

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO, PARA UTILIZAR EN LA MACRO PLAZA DEL MALECÓN EN EL PUERTO DE VERACRUZ: UNA CONTRIBUCIÓN A MICROEMPRESA MÓVIL O FIJA DE ARTESANÍAS

Miguel Ángel Quiroz García

Profesor de tiempo completo en el Depto.
de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del
TECNM Campus Veracruz
<http://orcid.org/0000-0001-5570-7444X>

Leodegario Vázquez González

Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica
y Electrónica Leodegario

Carlos Roberto González Escarpeta

SubDirector Administrativo en el TECNIM
Campus Veracruz

Mónica Rodríguez Landa

Profesor de tiempo completo en el Depto.
de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del
TECNM Campus Veracruz

Raymundo Escalante Wong

Jefe de Docencia del Depto. de Ingeniería
Eléctrica y Electrónica del TECNIM Campus
Veracruz

All content in this magazine is
licensed under a Creative Com-
mons Attribution License. Attri-
bution-Non-Commercial-Non-
Derivatives 4.0 International (CC
BY-NC-ND 4.0).



Ing. Othoniel Salomón Acosta

Profesor en el Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del TECNM Campus Veracruz

José de Jesús Romero Castro

Profesor en el Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del TECNM Campus Veracruz

Samuel Sarmiento Gutiérrez

P de I de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del TECNM Campus Veracruz

Resumen: En este artículo se escribe sobre el diseño de un sistema fotovoltaico aislado, para una microempresa móvil o fija de artesanías en la macro plaza del malecón en el puerto de Veracruz, Ver. Está basado en poder mejorar los establecimientos turísticos, para aquellas personas que visitan el sitio o para el ahorro económico propio de los ciudadanos. La idea fundamental ante todo es evitar acelerar el calentamiento global y aprovechar la radiación del sol para poder cubrir la demanda del hombre. Existen dos maneras de poder sacarle provecho para generar electricidad a través de la radiación solar, las cuales son la fotovoltaica y la térmica. Es una energía renovable que ayuda al planeta, a evitar más contaminación de centrales eléctricas que utilizan combustible fósil. El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura agradable en el planeta, al retener parte de la energía que proviene del sol.

Palabras clave: Radiación, Calentamiento Global, Corriente Directa CD, Solar.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto es para beneficiar a los comerciantes que se encuentran en la macro plaza del malecón en el puerto de Veracruz, Ver, para el ahorro de energía eléctrica. El coste del material es afectado por el dólar, el precio de la instalación sería alto que podrían oponerse los comerciantes a no requerir un sistema fotovoltaico, pero esto se puede con un acuerdo económico. Si los tres niveles de gobierno Federal, Estatal o Municipal, aportan para este proyecto enriquecerían más al sitio turístico dando una mayor perspectiva al lugar, no obstante al beneficio de los locatarios, ayudando económicamente.

OBJETIVO GENERAL

Implementar este sistema fotovoltaico autónomo a los comerciantes con apoyo del gobierno y poder llegar a un acuerdo, que al principio se rentará y después de un cierto tiempo pasará a manos del comerciante.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Utilizar energías renovables que hagan el mínimo daño al medio ambiente, en este caso se utiliza la fotovoltaica y a su vez, dar una mejor vista al sitio turístico.

FOTOVOLTAICA AISLADA

También denominada doméstica o de autoconsumo. Se trata de instalar un sistema fotovoltaico para consumir la electricidad sin necesidad de solicitar conexión a la red eléctrica nacional. La instalación es sencilla y cómoda, y ofrece la posibilidad de consumir la energía gratuita del Sol, liberándonos del molesto ruido del generador y de los costes del gasóleo. Normalmente requiere el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada en acumuladores solares -o baterías- y permite utilizarla durante las 24 horas del día.

Estas instalaciones fotovoltaicas aisladas son ideales en regiones donde la conexión a la red eléctrica no es posible o no está prevista debido a los altos costos de desarrollo de la construcción de los sistemas eléctricos de la línea, especialmente en las zonas rurales remotas.

Este sistema fotovoltaico normalmente está compuesto por paneles solares, regulador de carga, acumuladores solares, inversor fotovoltaico, etc. Se recomienda el uso de un monitor de acumulador para controlar el estado de carga de las baterías Figura 1.

La instalación de un sistema fotovoltaico aislado debe ser debidamente planificada, estudiada y diseñada, teniendo en cuenta, principalmente, estos cinco factores:

- La potencia de conexión necesaria.
- El consumo de energía.
- El tipo de consumo (corriente continua, alterna, monofásica, trifásica, etc.).
- El período de uso.
- La localización y el clima.

La energía solar fotovoltaica es la energía eléctrica que se obtiene directamente del sol. El sol es una fuente de energía gratuita e inagotable, y su utilización no produce emisiones de gases de efecto invernadero. Mediante una instalación fotovoltaica aislada se produce electricidad durante el día, almacenarla y consumirla posteriormente.

¿Cuáles son los usos realmente útiles de la energía solar fotovoltaica?

Principalmente, viviendas unifamiliares aisladas en zonas rurales, sean de uso continuo o de fin de semana, instalaciones agrícolas que requieran poner en marcha aparatos eléctricos, como bombas hidráulicas y en fin, todos aquellos casos en los que sea necesario el uso de electricidad en zonas aisladas no urbanizadas.

Profundidad de descarga máxima, qué es el nivel máximo de descarga que se le permite a la batería antes de la desconexión del regulador, para proteger la duración de la misma. Las profundidades de descarga máximas que se suelen considerar para un ciclo diario (profundidad de descarga máxima diaria) están en torno al 15-20%. Para el caso del ciclo estacional, qué es el número máximo de días que podrá una batería estar descargándose sin recibir los módulos radiación solar suficiente, están en torno a 4-10 días y un profundidad de descarga del 70% aproximadamente.

En instalaciones fotovoltaicas no se buscan descargas agresivas, sino más bien progresivas, por esta razón las baterías a utilizar suelen ser con descarga de 100 horas (C100), pues cuanto más intensa es la descarga de una batería menos energía

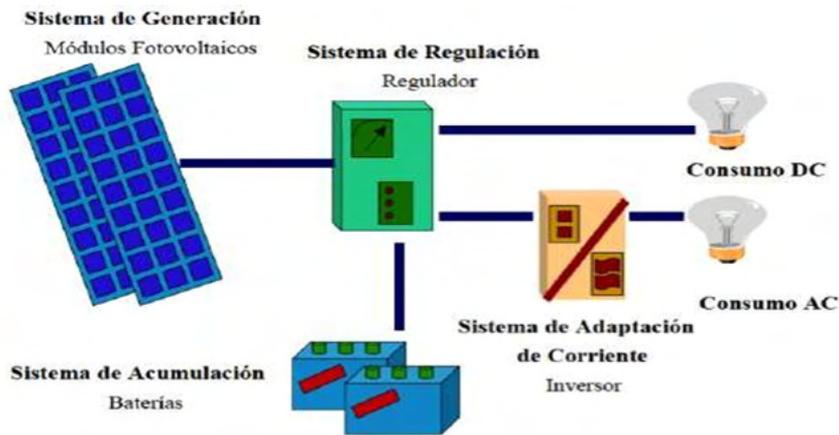


Figura 1. Esquema básico de una instalación fotovoltaica autónoma.

es capaz de suministrarlos. Además, se suelen especificar con tiempos de descarga de 100 horas por que al hablar de tiempos de autonomía de 5 o más días la descarga se produciría en, por ejemplo, $24 \times 5 = 120\text{h}$, y por defecto, se escogen entonces las 100 horas.

Inversor u Ondulador: Si las cargas que debemos alimentar son a 230 Vac, necesitaremos un equipo que transforme la corriente continua procedente del regulador en corriente alterna para alimentar las cargas. Esta es la función del inversor. A la hora de dimensionar el inversor solar, se tendrá en cuenta la potencia que demanda la suma de todas las cargas AC en un instante, de este modo se elegirá un inversor cuya potencia sea un 20% superior a la demandada por las cargas, suponiendo su funcionamiento al mismo tiempo.

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA

La instalación requiere de una serie de cálculos previos necesarios para saber qué tipo de dispositivos y aparatos son los óptimos para ese proyecto concreto. El factor determinante a tener en cuenta es el consumo previsto.

Por eso, es de vital importancia decidir, en caso de que aún no esté previsto- y enumerar

detalladamente, con datos exactos de número, potencias, tipología, etiqueta energética, etc., los aparatos para cuya alimentación se prepara el proyecto.

El sistema fotovoltaico se pretende que esté en uso todo el año, siempre y cuando las condiciones del clima sean favorables. Un ejemplo es el puerto de Veracruz donde se encuentra “la macro plaza del malecón” o donde se encuentra correo de México, son lugares esenciales para este sistema fotovoltaico que se desea emplear, para ayudar a comerciantes o también pueden ocuparse para pequeños eventos por parte del gobierno.

También se debe calcular un consumo medio de horas al día, por ejemplo, dos horas de televisión al día, e incluso la regularidad con la que se consumirá.

El objetivo de este sistema fotovoltaico aislado es poder ser empleado en los puestos que se encuentra en la macro plaza del malecón Figura 2. Se pretende que el gobierno municipal participe con este proyecto, ¿De qué manera? en poder llegar a un acuerdo con los comerciantes, para poder ayudarlos económicamente, ya que el costo inicial del sistema fotovoltaico autónomo es algo elevado. Se puede rentar por un cierto tiempo hasta que terminen de pagar lo que se invirtió en el

sistema y pasará a manos de los comerciantes o sea ya serán de ellos y el gobierno ya no estaría involucrado y no cobrará más por la renta.

COMENTARIOS FINALES

Calculo de las necesidades energéticas

Se visitó el sitio donde se pretende establecer la instalación y mediante entrevista al usuario o cliente Figura 3.

Se debe acotar el alcance del suministro de energía especificando los consumos que hay que abastecer, así como las opciones de ampliación a contemplar. Sin embargo, es importante recoger información sobre periodos de uso de la instalación y de los diferentes receptores que se vayan a utilizar. Si es posible, recabar el nivel de seguridad deseado en días de autonomía en el suministro. El principal objetivo de esta información es realizar una estimación de

la energía eléctrica media diaria absorbida por el sistema. La mayoría de los datos de potencia absorbida se pueden recoger de las placas de características de los aparatos.

El sitio donde se tiene en mente la propuesta es en la macro plaza del malecón o en dado caso por la parte donde se encuentra Correos de México, para poner el módulo del sistema fotovoltaico para la utilización de comerciantes o también se pudiera para pequeños eventos del propio municipio.

Inventario del consumo de energía eléctrica que se toma en cuenta es el siguiente:

NOTA: En este sistema autónomo no se tomó en cuenta aparatos que consumen corriente alterna CA, en la tabla se muestra solo de CD. Los usuarios que en este caso los comerciantes no consumen aparatos con CA, por ese motivo no sé tomo en cuenta. Este inventario es solo de un puesto.



Figura 2. Microempresas.



Figura 3. Sitio donde se pretende instalar.

| Aparatos | Tensión (V) | Cantidad | Potencia (W) |
|------------------------|-------------|----------|--------------|
| Cargador USB Doble | 12 V — 24 V | 1 | 10 W |
| Tubo LED T8 | 12 V | 2 | 56 W |
| Potencia Total: | | | 66 W |

Tabla 1. Inventario de consumo eléctrico.

PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En primer lugar se debe introducir un concepto fundamental, el de las “Horas de Sol Pico” o HPS [horas]. Se puede definir como el número de horas en que disponemos de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m^2 . Es decir, una hora solar pico “HPS” equivale a 1 KwWm^2 o, lo que es lo mismo, 3.6 MJ/m^2 . Dicho en otras palabras, es un modo de contabilizar la energía recibida del sol agrupándola en paquetes, siendo cada “paquete” de 1 hora recibiendo 1000 watts/m^2 .

Para tener una buena instalación se tiene que tomar en cuenta estos factores que son siempre: Estimación del consumo, Datos del lugar donde se realizará la instalación, Dimensionado del generador fotovoltaico, Dimensionado del sistema de acumulación, Dimensionado del regulador y Dimensionado del inversor.

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO

Aquí siempre es fundamental los datos aportados por el consumidor, y deben ser siempre lo más realistas posibles para evitar desviaciones en el dimensionamiento. Si la instalación se realizara para una vivienda de uso diario todo el año, se escogerá el valor medio de todo el año. Si la instalación se realizara para el uso ocasional, por ejemplo en verano, hay que escoger los valores de los meses de verano. En este sistema se pretende que este en uso todo el año Figura 4, con este dato se calculará los componentes del sistema fotovoltaico.



Figura 4. Puestos.

Pero se debe de poner las coordenadas, esto se lo logra con ayuda de Google Maps, se ubica el sitio y se marcan las coordenadas correspondientes. Después de copiar las coordenadas se regresa a la página de la NASA (ver la figura 5 Datos de la NASA) para introducir los datos y se dará click en el botón que dice Submit, para obtener los datos. Saldrá una ventana donde se dará a conocer la radiación durante al año, estas mediciones fueron del año pasado o que es el más reciente

Lo que interesa es la radiación solar diaria durante cada mes representada en KWh/m^2 , con eso se puede continuar con los demás cálculos. En la siguiente Figura 6 se muestra completo los datos durante los meses y se tomará en cuenta el peor mes, para hacer los cálculos correspondientes, ya que se recomienda que se haga en las peores condiciones.

DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La potencia total fue de 66 W , el promedio de insolación diaria en la zona donde se va hacer la instalación es de 3.55 hrs diarias. Se prevé usar todos los componentes durante 8 hrs diarias, el banco de baterías se va a descargar un 50% para aumentar su vida útil.



Surface meteorology and Solar Energy
A renewable energy resource web site (release 6.0)
 sponsored by NASA's Earth Science Enterprise Program



A collaboration with the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes) has produced data output useful to users of the **RETScreen® International** Clean Energy Project Analysis Software.



To access data for RETScreen:

Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.

Example: Latitude 33.5 Longitude -80.75 OR Latitude 33 30 Longitude -80 45

Latitude? North: 0 to 90 South: 0 to -90
 Longitude? East: 0 to 180 West: 0 to -180

This form is "Reset" if the input is out of range.



Learn more about the NASA [Surface meteorology and Solar Energy Data Set](#)

Responsible Data: [Paul W. Stachhouse, Jr., Ph.D.](#)
 Officials: [Charles H. Whittle, Ph.D.](#)
 Archive: [John H. Kusterer](#)
 Site Administration/Help: [NASA Langley ASDC User Services \(larc@eos.nasa.gov\)](#)
[\[Privacy Policy and Important Notices\]](#)
 Last Updated March 26, 2008

Figura 5. Datos de la NASA.

| Month | Air temperature | Relative humidity | Daily solar radiation - horizontal | Atmospheric pressure | Wind speed | Earth temperature | Heating degree-days | Cooling degree-days |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| | °C | % | kWh/m ² /d | kPa | m/s | °C | °C-d | °C-d |
| January | 19.3 | 74.8% | 3.65 | 95.9 | 4.2 | 20.9 | 13 | 290 |
| February | 20.1 | 72.6% | 4.23 | 95.7 | 4.2 | 21.9 | 8 | 288 |
| March | 21.9 | 67.6% | 4.86 | 95.5 | 4.4 | 24.0 | 5 | 373 |
| April | 23.7 | 67.2% | 5.35 | 95.4 | 4.0 | 26.0 | 0 | 416 |
| May | 24.9 | 70.5% | 5.46 | 95.3 | 3.6 | 27.1 | 0 | 465 |
| June | 24.9 | 75.7% | 5.07 | 95.4 | 3.5 | 27.0 | 0 | 450 |
| July | 24.1 | 77.3% | 5.27 | 95.6 | 3.6 | 26.3 | 0 | 438 |
| August | 24.2 | 76.9% | 5.05 | 95.6 | 3.3 | 26.6 | 0 | 446 |
| September | 24.2 | 77.6% | 4.46 | 95.4 | 3.2 | 26.3 | 0 | 430 |
| October | 23.1 | 76.3% | 4.29 | 95.6 | 3.6 | 25.0 | 0 | 407 |
| November | 21.8 | 75.5% | 3.95 | 95.7 | 4.0 | 23.5 | 0 | 355 |
| December | 19.9 | 76.2% | 3.55 | 95.9 | 4.1 | 21.6 | 9 | 308 |
| Annual | 22.7 | 74.0% | 4.60 | 95.6 | 3.8 | 24.7 | 35 | 4666 |
| Measured at (m) | | | | | 10.0 | 0.0 | | |

Figura 6. Datos obtenidos.

Considerando descarga de la batería el 50%. $(44 \text{ Ah})(2) = 88 \text{ Ah}$

Panel instantáneamente $\frac{44 \text{ Ah}}{3,55 \text{ h}} = 12,4 \text{ A}$

Potencia del panel $(12,4 \text{ A})(12 \text{ V}) = 148,73 \text{ W}$

NOTA: Si estuviera el inversor se multiplica el 1.25% o sea el 25% de consumo del inversor. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el ángulo mínimo de inclinación debería ser de por lo menos 15° para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo.

CONCLUSIONES

Esta propuesta se basa en poner un sistema fotovoltaico aislado en comercios que a su vez, puede también ser ocupado para eventos por parte del gobierno. Como la radiación solo es por un par de horas, se necesita un sistema que almacene la energía captada por los paneles solares, que serían baterías electrolíticas siempre y cuando se utilice energía eléctrica de noche.

REFERENCIAS

1. Carta González José Antonio, Calero Pérez Roque, Colmenar Santos Antonio, Castro Gil Manuel-Alonso. (2009). Centrales de energías renovables. Madrid España: Pearson Educación.
2. Castrejón Oliva Agustín, Santamaría Herranz Germán. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. Madrid España: Editex.
3. Roger A. Messenger Jerry Ventre. (2005). Photovoltaic Systems Engineering. United State of América: CRC PRESS.
4. José A. Alonso Lorenzo. (2015). Manual para instalaciones fotovoltaicas autónomas. Sun Fields Europe, 1, 14.
5. SITIO ESPECIALIZADO EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. (2 de Diciembre 2016). ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. FOTOVOLTAICA AISLADA, 1, 10. enero 2018, De <https://energiasolarfotovoltaica.org/fotovoltaica-aislada> Base de datos.