembre/2019

Aceptación: 11/noviembre/2019

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo Instalar un conjunto de paneles solares con una colocación angular. El diseño propuesto busca aumentar la eficiencia de recolección de los rayos solares modificando la alineación de los paneles y ocupando la refracción ya que esta no es utilizada en los paneles. Este planteamiento surge debido a que la estructura del panel solar es totalmente plana y de dimensiones amplias, en los paneles solares entra la radiación directa y cuando esta nublado la difusa, pero nunca entra una reflejada, otro problema detectado es que el panel es demasiado grande y al momento de dañarse cualquier célula por las aves o por algún accidente se tiene que dar mantenimiento a todo el

panel; para realizar la validación de la propuesta que atiende la problemática de la entrada de luminiscencia, se realizaron análisis mediante cálculos de refracción y la simulación con el programa de "Phet" el cual mostró que el ángulo que proporciona una mayor captación es de 50°, con los resultados se procedió a realizar el proyecto en miniatura y verificando que el ángulo aumenta la eficiencia de los paneles solares en un 25%.

Palabra(s) Clave: Células, fotovoltaicos, panel y refracción.

Abstract

This research project aims to install a set of solar panels with an angular placement. The proposed design seeks to increase the efficiency of solar rays collection by modifying the alignment of the panels and occupying the refraction since it is not used in the panels. This approach arises because the structure of the solar panel is completely flat and of large dimensions, direct radiation enters the solar panels and when the diffuse is cloudy, but never reflected, another problem detected is that the panel is too large and when any cell is damaged by the birds or by an accident, the entire panel must be maintained; In order to validate the proposal that addresses the problem of luminescence input, analyzes were carried out using refraction calculations and simulation with the "Phet" program which showed that the angle that provides a greater uptake is 50 °, With the results, the project was carried out in miniature and verifying that the angle increases the efficiency of solar panels by 25%.

Keywords: Cells, photovoltaic, panel and refraction.

1. Introducción

La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol, esta energía es emitida en forma de radiaciones electromagnética y se distinguen por sus diferentes longitudes de onda, como son las radiaciones gamma, rayos X y ultra violeta con menor longitud de onda por lo cual llevan más energía; los infrarrojos y las ondas de radio que tienen mayor longitud de onda, llevando menos energía. Estas radiaciones llegan a la superficie del planeta como radiaciones directa, difusa

y reflejada. La atmosfera es diatérmica por lo cual no se calienta directamente por la radiación solar sino de manera indirecta a través de la reflexión (suelo, mares y océanos).

La energía solar tiene longitudes de onda entre 0.15 y 4 micras por lo que puede ionizar un átomo, excitar electrones, disociar una molécula o hacerla vibra, la vibración la realiza la radiación infrarroja lo que calienta a la atmósfera.

Estas radiaciones son aprovechadas por las células fotovoltaicas elaboradas de silicio monocristalino, silicio amorfo, silicio policristalino, arseniuro de galio, policristalino. Al grupo de células fotoeléctricas para energía solar se le conoce como panel fotovoltaico, estos consisten en una red de células solares conectadas como circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor nominal (usualmente se utilizan 12 o 24 V) a la vez que se conectan varias redes como circuito paralelo para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de proporcionar el dispositivo.

El tipo de corriente eléctrica que proporcionan es corriente directa, por lo que si necesitamos corriente alterna o aumentar su voltaje, tendremos que añadir un inversor y/o un convertidor de potencia con capacidad de elevación.

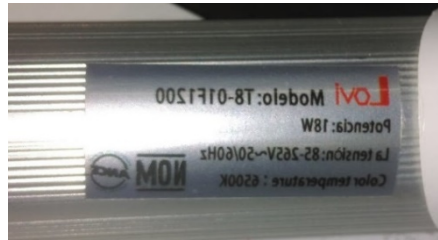
La célula fotovoltaica es el equivalente de un generador de energía a la que se ha añadido un diodo. Está constituido por una capa que protege la célula pero deja pasar la luz, una capa anti reflectante para garantizar la correcta absorción de los fotones, y otros elementos que aumenten la eficiencia de la misma.

2. Métodos

Durante el desarrollo del panel solar se tomó como referencia para las pruebas el edificio de aulas del CECyT 2, considerando la iluminación de 6 aulas.

Etapas 1 Consumo de energía por aula

Cálculos del consumo de energía, en un aula convencional del CECyT No.2, contando con 12 "Lámparas LED" por lo que cada lámpara cuenta con las siguientes características, potencia 18 W, tensión 85-265 V~50/60 Hz, color de temperatura 6500 K, como se muestra en la figura 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1 Lámpara LED.

Las características por aula son: Potencia Total por aula: 216 W, Tensión del aula: 27 V~60 Hz, con base a lo anterior y la cantidad de lámparas, se eligió un sensor con potencia máxima a soportar de 800W, tensión 120-265 V~50/60 Hz, lux ajustable, el cual nos brinda seguridad y confiabilidad por su garantía y relación calidad/precio.

Etapas 2 Instalación de sensor de proximidad

Se instaló un sensor de proximidad dentro de las aulas del CECyT No.2, como se muestra en la figura 2, para que el encendido se realizara al detectar movimiento y evitar el desperdicio de corriente, todo con la finalidad de administrar la energía proveniente del panel fotovoltaico.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Sensor de proximidad.

Etapas 3 Consumo energético

Determinación del consumo energético del CECyT No. 2 para 6 aulas y pasillo. En cada aula se consumen: 216 Wh y se alimentan 6 aulas, por lo que el consumo total es de 1296 Wh. Considerando el consumo total de lámparas en pasillos y escaleras se obtiene que el consumo total en pasillos es 180 Wh.

Si el tiempo total de uso es de 15 h por día, se obtiene un consumo total al día de 22.14 kW. La energía que se necesita producir por los paneles solares para iluminar el edificio del CECyT No. 2 durante un día es de 22.14 kW. Considerando que el edificio está en funcionamiento 6 días a la semana el consumo sería de 134.4 kW.

Etapa 4 Pruebas

- **Paneles solares para aumentar su eficiencia.** Para poder determinar el acomodo de las células solares se comenzó por realizar pruebas de posicionamiento, en tamaño escala probando en una maqueta de las aulas del CECyT 2 de la siguiente forma:
- **Pruebas de acomodo horizontal.** 10 células solares de 5 V a 60 mA y 2 células solares de 12 V a 150 mA. Las cuales nos dieron una corriente de 0.9 A con el acomodo completamente horizontal y una potencia de 10 W.
- **Pruebas de reestructuración del panel.** Posteriormente se probaron distintos acomodos, que no brindaron ningún aporte al aumento, ni de eficiencia y aumento de potencia, tomando en cuenta los parámetros establecido en las células. Hasta que se encontró la fundamentación mediante las leyes físicas de reflexión con la teoría de que a menor longitud de onda es mayor la eficiencia de refracción. Después de una exhaustiva investigación se determinó utilizar los fundamentos de reflexión para aumentar la potencia generada por los paneles al generar un diseño por módulos, para aumentar la eficiencia de recolección de rayos solares.
- **Prueba de ángulo de inclinación de las placas laterales.** Sabiendo la posición de los módulos, se buscó el ángulo correcto para el aumento de eficiencia, tomando en cuenta la toma de corriente inicial la cual era de 0.902 A, con lo cual se obtuvieron las siguientes observaciones en comparación con las establecidas en el artículo publicado “XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM” del 2017 [Palacios, 2017: 79]:
 - ✓ Ángulo de 30°. Aunque este es uno de los ángulos recomendados para la instalación de muchos paneles solares convencionales, no hubo aumento en la eficiencia de estos. La investigación realizada es

fundamentar la recolección y aumento de eficiencia con base a la reflexión. Y a pesar de que la ley de reflexión dice que, entre más inclinado sea el ángulo más se aprovecha la reflexión, la reflexión con este ángulo disminuye la potencia de los rayos proyectados al frente.

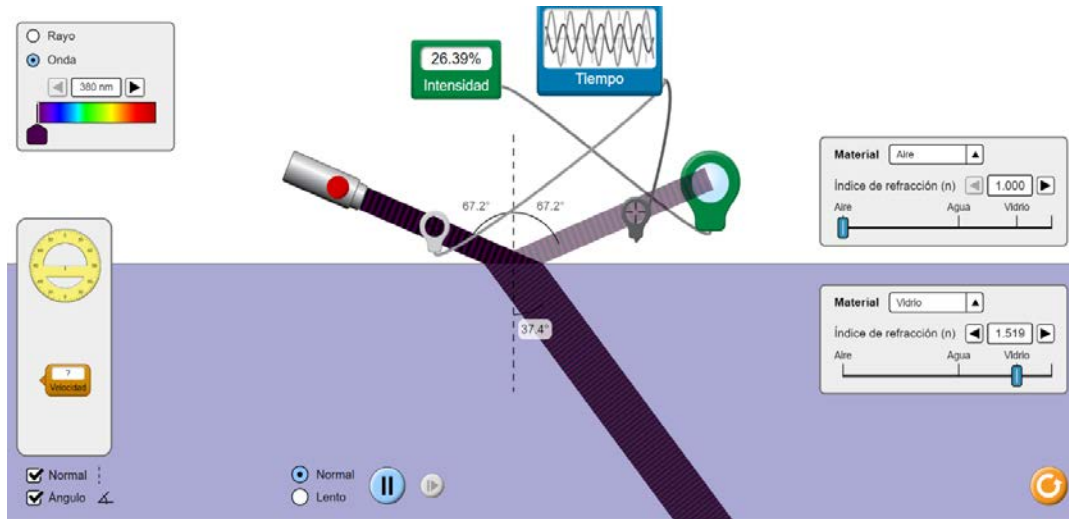
- ✓ Ángulo de 40°. En ese ángulo se observó un mayor aprovechamiento en el área de cobertura del panel donde llegan los ángulos reflejados, sin embargo, no el suficiente para justificar el acomodo planteado.
- ✓ Ángulo de 60°. En este ángulo se observó una tendencia de aumento, tanto de potencia, como de aumento de corriente en la prueba de las células planteada, una reciente investigación, determino que de acuerdo a la escala del proyecto real que se planea construir y llevar a cabo, el ángulo de los paneles provocaría que se hicieran sobra entre sí, ya que el tamaño propuesto para la instalación real es de mayor tamaño y no cumple con una proporción a escala acorde, por lo que fue descartado. Los resultados obtenidos en la maqueta fueron:
 - Corriente conseguida: 1.2 A.
 - Potencia obtenida: 12.4 W.

Porcentaje de eficiencia adicional aumentada: 24% con respecto a la posición horizontal, esto es debido a la reflexión la cual es una fuente de energía que ningún acomodo de paneles solares utiliza, esto es comprobado mediante la “Teoría de Reflexión” (Reflexión en superficies planas).

Esto también fue comprobado con el simulador “Phet” el cual mostro gráficamente que los 67° muestran una mejor reflexión lo que hace que aumente la eficiencia de radiación de onda en un rango del 24 al 26%, esto con respecto a las longitudes de onda, su comprobación se basó en la teoría de que a menor longitud de onda es mayor la eficiencia de refracción.

Se podría aumentar el grado de inclinación, aumentando la eficiencia, sin embargo, los rayos captados por la superficie inmediata serían

menores bajando la eficiencia de captación de este. En la figura 3 se muestran las pruebas realizadas en el software



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Pruebas en software.

- ✓ Ángulo de 50° . Este ángulo determino que para la construcción total de la instalación en proporción al que se busca instalar, no genera sombra y el rango de recepción de los rayos solares reflejados son los suficientes para obtener un aumento del 21% de eficiencia en potencia generada, muy cercano al de 60° .

Con los cálculos realizados se procedió a hacer la investigación de los materiales para la realización del panel solar y la instalación eléctrica. En la tabla 1 se especifican los materiales empleados y en la figura 4 se muestra el diagrama de conexión de bloques.

3. Resultados

Las primeras pruebas se realizaron en un prototipo y hasta el momento se están colocando los paneles solares en el edificio. Los paneles quedaran uno en forma horizontal y alrededor de este un panel con la inclinación de 50° y frontal a este otro panel con la misma inclinación, con un total de cuatro módulos. En la figura 5 se muestra el acomodo de las células.

Tabla 1 Lista de materiales.

Material	Características	Imagen	Cantidad
Controlador de carga solar	50 A/ MPPT Pantalla LCD de Cristal líquido Controlador Solar, Controlador de Carga y Descarga Solar con Doble Puerto USB 2.4 V 12 V/24 V Identificación Automática		1 Nota: Este puede ser utilizado para toda la instalación, por su lectura de parámetros y rendimiento.
Células Solares	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia: 5 W • Voltaje de salida: 5 V • Amperaje 1000 mA 		300 células Nota: esta cantidad estará sujeta a la necesidad de la potencia
Inversor de energía de corriente directa a corriente alterna	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada 24 V DC • Salida 120 V AC 60 Hz • Potencia de salida 3000 W. 		Por la capacidad del mismo solo se requerirá uno. Para transformar energía de corriente directa a corriente alterna
Acumuladores de Energía solar	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia de arranque mínimo: 150 W • Voltaje nominal 24 V (o 12 V, pero el inversor tendría que ser modificado) • Potencia máxima de 690 W. • Compuesto de Gel 		6 Serán suficientes para el correcto funcionamiento de la instalación.
Sensor de proximidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de Sensor: Infrarrojos • Rango de Detección: 360° • Potencia Máxima de Bombilla: Max.300 W • Distancia de Detección: Max.12 m 		7 Serán suficientes para: 6 aulas y un pasillo

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

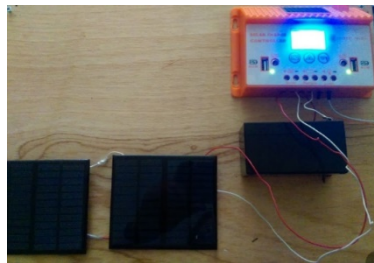
Figura 4 Diagrama de conexión a bloques.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Representación de acomodo final de células.

Se conectaron los paneles solares de forma mixta, tanto en serie como en paralelo, formando un flujo eléctrico de 24 V y 2 A de corriente, lo anterior conectado al controlador de carga solar, que administra la carga de los 6 acumuladores 24 V, que también administraba el flujo proporcionado a la red de iluminación, como se muestra en la figura 6.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Conexión de prueba inicial.

La iluminación fue manipulada y administrada por un sensor de movimiento de corriente alterna. El cual evita el uso y desperdicio del fluido eléctrico generado por los paneles solares, debido a que solo existirá iluminación mientras este detecte el movimiento, cabe mencionar que en el aula con sensor instalado nunca hubo un apagado inesperado, ya que en la cotidianidad de un aula nunca hay alguien totalmente quieto en la figura 7 se muestra el funcionamiento del panel solar y en la figura 8 el diagrama de conexiones.

4. Discusiones

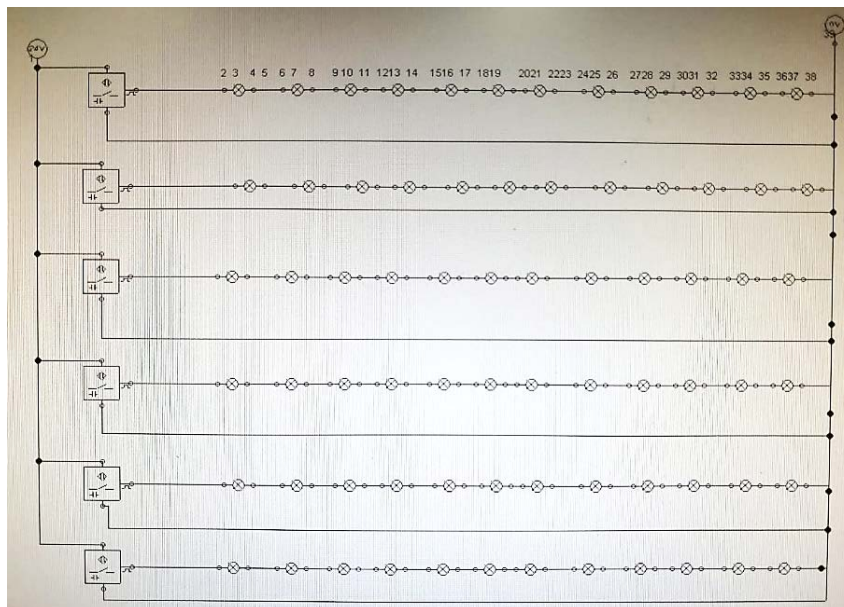
Después de observar y analizar cada uno de los aspectos presentados en la investigación se puede concluir que es posible elevar la efectividad de recolección de los paneles solares, en un 23.7%, tomando en cuenta que la reflexión no es

utilizada en ningún panel solar y que esta puede ser captada por las células fotovoltaicas por lo que se comprobó el aumento en la eficiencia comparada con las lecturas proporcionadas en un panel con acomodo convencional.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Representación de la conexión total de panel solar.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Diagrama de Conexión eléctrica de las aulas.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Gevorkian, Peter (2007). Sustainable energy systems engineering: the complete [2]: green building design resource. McGraw Hill Professional (1/Agosto/2019).

- [2] Soitec-Fraunhofer ISE multi-junction CPV cell hits world record 46% conversion efficiency» (en inglés). PV Tech (2/diciembre/2014).
- [3] Camarena Murillo Federico Luciano (2015) “Edificio con celdas de energía solar” (26/abril/2019).
- [4] Anónimo. (2017). Diferencias entre Silicio Monocristalino y Multicristalino o Policristalino (1/agosto/2019): <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>.
- [5] Palacios Rios Jesús Irama, Morales Benavides Arturo (septiembre 2017). Productividad de paneles solares monocristalinos. Memorias Del Xxiii Congreso Internacional Anual de la SOMIM, 5A, 79.