

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA DEMOSTRAR LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN MECÁNICA Y LUMÍNICA Y LA EFICIENCIA DE ESTOS EN VARIOS TIPOS DE CONFIGURACIONES

Rionda Tanda Ángel Mauricio (1) Martínez García Martín Trinidad, Del Angel Soto Julio (2)

1 [Licenciatura En Ingeniería Química, Universidad De Guanajuato] Dirección De Correo Electrónico: [Mau_Tanda@Hotmail.Com]

2 [Departamento De Ingeniería Química, División De Ciencias Naturales Y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad De Guanajuato] Dirección De Correo Electrónico: [Garciamt@Ugto.Mx; Jasoto@Ugto.Mx]

Resumen

En el presente trabajo se muestra el prototipo compuesto de celdas solares pequeñas con el cual es posible estudiar y mostrar la conversión de energía solar a otro tipo de energías como la mecánica y lumínica en el aprovechamiento de las energías renovables. El dispositivo creado permite modificar el ángulo de incidencia de los rayos del sol respecto a las celdas solares para evidenciar la influencia en la eficiencia de las superficies captadoras, y del circuito eléctrico y sus componentes. El dispositivo está diseñado para trabajar con diferentes configuraciones eléctricas con las que se pueden realizar ensayos, conectando los paneles solares en serie o en paralelos, así como un arreglo en serie o paralelo para los focos en la aplicación lumínica. Se realizaron pruebas modificando el ángulo de incidencia y probando 4 diferentes configuraciones eléctricas del sistema se midieron los parámetros como, la corriente, el voltaje, la potencia y la eficiencia de cada configuración. El dispositivo cuenta con un multímetro integrado para llevar a cabo las mediciones de una manera dinámica por el usuario, con un circuito para la carga de un celular o una Tablet además de un pequeño ventilador para ejemplificar la conversión de energía solar a energía mecánica.

Abstract

In this work a prototype composed of small solar cells was constructed, with this device it is possible to study and show the conversion of solar energy to other types as mechanics and light energies in the use of renewable energies. The device created allows modifying the angle of incidence of the sun's rays with respect to the solar cells to show its influence on the efficiency of the capturing surfaces, as in case of the electric circuit and its components. The prototype is designed to work with different electrical configurations and several tests can be performed, connecting the solar panels in series or in parallel circuits, as well as a series or parallel arrangement for the spotlights in the light application. Tests were carried out modifying the angle of incidence and testing 4 different electrical configurations of the system to determine the operating parameters such as the current, voltage, power and efficiency of each configuration. Additionally, the device has an integrated multimeter to carry out the measurements in a dynamic way by the user, it also has a circuit for charging a cell phone or a tablet and a small fan to exemplify the conversion of solar energy to mechanical energy using again different configurations in solar panels.

Palabras Clave

Energía solar; Paneles solares, Circuitos fotovoltaicos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad estamos llegando al límite de explotación de los yacimientos de combustibles fósiles para producción de energía eléctrica por los procedimientos tradicionales, lo cual nos está obligando a buscar fuentes alternativas de producción de energía eléctrica. La fuente solar es una de las menos explotadas y con un enorme potencial. Los dispositivos que transforman la energía solar en eléctrica son conocidos como módulos o paneles fotovoltaicos, los cuales son agrupaciones de celdas solares. Estos tienen sus orígenes aproximadamente en 1954, sin embargo, su producción y funcionamiento era demasiado costoso para entonces. En fechas recientes esta inversión continúa siendo significativa, pero ya no imposible, además de ofrecer enormes beneficios tanto económicos como medio ambientales (1,2 y 3).

Con los cambios en la tecnología y en la economía que se están viviendo en la actualidad debemos prestarle más atención a la energía solar ya que se encuentra disponible durante todo el año y aunque depende mucho del clima, la posición geográfica de México es una excelente alternativa (5,6).

La formación de ingenieros capacitados para enfrentar los retos del siglo XXI constituye un desafío para las universidades hoy día, por ello en la Materia de Energías Renovables IQ-31009 del programa de Licenciatura en Ingeniería Química se contempla que con la finalidad de dar a los estudiantes de esta carrera una formación integral y que incluya los conocimientos en temas de actualidad y vital trascendencia como es el caso de las energías alternativas. Es fundamental atender que el sentido en la metodología de enseñanza ha evolucionado al pasar de un curso meramente teórico, a uno que complementado con experimentación en dispositivos que funcionan con diversas fuentes de energía renovable, permitan al alumnado simular experiencias reales. Ya que dada la naturaleza de los temas consideramos que el pizarrón y el papel, son necesarios, pero ya no son suficientes para la enseñanza – aprendizaje.

La propuesta en el presente trabajo es la construcción de una maqueta con 3 celdas solares las cuales se puedan conectar tanto en serie como en paralelo y alimenten tanto a unos focos que pueden estar conectados tanto en serie como en paralelo y a un motor eléctrico, además de que se cuenta con una celda adicional que cuenta con una entrada para USB con la cual se pueden conectar dispositivos como los teléfonos celulares y tabletas a cargar.

Se cuenta con un multímetro integrado con el cual podemos ser capaces de medir caídas de voltaje por todo el circuito en una gran cantidad de regiones para poder realizar un análisis de cada componente para el estudio de estos y ver como es la operación y que tan viable es la implementación de este tipo de sistemas en una escala real.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del prototipo se necesitaron; Madera, pintura, 4 celdas solares, cables, resistencias eléctricas, switches, un motor eléctrico de 2V, focos de 6V, una resistencia, una base, bisagras, pegamento especial, cola loca además de un multímetro y herramientas de trabajo.

Lo primero en realizarse fueron los hoyos en la base donde íbamos a colocar las celdas solares a las cuales se le conectaban unos cables que iban a 6 clavos a los cuales se les pondría un sistema de switches para que al activar algunos podamos tener una configuración entre las celdas de serie o de paralelo. Se prosiguió a la conexión del circuito de las celdas a el ventilador y lo focos, estos últimos que se pueden tener en serie o en paralelo según lo desee la persona que esté operando el equipo. También podemos tener operando el ventilador y los focos al mismo tiempo ya que estos están conectados en paralelo entre sí, todas estas posibilidades de conexiones se muestran en el diagrama del circuito en la figura No.1, y son las siguientes:

- Si se quiere operar con las fuentes en serie se deben de abrir los switches 2 y 5.
- Si se quiere operar con las fuentes en paralelo se tienen que abrir los switches 1, 3, 4 y 6.

- Si se quiere que el voltaje generado por las fuentes sea disipado en el motor eléctrico se debe de abrir el switch 7.
- Si se quiere que sea disipado en los focos y que estos estén es serie se tienen que abrir los switches 8 y 11.
- Si se quiere que los focos estén en paralelo se tienen que abrir los switches 9, 10 y 12.

El dispositivo cuenta también con un aparato con el cual se puede modificar el ángulo de la base donde se encuentran conectadas las celdas a 10, 20, 30, 40 y 45 grados según sea el caso para tratar de lograr que el ángulo de incidencia sea lo más cercano y preciso a los 90 grados cada vez que se realizaron las pruebas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las configuraciones con las que se realizaron pruebas fueron las siguientes:

- Las celdas solares en serie conectadas al motor eléctrico.
- Las celdas en serie conectadas a los focos en serie.
- Las celdas en serie conectadas a los focos en paralelo.
- Las celdas en paralelo conectadas al motor eléctrico.
- Las celdas en paralelo conectadas a los focos en serie.
- Las celdas en paralelo conectadas a los focos en paralelo.

También se realizaron pruebas individuales de cada celda con el fin de medir el voltaje que estas nos entregan en función de los ángulos que se manejan en la maqueta desde 0 hasta 45 grados. En la figura 2 se muestra una imagen del dispositivo construido.



Figura 1. "Imagen del sistema que se desarrolló".

Se muestran a continuación los resultados obtenidos usando una fuente de voltaje para medir las eficiencias de potencia y porcentaje de voltaje que disipa cada componente dependiendo de su configuración

Tabla 1. "Porcentaje de potencia máxima que consume el componente".

Tipo de Configuración	%Potencia máxima que se consume
Motor	70.55
Focos en serie	24.01
Focos en paralelo	99.30
Focos y motor en paralelo	

Focos	86.47
Motor	82.13
Focos en serie y a la vez en paralelo con el motor	
Focos	26.78
Motor	90.61

También se calculó la variación del voltaje según el ángulo de incidencia respecto a la luz solar, el cual se muestra en porcentaje que se conserva respecto a cuando se tiene el voltaje máximo obtenido que es cuando la luz llega perpendicular a la superficie de las celdas.

Los datos reportados son los siguientes:

Tabla 2. “Porcentaje de voltaje máximo alcanzado respecto al ángulo de incidencia”.

Ángulo de incidencia.	Porcentaje del voltaje máximo
90	100.00
80	99.18
70	98.37
60	97.32
50	96.35
45	94.15

En otros estudios similares se encuentra que se pierde alrededor de un 0.08% del voltaje máximo por cada grado que se modifica el ángulo de la celda solar respecto al sol, aunque en el caso de nuestro sistema, la variación promedio en porcentaje del voltaje total por grado que se modificó del ángulo de incidencia de la celda respecto al sol fue del 0.13%.

Se calculó, además el voltaje mínimo requerido para que cada dispositivo pueda funcionar, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 3. “Voltajes mínimo de operación en el sistema por componente”.

Voltaje mínimo de operación	Volts
Motor Eléctrico	1.8
Focos	2

Para realizar las pruebas se consideró que se desarrollaron en un día parcialmente despejado entre las 12:00 y 13:00 horas, con una radiación solar promedio de unos 900 W/m², a una temperatura de 24 grados Celsius en promedio.

Se notó como los paneles solares con el paso del tiempo se iban calentando, pero esto no modificó de manera apreciable su funcionamiento en el sistema presentado anteriormente.

El lugar donde fueron realizadas las pruebas fue en la División de Ciencias Naturales y Exactas en la sede de la Venada del campus Guanajuato en la ciudad de Guanajuato, México.

Hablando de la eficiencia de los componentes del circuito manejado (motor eléctrico y focos), se encontró que, para sacarle un mayor provecho a la eficiencia en cada uno de los sistemas a cada componente, según los datos registrados se concluye lo siguiente:

- Los focos presentan el mejor desempeño cuando se encuentran trabajando solos y en paralelo entre sí.
- El motor eléctrico presentó un mejor desempeño cuando estuvo operando al mismo tiempo que los focos cuando estos estaban conectados en serie y a la vez se tenían en paralelo con el motor eléctrico.
- El mejor ángulo de incidencia para trabajar con las celdas es de 90 grados respecto a la celda es decir perpendicular a la radiación.
- No se observó cambio significativo en la eficiencia del sistema cuando las celdas solares incrementaban su temperatura debido a la radiación que incidía sobre estas.
- La mejor configuración de las fuentes fue al tenerlas conectadas en paralelo, de modo que se alcanzaba un mayor voltaje disponible para el sistema.

CONCLUSIONES

En el sistema implementado se pueden establecer las siguientes consideraciones; se comprobó cómo es que el ángulo de incidencia varía con la eficiencia de las celdas y se comprobaron los resultados obtenidos con los de otros autores, encontrando que en promedio la eficiencia de las celdas se encuentra en un rango satisfactorio [6,7,8]. Se pudieron realizar pruebas con diferentes arreglos en Serie y Paralelo. Cuando se opera con las fuentes en serie es necesario agregar una resistencia de modo que no se caiga el voltaje de las celdas, es decir, que estas sean capaces de proporcionar la corriente eléctrica requerida en el sistema. Finalmente, el prototipo construido permitirá ejemplificar de una manera sencilla y practica la operación de un sistema donde se puedan realizar las conexiones en serie y paralelo para paneles solares y la aplicación de esta energía en un circuito de consumo de igual manera a los alumnos del curso de energía renovables IQ-31009 del programa de Ingeniería Química.

REFERENCIAS

- [1] Poconi D. Analysis of diffusion paths for photovoltaic technology based on experience curves. *Solar Energy* 2003;74:331–40.
- [2] Al-Hasan AY, Ghoneim AA, Abdullah AH. Optimizing electrical load pattern in Kuwait using grid connected photovoltaic systems. *Energy Conversion and Management* 2004;45:483–94
- [3] Ubertini S, Desideri U. Performance estimation and experimental measurements of a photovoltaic roof. *Renewable Energy* 2003;28:1833–50
- [4] Katti PK, Khedkar MK. Alternative energy facilities based on site matching and generation unit sizing for remote area power supply. *Renewable Energy* 2007;32:1346–62.
- [5] Barlow R, McNelis B, Derrick A (1993) Solar pumping: an introduction and update on the technology, performance, costs, and economics. World Bank Technical Paper No 168, UK
- [6] Green MA, Emery K, King DL, Igari S, Warta W (2005) Solar Cell Efficiency Tables (Version 25). *Progress in Photovoltaic Research Applications* 13:49– 54
- [7] Cho, E.C., M.A. Green, R. Corkish, P. Reece, M. Gal and S.H. Lee, 2007. "Photoluminescence in crystalline silicon quantum wells", *Journal of Applied Physics*, 101, 024321.
- [8] Alippi C, Galperti C An adaptive maximum power point tracker for maximizing solar cell efficiency in wireless sensor nodes. In: *Proceeding ISCAS 2006 Kos, Greece, 21–24 May 2006* 3722–3725