

Dimensionamiento de un sistema de energía solar fotovoltaico para el edificio de docencia de la UTP

Dimensioning of a photovoltaic solar energy system for the UTP teaching building

DOI: 10.46932/sfjdv3n6-063

Received in: November 14th, 2022

Accepted in: December 19th, 2022

Juan Pedro Cervantes de La Rosa

Maestría en Energías Renovables

Institución: Universidad Tecnológica de Puebla

Dirección: Antiguo Camino a La Resurrección 1002, A, Zona Industrial, 72300 Puebla, Pue, México

Correo electrónico: juan.cervantes@utpuebla.edu.mx

Judith Sánchez Arreguin

Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección Tecnológica

Institución: Universidad Tecnológica de Puebla

Dirección: Antiguo Camino a La Resurrección 1002, A, Zona Industrial, 72300 Puebla, Pue, México

Correo electrónico: judith.sanchez@utpuebla.edu.mx

RESUMEN

Considerando el sensible aumento del costo de la energía convencional, el calentamiento global y la problemática derivada del uso de petróleo, la energía solar fotovoltaica como una alternativa sustentable y no contaminante. Para el diseño de este sistema solar fotovoltaico se han considerado las características de irradiación solar de la región en función de la latitud y longitud donde se encuentra ubicado en el Edificio de Docencia de la Universidad. El criterio de diseño para la instalación, puesta en marcha y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico preserva el esquema de la instalación eléctrica existente del inmueble, y permite realizar pequeñas modificaciones para la adaptación de los sistemas. Previo al cálculo para dimensionar el sistema fotovoltaico se relevó el consumo eléctrico de los artefactos conectados a la red obteniendo los valores parciales y totales del consumo eléctrico del inmueble. Con dichos valores, se diagramó la sustitución de la fuente tradicional de energía por la solar fotovoltaica en etapas teniendo en cuenta razones de costos y sectorización del consumo.

Palabras clave: paneles fotovoltaicos, irradiación solar, consumo eléctrico, costo de energía.

ABSTRACT

Considering the significant increase in the cost of conventional energy, global warming and the problems derived from the use of petroleum, photovoltaic solar energy is a sustainable and non-polluting alternative. For the design of this solar photovoltaic system, the solar irradiation characteristics of the region have been considered according to the latitude and longitude where it is located in the Teaching Building of the University. The design criteria for the installation, commissioning and operation of the solar photovoltaic system preserves the existing electrical installation scheme of the building, and allows for minor modifications to adapt the systems. Prior to the calculation for sizing the photovoltaic system, the electrical consumption of the appliances connected to the grid was surveyed to obtain the partial and total values of the electrical consumption of the building. With these values, the substitution of the traditional energy source by photovoltaic solar energy in stages was designed, taking into account cost reasons and consumption sectorization.

Keywords: photovoltaic panels, solar irradiation, electricity consumption, energy cost.

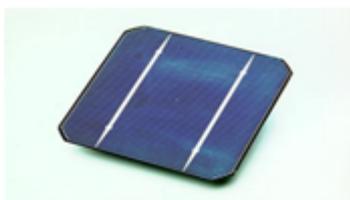
1 INTRODUCCIÓN

La energía solar fotovoltaica es la energía eléctrica producida por ciertos materiales al exponerlos a la luz solar, la cantidad de energía producida es proporcional al flujo luminoso que reciben. A la transformación de la energía luminosa directamente en energía eléctrica se le conoce como efecto fotovoltaico, fenómeno descubierto por el físico francés Edmund Becquerel en 1839, y sobre el cual está basada la tecnología fotovoltaica.

El fenómeno fotovoltaico se da a nivel atómico al incidir un fotón en el enlace entre dos átomos y romperlo, para que se logre esta ruptura en el enlace con poca energía es necesario que el átomo sea inestable, esto es, que tenga incompleta su banda de valencia y el número de electrones ahí contenidos sea diferente de ocho. Los materiales que presentan esta característica en sus átomos son los semiconductores. En un semiconductor puro la corriente producida por el movimiento de los electrones es insignificante debido al bajo valor de portadores libres, por lo que se le añaden impurezas al material para aumentar los portadores libres, el nuevo material obtenido es llamado semiconductor extrínseco.

La energía proveniente del Sol que un objeto en la Tierra puede aprovechar es variable y difícil de prever de manera exacta ya que es afectada por factores ambientales y la fuente de energía se encuentra en un movimiento relativo constante, por lo que es conveniente la adición de elementos para su mejor aprovechamiento, un sistema fotovoltaico básico consta de la transformación de la energía solar en eléctrica, un sistema de almacenamiento para lograr un abastecimiento constante y finalmente el aprovechamiento de la energía producida. Los encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica son los módulos formados por celdas fotovoltaicas. La celda es el elemento más pequeño de los sistemas fotovoltaicos, con potencias eléctricas típicas de 1.5 W (0.5 V, 3 A). Para obtener potencias mayores las celdas son conectadas en serie o en paralelo, formando módulos (con potencias típicas del orden de los 50 a 100 W) y paneles fotovoltaicos (>100W).

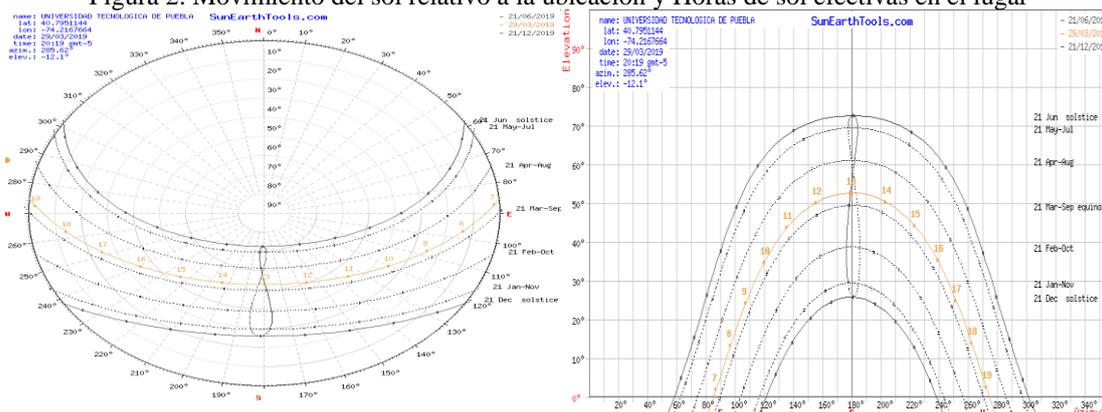
Figura 1 Superficie activa de una célula fotovoltaica típica [CREST]



2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La posición del sol con respecto a un lugar en la tierra puede ser determinada, por las coordenadas del lugar, para el caso nosotros haremos la parte experimental en la Ciudad de Puebla donde las coordenadas son: Latitud $19^{\circ} 3' 0.082''$, Longitud $-98^{\circ} 9' 11.594''$, y partiendo de ellas se determinara la posición de las celdas fotovoltaicas.

Figura 2. Movimiento del sol relativo a la ubicación y Horas de sol efectivas en el lugar



La figura muestra la trayectoria del sol en ella los números indican las horas y la parte más oscura representa la noche, como podemos observar, el sol inicia su aparición aproximadamente a las 6:30 de la mañana y esta pleno a las 8:00 y se oculta a las 20:30 horas.

Para la selección de los paneles solares, se debe conocer el valor de irradianción solar diaria proporcionada a partir de datos estadísticos históricos. Para la zona, es el valor de radiación solar media diaria en superficie con una inclinación $H \left(\frac{KWH}{m^2-día} \right)$

del lugar. En este caso el lugar del proyecto es Puebla, Edificio de Docencia UTP, México, la latitud es 19° 3' 0.082'', Longitud -98° 9' 11.594'' ' con orientación Norte y la irradianción media se da en la siguiente tabla:

La irradianción anual de la Cd. De Puebla es:

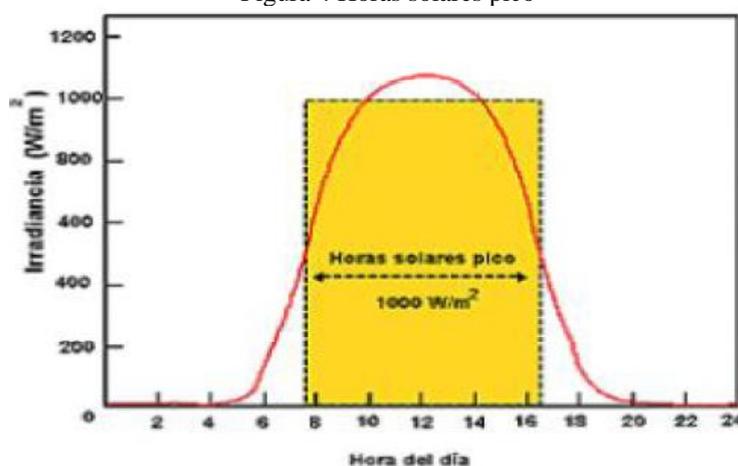
| Ciudad | enero | feb | mar | abr | may | jun | jul | agot | sep | oct | nov | dic | prom |
|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| Puebla Pue. | 4.9 | 5.5 | 6.2 | 6.4 | 6.1 | 5.7 | 5.8 | 5.2 | 5 | 4.7 | 4.4 | 6.4 | 5.5 |

Figura 3 Irradiación en México



La figura 4 muestra la horas útiles del día en base a la irradiación, para nuestro caso se toman las horas solares pico para nuestro caso, $H_p = 5.5$ horas.

Figura 4 Horas solares pico



El consumo de energía diario para cada carga se determina por la demanda de potencia multiplicada por el tiempo de operación diario. A continuación se muestra el consumo de carga del edificio en la Tabla I

Tabla I Consumo de carga del Edificio de Docencia UTP

| UBICACIÓN | TIPO | WATTS | HORAS | WH | A-H | voltaje |
|-----------|---------|-------|-------|-------|----------|---------|
| PA | 4X18 W | 9360 | 7 | 65520 | 2148.196 | 30.65 |
| | PZA 130 | 720 | | 5040 | 164.43 | |
| | 2X18 W | | | | | |
| | PZA 20 | | | | | |
| PB | 4X18 W | 8064 | 7 | 56448 | 1841.69 | 30.65 |
| | PZA11 2 | 1728 | | 12096 | 394.64 | |
| | 2X18 W | | | | | |
| | PZA48 | | | | | |

| | | | | | | |
|--|-----------|-------|--|--------|---------|--|
| | TOTA L | 33.96 | | 119232 | 4548.95 | |
|--|-----------|-------|--|--------|---------|--|

3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES

$$N_p = \frac{E_C * F_S}{H_P * I_m * \eta_W * \eta_T * \eta_{CR}} = \frac{4548.95 * 1.05}{5.5 * 8.17 * 0.97 * 0.95 * 0.95} = 121.42$$

Por lo cual ocuparemos 120 celdas fotovoltaicas para realizar el arreglo en tres fases. Reagrupado en arreglo de circuitos serie paralelo.

Figura N 5 Panel Solar Fotovoltaico CORA 250W

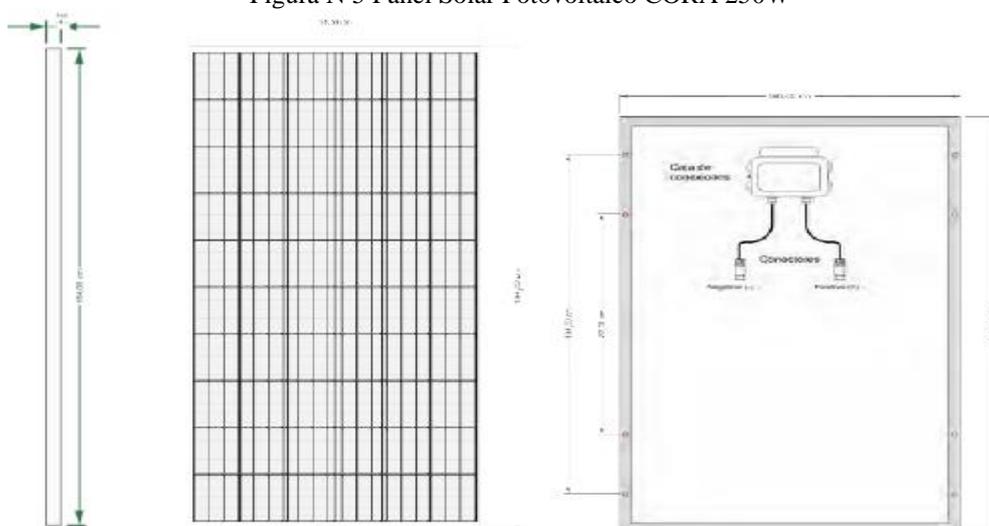
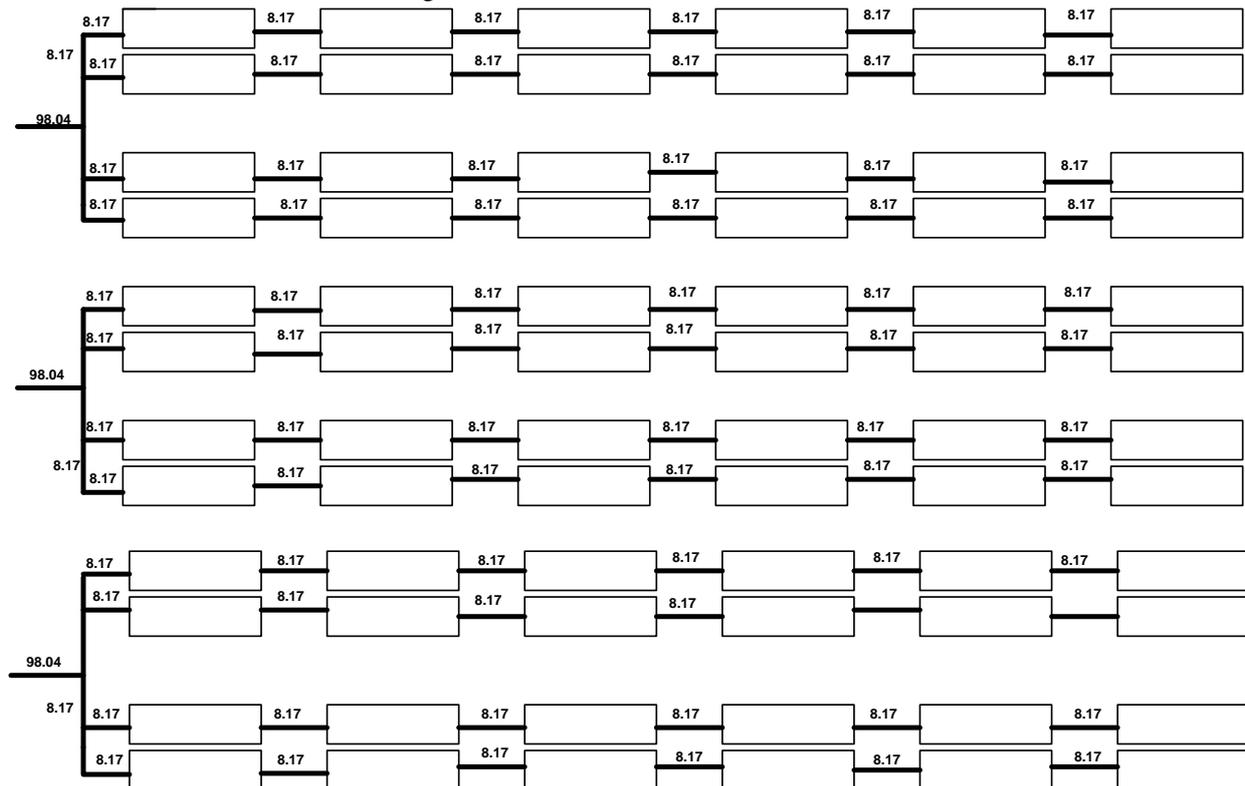


Figura N 6 Características del Panel Solar Fotovoltaico

| Propiedades Técnicas | |
|--|----------------------------|
| Potencia máxima nominal (Pmax) | 250W |
| Voltaje a Pmax (Vmp) | 30.65V |
| Corriente a Pmax (Imp) | 8.17A |
| Voltaje a circuito abierto (Voc) | 37.8V |
| Corriente de Cortocircuito (Isc) | 8.74A |
| Eficiencia de Celdas (%) | 17,40% |
| Eficiencia del Módulo | 15,30% |
| Temperatura de operación (C°) | -40C°+85C° |
| Voltaje máximo del sistema | DC 1000V(TUV) / DC600V(UL) |
| Fusible serie máximo | 15A |
| Tolerancia a potencia máxima | ±3 % |
| Coefficiente de Temperatura a Pmax | (-0.45±0.05)% / C° |
| Coefficiente de Temperatura a Voc | (0.05±0.01) % / C° |
| Coefficiente de Temperatura a Isc | (-0.35±0.05)% / C° |
| NOTC | (47±2) / C° |
| Test en condiciones estándar 1000W/m2. Temp. del módulo 25°C, AM = 1,5 | |

Figura 7 Conexión de Celdas fotovoltaicas



Por lo que utilizamos Cable de Baja Tensión, Monoconductor USE- RHW-2, Aleación de Aluminio, 2000 V, XLPE, 90°C

Figura 8 Cable para alimentar las celdas fotovoltaicas



Figura 9 Celdas Fotovoltaicas instaladas



4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

El sistema fotovoltaico va a conectarse a la red, que consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional. El sistema fotovoltaico solar híbrido es una combinación de la tecnología de la energía solar y la Red Eléctrica de forma de poder integrar de la mejor forma ambas fuentes de Energía. Si la energía producida a través de

generadores fotovoltaicos es suficiente para el consumo, el inversor se utiliza la energía fotovoltaica y la carga de los excedentes a la batería. Del mismo modo, si el consumo es superior a la energía fotovoltaica, el inversor tomara la energía que le falta de la red pública. En ausencia de sol, el inversor, según el consumo de energía, usará la energía exclusivamente podrá tomar energía de la red pública.

Este proyecto es considerado el inicio de una serie de proyectos a la institución para generar una Universidad sustentable en su mayoría obviamente por las demandas de algunos equipos se torna un tanto complejo sin embargo existen alternativas para poder reducir los consumos y aprovechar en gran medida los recursos naturales para nuestro beneficio y nuestro entorno.

Para poder abastecer la demanda de consumo de corriente eléctrica por parte del edificio de docencia con una totalidad, se colocarán paneles solares conectados a la red de suministro local.

El consumo energético diario, tomando en cuenta que el día sábado solo se labora medio día y el domingo a ninguna hora, se planea conectar los paneles a la red para lograr retribuir más a la compañía de luz en estos días de desuso.

Se hará en siguiente etapa la conexión de los inversores y la conexión del suministro con un medidor direccional, así como la instalación de sensores de presencia en los salones para no exceder el consumo eléctrico.

REFERENCIAS

Rui M.G. Castro *Introducción a la energía fotovoltaica*, Universidad Técnica de Lisboa, 2004

<http://aurora.crest.org/>

<http://itesm-ces.blogspot.com/>