

## PANEL DE CELDAS SOLARES PROTOTIPO PARA FOMENTAR LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

S. Rodríguez González<sup>1</sup>  
G. Saavedra Ramírez<sup>2</sup>  
F. Rubio Chiquito<sup>3</sup>

### RESUMEN

El uso indiscriminado de los recursos naturales, en especial el de los combustibles fósiles como insumo para la generación de energía y los altos costos de producción, obliga a buscar nuevas fuentes que permitan contribuir en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles (Poggi, 2009). El gasto mensual que se genera por concepto del pago por el servicio es un costo que no permite a la Institución de Educación Superior (IES) asignar recursos a las necesidades básicas de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, cambiar equipos obsoletos que tienen un alto consumo de energía por equipos más eficientes, compra de máquinas o herramientas, etc. Una manera de disminuir el consumo de energía es haciendo uso de focos ahorradores, revisar las instalaciones eléctricas, y otra que se está empleando es el uso de celdas solares fotovoltaicas. En El Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli se está fomentando con profesores y estudiantes un taller para ensamblar paneles solares que serán utilizadas en las luminarias de los pasillos y jardines de la institución; con ello se pretende generar electricidad para el 100% de las lámparas, así como desarrollar tecnología que permita a la comunidad estudiantil compartir este conocimiento para el beneficio de la sociedad.

### ANTECEDENTES

La reducción del consumo de energía aunado a la emisión de bióxido de carbono en la institución es una de las prioridades de la presente administración. Actualmente se tiene un consumo de 43,920 kWh y 270,220 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Las instalaciones eléctricas actuales requieren de mantenimiento correctivo, los equipos como las computadoras, impresoras, laboratorios, la iluminación de los salones, entre otras áreas que componen a la IES permanecen funcionando en horas que no son necesarias, los postes de luz que alumbran pasillos y jardines no cuentan con focos ahorradores, muchas de estas luminarias cuentan con focos de 100 watts.

Para ayudar a controlar estas variables, la Dirección General autorizo que se crearan grupos de trabajo con profesores de tiempo completo para generar propuestas de ahorro y mejora. Como una primer propuesta fue generar conciencia en la comunidad institucional sobre los hábitos de uso, el apagar la luz de los salones si no se están utilizando, poner en estado de hibernación los equipos de cómputo, mantenimiento a las instalaciones eléctricas, pláticas a la comunidad institucional para el ahorro de energía, entre otros medidas que permitan generar conciencia; la segunda propuesta fue cambiar lámparas de alto voltaje por unas de bajo consumo, colocar luminarias con forme a los espacios y bajo la NOM-25; como tercer propuesta es la de involucrar, el capital humano (estudiantes y profesores) para el desarrollo de prototipos funcionales acordes a los requerimientos de la institución.

Los trámites burocráticos por parte de los directivos y administrativos en la compra de los materiales básicos para el desarrollo de prototipos ha sido determinante para el avance de

<sup>1</sup> Profesor de tiempo completo, Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli. serafin.umb@gmail.com

<sup>2</sup> Profesor de tiempo completo, Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli. gabsav@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudiante, Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli. ferrubiochiq@gmail.com

los mismos, estudiantes y profesores adquieren los materiales necesarios para comenzar a trabajar.

Impulsar la ciencia, la tecnología y la innovación en la comunidad de la IES es uno de los objetivos, así como fomentar con los estudiantes proyectos de investigación, innovación, diseño de dispositivos a través de prototipos que beneficien a la institución y a la sociedad.

- ¿Los paneles solares pueden reducir el consumo energético, así como ayudar en la reducción del CO2?
- ¿Las medidas tomadas por la institución para reducir el consumo energético actual son sostenibles?
- ¿La colaboración y/o participación de las autoridades educativas a los proyectos de ahorro de energía serán una prioridad para la institución?
- ¿El cambio de las autoridades afectará los proyectos institucionales?
- ¿La falta de compromiso de los directivos influye en el rendimiento de los equipos de trabajo?

Uno de los detonantes para fomentar la investigación, innovación, desarrollo de prototipos, es el consumo y gasto energético, así como las emisiones de CO2 que se generan como institución educativa al medio ambiente, la responsabilidad que se tiene de generar capital humano capaz de buscar soluciones a los problemas institucionales, sirva como base para desarrollar tecnología que permita a la comunidad estudiantil compartir este conocimiento adquirido con la sociedad.

Con los estudios realizados hasta ahora, se determina que es viable desarrollar prototipos que son funcionales a las necesidades de la institución y como primera propuesta se pueden mejorar los resultados obtenidos generando prototipos que sean funcionales y eficientes.

Se comenzó con la compra de celdas solares de silicio policristalino, soldando entre celdas en serie para formar un panel de veinte celdas, pero por no contar con un lugar de trabajo que contara con las condiciones y herramientas necesarias, el panel fue armado en diferentes lugares, como los cubículos de los docentes, en el taller de manufactura y en la biblioteca.

Cabe mencionar que las condiciones de las áreas de trabajo mencionadas no son las apropiadas para el manejo y manipulación y otras características independientes a sus especificaciones de fábrica que influyen en el rendimiento de las celdas fotovoltaicas son: el polvo, la grasa de las manos, las mesas, caudín para soldar, la iluminación del espacio, el tiempo asignando para la actividad, etc.

Para reducir el consumo de energía que se tiene actualmente, con las medidas mencionadas anteriormente, se requiere acondicionar un espacio que cuente con las herramientas, equipos y materiales necesarios para ensamblar paneles solares que puedan ser utilizados para remplazar las luminarias con las que cuenta la institución actualmente. El conocimiento y la experiencia adquirida en este proceso por parte de estudiantes y profesores se emplearán en generar conocimiento para impartir cursos en beneficio de la sociedad.

El trabajo colaborativo entre profesores asignados a los proyectos con las autoridades responsables de la IES es la principal limitante, ya que se pierde de vista la importancia del proyecto y que está en un proceso de experimentación con los materiales y herramientas requeridas para construir un panel; además de que el proceso de solicitud de materiales se ha vuelto un trámite burocrático, que finalmente entre estudiantes y profesores se termina comprando el material para continuar con la experimentación.

## METODOLOGÍA

Se hizo una revisión bibliográfica para conocer las características de las celdas fotovoltaicas, entre ellas están las de material cristalino que producidas en escala industrial tienen una eficiencia de conversión que oscila entre un 9 y un 12% (Hernández, 2007). El valor teórico máximo para la eficiencia de una célula que responde solamente a rango reducido del espectro luminoso, es de alrededor del 25 al 28%, dependiendo del material semiconductor, también se encuentran las de material policristalino que en la actualidad tienen una eficiencia de menos del 20%. Las células FVs que utilizan semiconductores cristalinos tienen una eficiencia mayor a las que utilizan el semiconductor policristalino, debido a que las imperfecciones en la estructura de este último disminuyen el número de pares de carga que quedan libres para conducir la corriente. Otras células fotovoltaicas que están disponibles en el mercado son la de material amorfo (a = sin; morfos = forma). La ausencia de una estructura cristalina se traduce en una menor eficiencia de conversión (SOLARTRONIC, 2004).

Para llevar a cabo este estudio se determinó usar las células de material policristalino, al ser un primer experimento, no contando con las herramientas, los materiales y menor costo en comparación con las de material cristalino, se compraron 36 células sin encapsulado con las siguientes características que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Características de las celdas fotovoltaicas

Concepto	Características
Material	Silicio Policristalino
Dimensiones	3 x 6 pulgadas
Watts	1.8
Amperes	3.6
Volts	0.5

La Figura 1 muestra una celda de material policristalino utilizada para construir el panel solar.

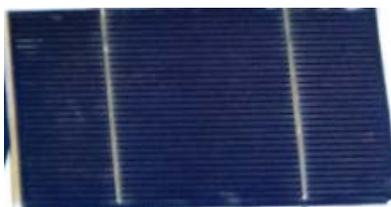


Figura 1. Célula silicio policristalino

Para el armado del panel solar se utilizaron los materiales indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Materiales para celdas fotovoltaicas

Concepto
Tabbing delgado para conexión en serie
Tabbing grueso para conexiones finales
Células solares
Flux
Eva

Pasos de armado para el panel solar con 20 celdas (Figuras 2 y 3):

1. Se coloca la celda sobre una superficie limpia
2. Se corta el tabbing delgado a lo largo de dos celdas
3. Se coloca flux sobre la tira bus de una celda solar
4. Colocar el tabbing delgado sobre el bus, previo paso 3
5. Soldar el tabbing delgado sobre el bus a lo largo de la celda



Figura 2. Diseño superior del panel solar

Una vez preparado el frente de las veinte celdas los siguientes pasos son:

6. Colocar cinco celdas por la parte trasera en fila separadas 2 milímetros una de otra
7. Soldar las primeras cinco células, por la cara posterior
8. Colocar las siguientes cinco celdas y repetir el paso siete hasta soldar el resto de las celdas
9. Verificar que los puntos soldados sea correcto para ambas caras
10. Se coloca cinta autoadhesiva para manipular los bloques de cinco celdas

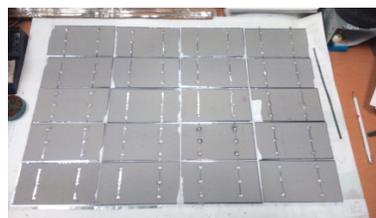


Figura 3. Diseño posterior del panel solar

Y cuando ya se tiene los bloques de cinco celdas soldadas por ambas caras se procede a:

11. Conectar en serie los bloques de cinco celdas

Finalmente, terminado el panel de veinte celdas, se hizo uso de un multímetro para verificar celda por celda su correcto funcionamiento, así como el arreglo fotovoltaico en general como se muestra en la Figura 4.

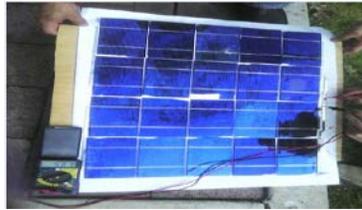


Figura 4. Verificación del funcionamiento del panel solar

Las bases que actualmente se usan como soporte y protección para los paneles solares, están hechos de aluminio, cabe mencionar que para el prototipo que se está diseñando en la institución se aprovechó material que se tiene en el laboratorio de manufactura, los materiales con los que se cuenta son los indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Materiales para base de panel solar

Concepto	Características
Angulo	½ pulgadas
Solera	½ pulgadas
Baquelita	46 x 65 cm
Madera	45 x 2 cm
Vidrio	46 x 65 cm
Silicón	1 tubo

El diseño de la base fue creado con el software AutoCad tomando en cuenta las dimensiones de las células solares, la baquelita y madera, como se muestra en la Figura 5.

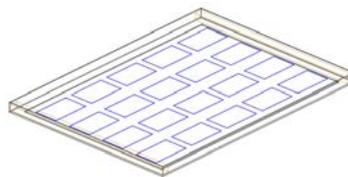


Figura 5. Diseño de base para panel solar en software

Para la construcción de la base fue necesaria la siguiente herramienta:

1. Tornillo de banco
2. Arco con segueta
3. Lima
4. Flexómetro
5. Planta de soldar

Pasos de armado para la base del panel solar:

1. Medir y cortar dos tramos de ángulo de 65 centímetros
2. Medir y cortar dos tramos de ángulo 46 centímetros
3. Soldar los cuatro cortes del ángulo para formar un rectángulo
4. Colocar y fijar la baquelita con pijas en el interior de la base como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Base panel solar

5. Cortar Eva de 64 x 45 centímetros
6. Colocar y fijar el arreglo de células solares en la baquelita con cinta adhesiva doble cara
7. Colocar cristal sobre la base

La base y el arreglo fotovoltaico en su conjunto forman el panel solar como se muestra en la Figura 7.

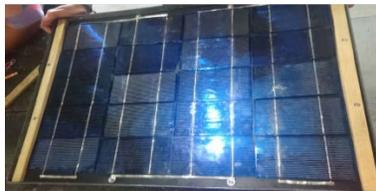


Figura 7. Panel solar

Concluido el panel solar, el siguiente paso fue probar su funcionamiento, el cristal con la base no fue sellado para manipular, reparar y arreglar la alguna falla de sus componentes. En la Tabla 4 se muestran lecturas tomadas en diferentes horas y días para determinar el voltaje generado.

Tabla 4. Lecturas panel solar

Hora	Lectura de Panel sin Cristal	Lectura de Panel con Cristal
10:00	10.27	10.77
10:30	10.29	10.79
11:00	10.16	10.66
11:30	10.4	10.9
12:00	10.8	11.3
12:30	10.9	11.4
13:00	9.98	10.48
13:30	10.14	10.64
14:00	10.16	10.66

10:00	10.54	11.04
10:30	10.12	10.62
11:00	10.12	10.62
11:30	9.92	10.42
12:00	10.12	10.62
12:30	10.48	10.98
13:00	10.12	10.62
13:30	10.24	10.74
14:00	10.3	10.8
14:30	10.18	10.68
15:00	10.54	11.04
15:30	10.08	10.58
10:00	11.84	12.34
10:30	13.79	14.29
11:00	13.38	13.88
11:30	13.61	14.11
12:00	13.77	14.27
12:30	13.43	13.93
13:00	13.35	13.85
13:30	13.5	14
14:00	13.6	14.1
14:30	13.72	14.22
15:00	13.52	14.02
15:30	13.57	14.07
10:00	13.91	14.41
10:30	13.6	14.1
11:00	13.68	14.18
<b>Promedio</b>	11.61	12.11

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos del panel solar son buenos, considerando que no fue ensamble en un área hermética y libre de polvo, grasa y viento; sin embargo con estas condiciones se alcanzó un voltaje mínimo promedio sin cristal de 11.61, y las lecturas obtenidas con cristal brinda un promedio de 12.11 volts.

## CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

Las empresas dedicadas a la investigación y producción de paneles solares cuentan con el capital humano y los recursos financieros necesarios para innovar, diseñar e investigar el perfeccionamiento de sus productos. Los resultados obtenidos con el primer prototipo ensamblado en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI) son alentadores tomando en consideración que no se cuenta con las herramientas, equipos, recursos financieros, además de trámites burocráticos muy lentos. Por otra parte, la respuesta de estudiantes como de profesores permite pensar que con el ingenio, el

compromiso y la búsqueda de recursos financieros de CONACyT, SENNER u otras dependencias, contar un taller de armado de paneles solares como primer etapa, con la experiencia adquirida de un taller, la segunda etapa del proyecto es contar con un laboratorio de investigación y caracterización de células solar.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Hernández M. Luis (2007). *Energía, Energía Fotovoltaica y Celdas Solares de Alta Eficiencias*, 8, (12), 1-13. ISSN: 1067-6079.
- Poggi-Varaldo M. Héctor (2009). *Tecnologías Solar-Eólica-Hidrógeno-Pilas de combustible como fuentes de energía*. México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.
- Solartronic (2004). *Conversión de la luz Solar en Energía Eléctrica* (1er. ed.). El Paso Texas: Ing. Héctor L. Gasquet.