

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Autosuficiencia doméstica en energía eléctrica

La Paz, B.C.S, a 30 de enero de 2011



Antonio Sarmiento Galán
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Instituto de Matemáticas
 ansar@matcuer.unam.mx



Resumen
 Se presenta el funcionamiento y la experiencia de dos años sobre un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica que permite la autosuficiencia a nivel doméstico, mediante la interconexión a la red eléctrica nacional y el uso de una de las fuentes renovables de energía más abundantes en México.

Palabras clave: Calentamiento Global, fuentes renovables de energía, corriente eléctrica fotovoltaica.

Abstract
 Results and experience on the performance of a photovoltaic system for the generation of electric energy at the domestic level are presented, the system shows how to make a household self-sufficient in energy combining the existing electric network and the use of one of the most abundant renewable energy sources in Mexico.

Key words: Global Warming, renewable energy, photovoltaic power.

Area temática: Área 1: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra

Problemática

El calentamiento global es sin duda el mayor reto al que se enfrenta la humanidad; siendo una minoría de la misma, la causante del problema. Una posibilidad para disminuir notablemente las emisiones de gases causantes del acelerado efecto invernadero, es el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. El 7 de Junio de 2007 (resolución publicada el 27 del mismo mes y año en el Diario Oficial de la Federación), después de arduas batallas, la Comisión Reguladora de Energía aprobó los contratos de Interconexión para Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala y con ello, la posibilidad de generar energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos a pequeña escala (hasta 30 kW, 10 kW para uso residencial); posteriormente se incluyó en la ley (<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/energiarenovable/Paginas/default.aspx>) la generación a mediana escala (hasta 500 kW).

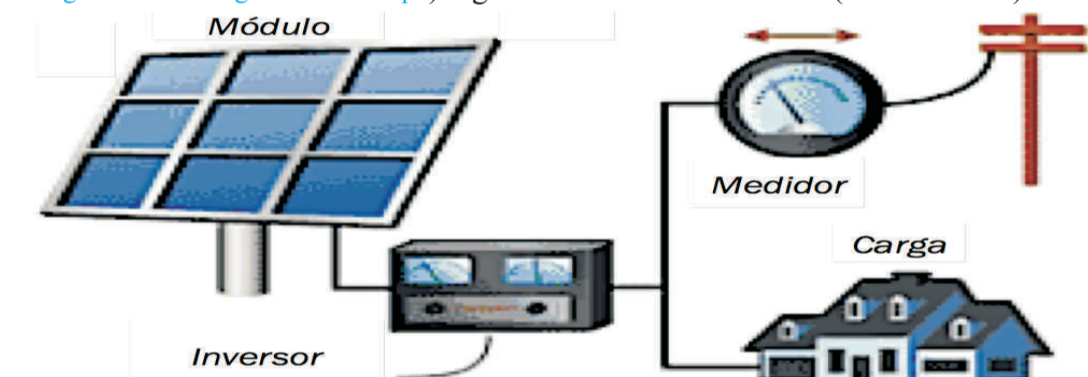


Fig. 1. Diagrama de interconexión.

Usuarios

Las dependencias federales SENER, SEDESOL, SEMARNAT, SE, SSA con el fin de que apliquen políticas públicas para incentivar el uso de energías limpias, provenientes de fuentes renovables y con un impacto socioeconómico y sanitario positivo en las familias mexicanas. La sociedad en general y en particular a todos aquéllos a quienes les interese dejar este planeta en un estado si no mejor, al menos igual a aquél en el que lo recibieron.

Proyecto

El objetivo del proyecto fue la instalación y operación de un sistema fotovoltaico a nivel doméstico que suministre la energía eléctrica necesaria para que una familia promedio (4 miembros adultos) sea autosuficiente. El sistema está integrado por 16 módulos Kyocera KC-130 de 130 watts cada uno (lo que da una potencia instalada total de 2.08 kW) y un inversor SMA de 3 kW modelo 3000 US que permite la conexión a la red de distribución de la CFE; y su funcionamiento está garantizado por diez años. La eficiencia de conversión de la energía en la radiación solar a energía eléctrica de cada módulo es mayor al 16 %, su área es de 0.929 m² (14.87 m² en total) y su peso es de 11.9 kg (190.4 kg en total). El inversor tiene una eficiencia del 95 %, cuando éste efectúa la conversión de la corriente eléctrica directa generada por las celdas solares a corriente alterna y se suministra a la red de distribución durante el día (período durante el cual se genera corriente gracias a la radiación solar); y se contabiliza en un medidor bidireccional a favor del sistema. Durante la noche, cuando el consumo es mucho mayor al diurno y no existe posibilidad alguna de generación por las celdas solares, el medidor contabiliza el consumo de la energía por la casa-habitación a favor de la CFE (Fig. 1). Una simple resta de las dos cantidades contabilizadas en el medidor, proporciona el resultado neto del flujo de corriente al final de cada día y al final de cada bimestre de facturación. Si el consumo nocturno es mayor a la generación diurna, el resultado será a favor de la CFE; por el contrario, si el consumo es menor a la generación, el resultado favorecerá al generador. Éste, según la ley, dispondrá de un año a partir de la fecha de corte del bimestre correspondiente para consumir la energía que se generó en exceso durante el bimestre. Se considera que ésta medida es un error garrafal pues incentiva al despilfarro en el consumo con tal de no aumentar el financiamiento al gobierno.

En la figura 2 se muestran los datos recopilados durante el primer año (diciembre de 2008 a noviembre de 2009) de funcionamiento del sistema descrito junto con la curva de horas de sol al día (azul). La línea en rojo representa la cantidad de energía generada cada día en kWh y la verde indica la cantidad de kilogramos de bióxido de carbono (CO₂) que se ha dejado de emitir a la atmósfera diariamente. Es de notarse que cuando el número de horas de sol es mayor (por ser mayor la duración del día, de finales de junio a principios de julio) se tiene también la mayor cantidad de nubosidad y la eficiencia del sistema baja. La línea naranja es sólo el cociente de la energía generada diariamente y las horas de insolación diaria. La generación promedio diaria durante el primer año fue de 10.77 kWh y la mensual fue de 309.5 kWh; con ello, se dejaron de emitir 2,808 kg de CO₂ en un año; es decir, se evitaron 7.693 kg por día o 234 kg por mes, en promedio.

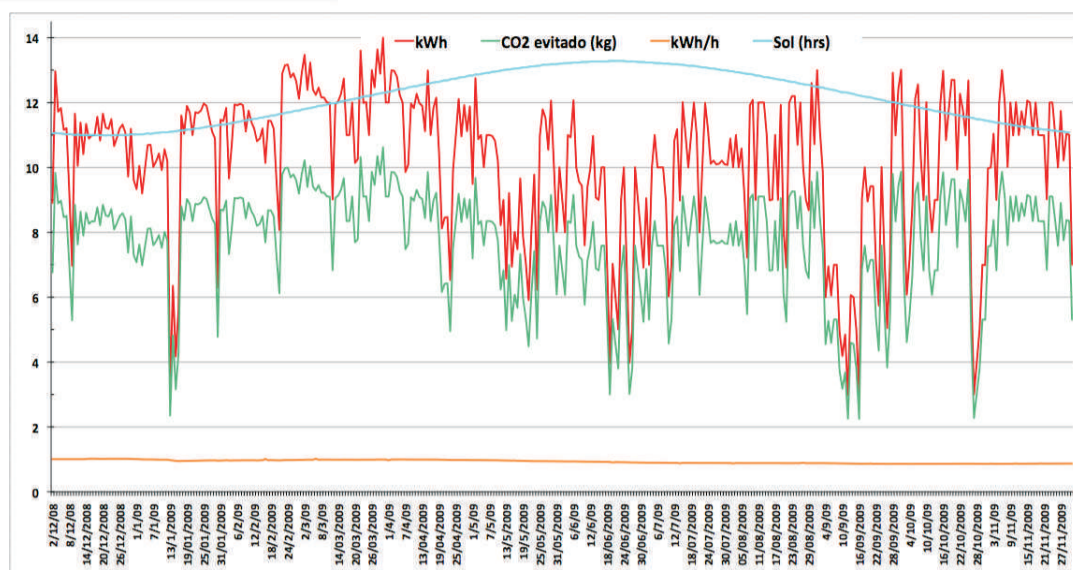


Fig. 2. Generación diaria de energía eléctrica y cantidad de CO₂ evitado.

La figura 3 muestra la generación de energía eléctrica desde la fecha de la instalación del sistema fotovoltaico en diciembre de 2008. Una de las ventajas del inversor SMA es que tiene incorporado un sistema de colección de datos y comunicación vía internet que permite recibir en cualquier computadora o teléfono celular inteligente, toda la información sobre el funcionamiento del sistema completo. De esta manera, se sabe cuanta energía se está generando a lo largo del día; cuanta se ha acumulado en el mes/año; que cantidad de CO₂ se ha dejado de emitir; si se ha interrumpido el suministro en la red de CFE y por cuanto tiempo; si han existido fluctuaciones en dicho suministro y su magnitud; si las fases de la corriente en la red han variado y por cuanto lo han hecho, etc.

La principal ventaja de este sistema estriba en la evasión del uso de medios/dispositivos para almacenar la energía generada durante el día; ya que hasta la fecha, todos los métodos comerciales para el almacenamiento de energía eléctrica (pilas, baterías, acumuladores, etc.) son (i) muy pesados, (ii) demasiado caros y (iii) excesivamente tóxicos. La primera desventaja es que se requiere de un espacio ad hoc para el almacenamiento de la energía, la segunda hace que la alternativa se vuelva menos costeable y la tercera elimina el beneficio ambiental de generar energía sin contaminar (o hacerlo en forma mínima, exclusivamente durante la fabricación de las

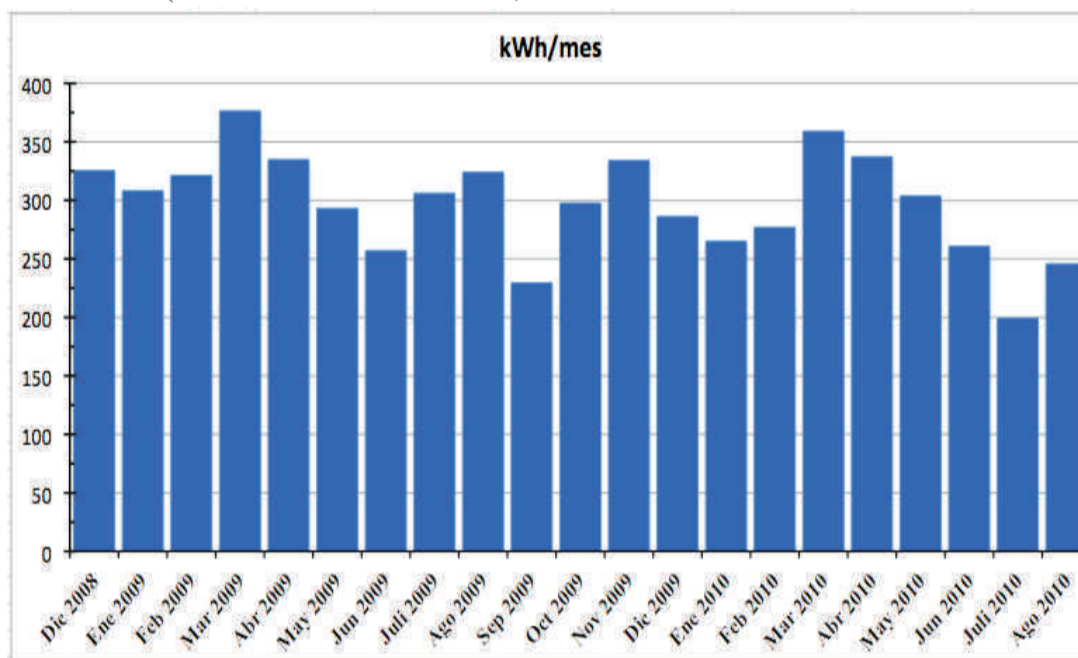


Fig. 3. Generación mensual de energía eléctrica durante 21 meses.

En términos de seguridad es necesario mencionar que aún cuando el sistema se encuentra instalado en el poblado de Ocoatepec (18° 57' 56"9 N, 99° 13' 00"8 O, 1790 m), zona clasificada como de riesgo muy elevado por la CFE debido a que se encuentra en la ladera de la sierra del Chichinautzin, con alta ocurrencia de actividad eléctrica en la atmósfera, no se ha recibido descarga eléctrica alguna durante los 22 meses de funcionamiento del equipo. De hecho, los vecinos han notado que la estabilidad de la corriente aumentó con la instalación del equipo y las fluctuaciones que en el pasado ocasionaban la destrucción de equipo electrónico doméstico han desaparecido casi por completo.

Impacto socioeconómico

La generación promedio diaria mencionada (10.77 kWh) satisface con creces el consumo de una familia promedio de 4 miembros adultos sin restricción alguna sobre dicho consumo. El diseño de un sistema fotovoltaico para una vivienda particular se debe hacer con base en el cálculo del consumo diario promedio de energía eléctrica a lo largo de cuando menos un año; dicha información está disponible para los usuarios en los recibos expedidos por la CFE.

En términos económicos, el sistema resulta altamente redituable. La vida útil o período durante el cual la eficiencia de los módulos decae al 85% de la original, varía entre 20 y 25 años. La inversión inicial se recupera en un lapso que va de 9 a 10 años, al considerar los costos de energía en el 2008. Cómo la posibilidad de que los costos de la energía eléctrica se mantengan fijos es irreal y que sin duda alguna éstos seguirán subiendo, la recuperación se logrará en un lapso de tiempo menor al mencionado. Aún así, una vez recuperada la inversión original, se dispondrá al menos de entre 10 y 14 años consumo de energía eléctrica, sin desembolso de por medio. En la experiencia que se presenta, el ahorro mensual promedio, a precios de 2008, fue de \$ 1,100.00 M. N. Actualmente, el costo de un sistema similar es de \$80,000.00 M. N., inferior a la mitad de lo invertido en el 2008; la tendencia del costo a la baja lleva más de 8 años y se considera irreversible. También existen en el mercado otras opciones a un menor costo.

La experiencia adquirida por los operadores y oficinistas de la CFE para la interconexión de este tipo de sistemas hace que las evaluaciones, trámites e instalación se logren en un lapso considerablemente menor a los casi tres años (dos con Luz y Fuerza del Centro y uno con CFE) que llevó regularizar este proyecto.

Contacto: <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com