

Generar electricidad en casa

J. Antonio del Río

Instituto de Energías Renovables,
UNAM, Academia de Ciencias de
Morelos

Mireya Gally

Instituto de Energías Renovables,
UNAM

En estos días nos han preguntado muchas veces ¿conviene tener sistemas fotovoltaicos

para generar electricidad en casa? Para emitir nuestra respuesta debemos saber algo más y preguntar ¿cuál es el consumo de energía y la tarifa que se paga? En la actualidad, desde un punto de vista individualista, es conveniente adquirir sistemas fotovoltaicos cuando se paga electricidad en la tarifa DAC (Doméstica de Alto Consumo) en el caso residencial y en el caso de

la tarifa 2 para negocios (carga por energía consumida).

Antes de fundamentar esta respuesta, expliquemos algunos aspectos importantes de la tecnología solar fotovoltaica. Lo primero que tenemos que decir es que la tecnología fotovoltaica es totalmente diferente a la tecnología usada en el calentamiento de agua. Esta última se basa en que



Módulos fotovoltaicos en el techo de una casa ocupando aproximadamente 16 metros cuadrados.

el color negro absorbe radiación solar y se calienta (para más detalle ver <http://bit.ly/GEUdL1>). En cambio los sistemas fotovoltaicos producen electricidad y están integrados fundamentalmente por cuatro dispositivos: los módulos fotovoltaicos, inversores, sistemas de control y en algunos casos baterías. Los módulos fotovoltaicos son dispositivos que contienen conjuntos de celdas fotovoltaicas que capturan la radiación solar y la convierten en electricidad. Esta parte de los sistemas fotovoltaicos son el elemento fundamental para la generación de electricidad. En ellas es donde los *photones* golpean a la red de átomos en los materiales semiconductores produciéndose el *efecto fotovoltaico*. Este es uno de los efectos explicados por la mecánica cuántica de la siguiente manera: Un fotón golpea la red y le suministra a un electrón la energía suficiente para pasar a una región energética donde se puede mover fácilmente en el material. A esta región se le conoce como *banda de conducción*, ya que los electrones que contribuyen a la corriente eléctrica se encuentran en esa banda. El efecto fotovoltaico ocurre en materiales semiconductores en los que el electrón deja un hueco electrónico cuando se va a la banda de conducción, esto es, se produce un *par electrón-hueco*. Imaginemos el material semiconductor como una región plana con montículos espaciados periódicamente. Estos montículos podrían representar a los átomos del material semiconductor, estos montículos están rodeados de una nube de electrones que se mueven entre ellos. Cuando un fotón le transfiere su energía a uno de los electrones, se incrementa su energía, lo cual lo aleja ligeramente de los montículos y le permite moverse sobre ellos, dejando un hueco en esa nube entre los montículos. El electrón puede

viajar dentro del material, pero en la región arriba de los montículos. Algo similar ocurre con el hueco electrónico. Para visualizar esto último pensemos en un hueco en la nube electrónica. Este puede ser llenado por otro electrón vecino en la nube, el que para ello dejaría su previo lugar dejando un hueco, que nuevamente puede ser ocupado por otro electrón, etc. De esta forma, el hueco electrónico se mueve produciendo una corriente eléctrica.

Es importante mencionar que no todos los fotones pueden transmitir su energía a los electrones; debe haber una compatibilidad entre ellos, de tal manera que los fotones que no son capturados transitan libremente por la celda fotovoltaica y no producen corriente eléctrica. Una vez que el par electrón hueco ha sido formado y la celda se conecta a un dispositivo que usa electricidad, se genera una corriente eléctrica que produce trabajo. Esta corriente es del tipo llamado *corriente directa*, como la producida por baterías o pilas. Generalmente se construyen conjuntos de celdas fotovoltaicas conectadas en serie o paralelo para formar módulos que trabajen a 110 V y con ellos formar sistemas que puedan conectarse a 220V al conectarlos en serie. Para convertir la corriente eléctrica de estos módulos a corriente alterna, como la que tenemos en los enchufes en las casas, se requiere del *inversor*. Este dispositivo hace pasar a la corriente eléctrica por dos caminos diferentes para convertirla en *corriente alterna*. La corriente podrá encender una lámpara, hará mover el motor del refrigerador, o hará funcionar cualquier aparato que demande la energía eléctrica que suministra el módulo fotovoltaico. Antes de pasar por el inversor podría haber baterías que se recargarían con la corriente generada en las celdas fotovoltaicas



Sistema Fotovoltaico de 9kWp del IER-UNAM.



CONACULTA - IMCINE y Stichting Doen Presentan a través de la
Asociación de Cineastas de Morelos

La Carreta Cine Móvil

ECO CINEMA

"La Carreta Cine Móvil" (Ecocinema) es la evolución del cine Itinerante.

Vehículos con pantallas inflables, proyectores de alta definición y sonido digital, alimentados por energía solar, recorren ciudades y pueblos de México, creando a su paso verdaderas salas gratuitas de cine sustentables.

Por más Información: www.lacarretacinemovil.net

MARTES 08 DE OCTUBRE/2013

La Hueca, Puerto de Veracruz

OTRO TIPO DE MÚSICA

8 PM

MIÉRCOLES 09 DE OCTUBRE/2013

Casa universitaria el Paisano, Las Vigas de

Ramírez, Veracruz

LA CUERDA FLOJA

8 PM

"Distribución realizada con El Beneficio derivado del artículo cuadragésimo segundo del presupuesto De Egresos de la Federación 2012".



ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



Inversores y sistemas de control de la Planta Fotovoltaica, IER-UNAM.

almacenando la energía que no se use de inmediato.

Con esta breve descripción de los sistemas fotovoltaicos, ahora podemos regresar al análisis de las necesidades que podemos satisfacer con ellos en la casa, la oficina, el taller, el negocio o la industria.

En México el voltaje nominal en el servicio doméstico es 110 V en tres fases, esto quiere decir que entre el cable neutro y los cables de corriente hay 110V, pero entre cada uno de los cables con corriente hay 220V. Así la mayoría de los aparatos trabajan con 110V y algunas bombas o aires acondicionados trabajan a 220V. Existen inversores para 110 y 220 por lo tanto podemos alimentar la energía eléctrica de tal manera que se satisfagan las necesidades en las aplicaciones comunes.

A continuación presentamos una tabla con los electrodomésticos más comunes en una casa y su consumo promedio en kilo Watt hora y la emisión equivalente de bióxido de carbono que se hace al usarlos: La cantidad de energía que requerimos en la vida cotidiana depende de muchos factores, además de variar en el tiempo. En casa generalmente utilizamos menos energía durante el día que durante la noche. En cambio, en el trabajo ocurre lo contrario. Es más, los motores como el del refrigerador requieren más energía al arranque que durante el resto de su funcionamiento. Para saber el consumo energético de cada aparato podemos leer su etiqueta y multiplicar el voltaje por la corriente de trabajo que se indica para obtener su consumo en watts. La cantidad de energía se obtiene al multiplicar este número por el tiempo, en horas, que los usamos. Así se obtiene el total de energía que usamos, la cual aparece en nuestro recibo de luz, como por ejemplo, 200 kWh al bimestre. En México existen múltiples tarifas para el cobro de la energía eléctrica que consumen negocios, industrias y casa habitación. Aquí vamos a analizar ejemplos de casa habitación.

Consideremos cuatro tipos de casa habitación con consumos de a)50, b)240, c)320 y d)800 kWh al bimestre, todas en la tarifa 1 (esta tarifa se aplica a Cuernavaca y México

D.F.). En el primer caso el recibo bimestral de energía eléctrica será de $50\text{kWh} \times \$0.78/\text{kWh} = \36 , sin contar impuestos. Claramente a este precio subsidiado no es posible proponer un plan de generación eléctrica que sea redituable. Si quisiéramos generar la energía eléctrica equivalente con un sistema fotovoltaico requeriríamos un panel de 250 Wp. Con ello se produciría aproximadamente 0.8 kWh al día que nos daría un total de 48 kWh al bimestre y con ellos la casa sería prácticamente autosuficiente en energía eléctrica y produciría la energía que consume. Sin embargo, no dejaría de pagar aproximadamente 50 pesos al bimestre por gastos de conexión, que es la tarifa mínima. En el caso b) el cálculo sería el siguiente: los primeros 150kWh cuestan $150\text{kWh} \times \$0.78/\text{kWh} = \117 ; los restantes 90kWh $\times \$0.951/\text{kWh} = \85.59 . Es decir, el cobro de luz sin impuestos sería de \$202.59. En este caso se podrían colocar dos paneles fotovoltaicos de 100Wp y obtener en promedio 96kWh al bimestre y con ello se pagaría alrededor de \$115. Nuevamente como esta tarifa también tiene un subsidio sustancial no parece haber gran beneficio. Analicemos el caso c) donde los primeros 150kWh cuestan \$117.00, los siguientes 130kWh cuestan \$123.63 y los restantes 40kWh \$111.24, dando un total de 351.87. Incluso en esta tarifa, aunque mucho menos subsidiada, no es negocio instalar sistemas fotovoltaicos. Veamos el último caso d) el consumo de los primeros 280kWh es de \$240.63 los siguientes 230 kWh cuestan \$639.63 y los últimos 300kWh cuestan \$1098.00 por lo tanto el gran total es \$1978.26. En este caso valdría la pena comprar un sistema fotovoltaico que al menos produjera los 300kWh al bimestre y de esta manera aprovechar el subsidio.

Ahora que si se desea no contribuir en la emisión de CO₂ (ver la tabla*) el último caso requeriría de un sistema fotovoltaico de unos 16 m² y una capacidad de aproximadamente 3 kWp. En caso de desear ser totalmente independientes debería adquirirse un banco de baterías con capacidad cercana a los 14kWh por cada día que se considere no habrá disponibilidad de

luz solar suficiente para cargar las baterías.

Otra opción que permite tener energía las 24 hrs del día, pero sin contar con un banco de baterías, es colocar un sistema fotovoltaico interconectado a la red. Para la implementación de estos sistemas es necesario tener un contrato con la Unidad de Distribución de energía eléctrica correspondiente e instalar un medidor especial el cual se conoce como de "Dos Vías". Este medidor registrará la cantidad de energía eléctrica que sale de la casa hacia la red de distribución



Medidor de "Dos Vías" para la interconexión con la red.

así como la energía eléctrica que entra. Las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables establece que, una casa habitación puede tener un sistema Fotovoltaico hasta de 10 kW con una tensión de 1kV. Al final del año se hace el balance entre la energía cedida y la comprada, pagándose solo la diferencia entre ambas, siempre y cuando esté a favor de CFE. Hoy en día debido a que en México no se paga el excedente producido por la casa habitación, la tasa de retorno de un sistema fotovoltaico de este tipo está alrededor de 8 años.

Un ejemplo de una planta fotovoltaica de 9kWp, instalada en el Instituto de Energías Renovables

de la UNAM, ubicado en Temixco, Morelos se ilustra en la fotografía 2. En la fotografía 3 se muestran los inversores. En la fotografía 4 se muestra el medidor de dos vías como el que se instala en sistemas interconectados. Estos equipos generalmente pueden calcular el equivalente a las toneladas de CO₂ equivalente que se evitó al producir electricidad con sistemas fotovoltaicos en lugar del uso de hidrocarburos como se muestra en la fotografía 5.

Se puede seguir el comportamiento de esta planta, en tiempo real, en la dirección: <http://bit.ly/16qquxO> Los primeros pasos hacia una sociedad sustentable se están dando, vale la pena participar.

S

* Fuente www.cfe.gob.mx



Libras de CO2 ahorradas, por un 25% de la planta, a las 11:00 am.

COMBÍNALO A TU GUSTO.
videomodular

\$269
 AGREGA MÓDULOS CON CARGO ADICIONAL¹

TELEFONÍA ILIMITADA

HD

INTERNET SÚPER RÁPIDO

Cablemás.
 el futuro a tu alcance

(01 800) 522 2530
 cablemas.com

Requiere la instalación de una Caja Digital. 1. Tarifa correspondiente únicamente al "Video Modular". 2. Consulta módulos adicionales que se pueden contratar en combinación con "Video Modular", con cargos adicionales dependiendo del módulo o módulos que se contraten. Tarifas Impuestos Incluidos para servicios residenciales sujetas a cambios previo registro ante COFETEL. Consulta otros productos, términos, cobertura, condiciones y disponibilidad en oficinas Cablemás.

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx