



# Sistema fotovoltaica, para suministro de energía solar

FIORELLA QUICIO SAMPEN, Investigadora del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las Fuerzas Armadas (IESTPFFAA) del Ministerio de Defensa

## Resumen:

El sistema fotovoltaico para el suministro de energía solar es una alternativa viable para la ecoeficiencia, la sociedad requiere confiabilidad y bajo costo en el servicio eléctrico. Se analiza opciones de suscitación cerca a la carga y en específico mediante sistemas fotovoltaicos. Los sistemas fotovoltaicos pueden restablecer los perfiles de tensión, garantizar calidad de suministro eléctrico, y transcribir la ocurrencia ambiental en la sociedad. En nuestra investigación evaluamos y caracterización del recurso solar en el para diferentes ángulos de inclinación, el diseño de cada uno de los componentes del sistema fotovoltaico.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, energías renovables, recuso solar, energético.

## Abstract:

The photovoltaic system for the supply of solar energy is symptomatic, society requires reliability and low cost in the electrical service, and options for arousal close to the load and specifically through photovoltaic systems were analyzed. Photovoltaic systems can restore voltage profiles, guarantee the quality of electricity supply, and transcribe the environmental occurrence in society. The evaluation and characterization of the solar resource is also shown in the for different inclination angles, the design of each of the components of the photovoltaic system.

Keywords: Photovoltaic system, renewable energy, solar resource, energy.

## INTRODUCCIÓN

Al transcurrir los años fueron apareciendo nuevos mecanismos de iluminación y de abastecimiento para los mismos (Claudio, 2014). Porque es imposible para nuestra forma de vida actual sobrevivir sin electricidad. Se observa sólo cuando se carece del servicio, y se reflexiona sobre su importancia. Gracias al gran uso que se viene presentando han surgido nuevos mecanismos de creación o suministro de energías que no solo surte nuestras necesidades si no que contribuye con la disminución de contaminación ambiental, estas energías son las energías renovables dentro de estas La energía eólica, solar, térmica, mareomotriz, etc.

Según datos recientes de la Agencia Internacional de Energía (AIE), las energías renovables ascienden a casi el 29% del suministro total de la energía primaria (STEP) en América Latina. Al principio, esta cifra parece relativamente. Los sistemas fotovoltaicos, que permiten la generación de electricidad a

partir de la radiación solar, constituyen una alternativa importante de aumentar la eficiencia de la edificación y reducir el consumo de energía en edificios universitarios y municipales como objetivo primario (Chakraborty et al., 2015).

Con el consumo total reducido de energía del edificio, los edificios pueden llegar a ser menos dependiente de la red y las fuentes de energía renovables pueden tener una mayor participación en la producción energética del campus universitario (Mewes et al., 2017).

## MATERIALES Y METODO

### Panel Solar

Son paneles que cuentan con celdas solares de transmisión elevada y son de fibra texturizada, lo que contribuye a que entregan energía de forma altamente eficiente. Además, cuentan con diodos de bypass que minimizan la caída de potencia causada por sombras.

Figura 1. Panel Fotovoltaico 60 watts. Imagen tomada: propia. (Fecha de actualización: 13 de mayo de 2015)



PARAMETRO	VALOR
Potencia máxima	60W
Tipo de celda	policristalino
Voltaje máximo de potencia (V <sub>pm</sub> )	19,01v
Corriente máxima de potencia (I <sub>mp</sub> )	3.5 A
Voltaje del Circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	22,61V
Intensidad del circuito abierto ( I <sub>sc</sub> )	3,38 A
Numero de Celdas	4*9
Dimensiones del modulo	655* 668* 35 mm
Peso	5,2 Kg

Figura 2: Especificaciones Técnicas panel solar



Figura 3: Lámpara Solar Led

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LÁMPARA LED
45MIL CHIP LED
130 Lm/W – 1560 Lumen
50.000 Horas
CRI: ≥ 70 12V DC
Dimensiones. 34.5 Cm x 10.5 Cm
Grado de Protección: IP65

Figura 4: Especificaciones Técnicas lámpara led

### Batería

Esta batería recargable con sistemas de dióxido de plomo, Sus ventajas son una alta resistencia en climas fríos, su auto descarga sobre el tiempo es mínimo y tiene la eficiencia más alta de todas las baterías de plomo (hasta 95%)



Figura 5: Batería solar Kaise

CARACTERÍSTICAS BATERÍA KAISE	
Voltaje	12 v
Capacidad -Ah	26
Altura	126mm
Anchura	166 mm
Peso (Kg)	8.6

Figura 6: Características Batería solar kaise



Figura 7: Controlador de carga INTI

### Controlador de Carga

Es un controlador muy eficiente ya que cuenta con un chip computarizado especial para un control inteligente y de esta manera ingresar a su configuración con un solo botón.

Corriente de carga máxima	10A
Voltaje del sistema	12V / 24V
Modo de operación	PWM
Consumo de corriente sin carga	< 100 mA
Temperatura de operación	-10C° - 40C°
Peso	0,15 Kg
Dimensiones	13.4*6.8*2.4 cm

Figura 8: Especificaciones Técnicas controlador de carga

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se debe conocer las características del emplazamiento, el perfil de cargas eléctricas, consumo de energía eléctrica, y la radiación óptima en el lugar.

Para la evaluación de la radiación solar, los paneles fotovoltaicos estarán al menos en ángulo de inclinación de 15°. Para la evaluación se tomó en cuenta los ángulos de inclinación Gdm (5) y Gdm (20), para favorecer de este modo su auto limpieza y evitar que elementos como hojas y polvo cubran el panel fotovoltaico.

En la Figura 9, se muestra el comportamiento de la radiación solar durante el año, y se puede verificar que la radiación más desfavorable se da en febrero con 3,88 y 3,81 kWh/m<sup>2</sup>/día, respectivamente para los ángulos óptimos evaluados, y la radiación máxima se da en noviembre con 5,12 kWh/m<sup>2</sup>/día.

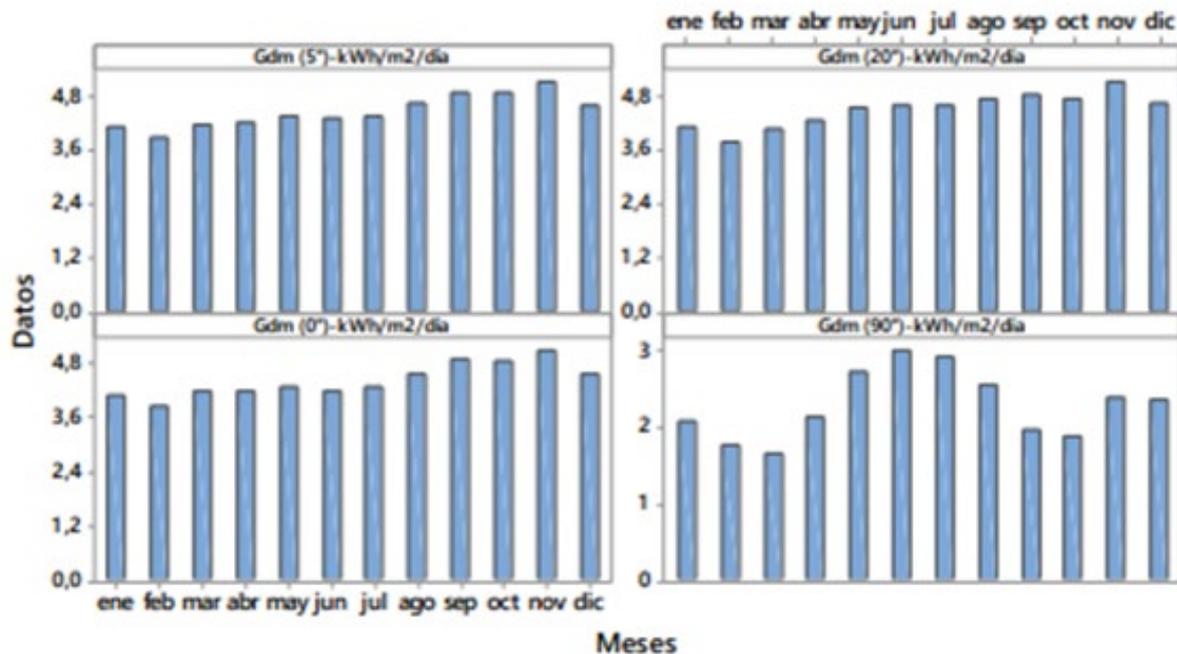


Figura 9. Comportamiento de la radiación solar con distintas inclinaciones (kWh/m<sup>2</sup> /día)

### Estimación y caracterización de la demanda de energía eléctrica

Es fundamental conocer la demanda de energía eléctrica al que va a hacer sometido el sistema. La energía eléctrica diaria media de cada carga, es el producto de la potencia por el tiempo de uso del equipo (Patiño, Tello, y Hernández, 2012). Los cálculos se realizaron con la Ecuación (1).

$$E_{dm,CA} = \sum_{i=1}^n (P \times t)$$

Donde Edm,CA es demanda de energía eléctrica diaria media en corriente alterna, P es potencia nominal del equipo, y t es el número de horas al día que se encuentra en uso el equipo eléctrico.

Tabla 1. Cargas eléctricas del sistema fotovoltaico autónomo (SFA) y demanda de energía eléctrica

No	Descripción	Cant.	Potencia (Watts)	Potencia total (Watts)	Horas/día	Días/sem.	Wh/sem.	Voltaje de op.
1.	Módulo de Electroneumática	2	100	200	2	3	1 200	220 VCA
2.	Módulo de Hidráulica	2	125	250	2	3	1 500	220 VCA
3.	Módulo de Mecanismos	2	100	200	2	3	1 200	220 VCA
4.	Módulo Controlador Lógico Programable (PLC)	1	300	300	2	3	1 800	220 VCA
5.	Módulo de Robótica	1	350	350	2	3	2 100	220 VCA
6.	Computadora	2	100	200	4	3	2 400	220 VCA
7.	Proyector Multimedia	1	260	260	2	3	1 560	220 VCA
8.	Ventiladores	4	200	800	2	3	4 800	220 VCA
9.	Iluminación del Laboratorio	16	24	384	4	3	4 608	220 VCA
<b>Total demanda de energía eléctrica/semana</b>							<b>21 168</b>	<b>Wh/sem.</b>
<b>Total demanda de energía eléctrica/día</b>							<b>7 056</b>	<b>Wh/día</b>

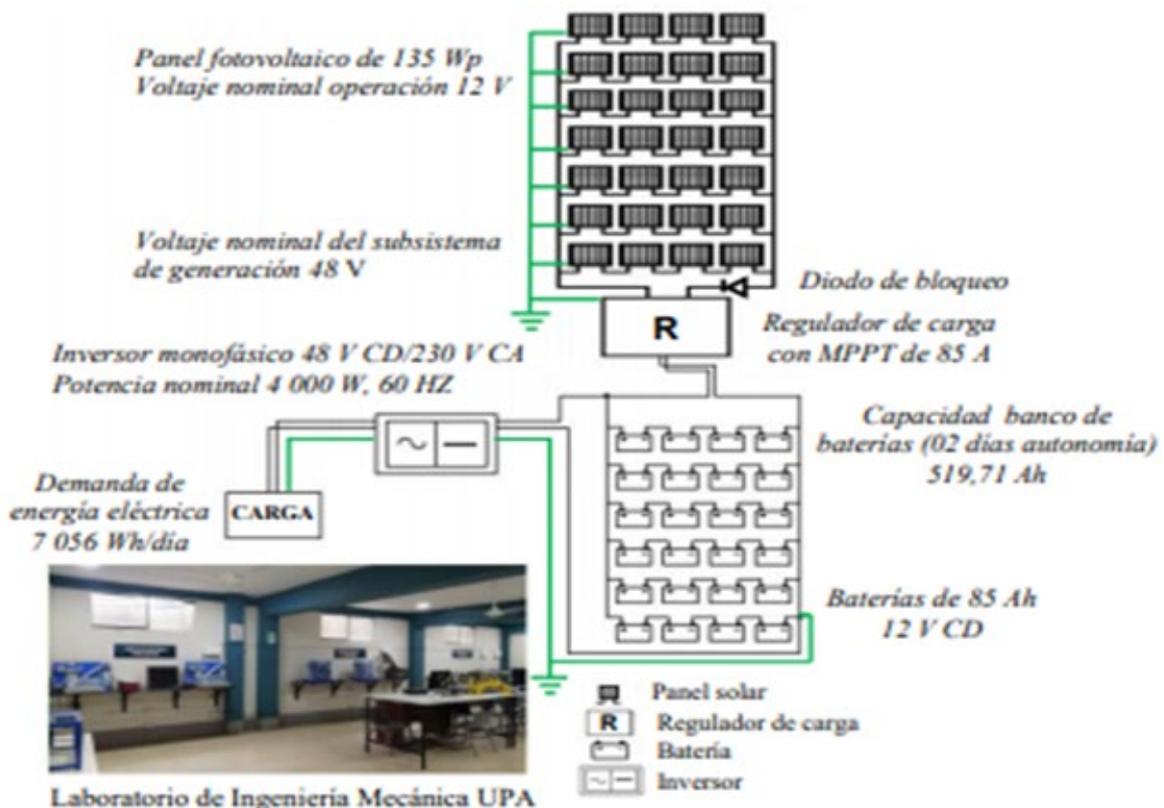
En inversores los parámetros utilizados para el dimensionamiento son la tensión nominal de entrada, y la potencia nominal. Para la potencia nominal del inversor se aplica el criterio de que las sumas de todas las potencias de los receptores puedan funcionar de forma simultanea no sobre o pase dicha potencia nominal (Aranda y Ortego, 2011; Mendez y Cuervo, 2012). La tensión de entrada en el inversor de una instalación fotovoltaica no siempre será constante, el inversor debe ser capaz de convertir distintas tensiones continuas dentro de un determinado rango. Para dimensionar el inversor se tiene en cuenta la potencia que demanda la carga en corriente alterna (CA), de forma que se seleccione un inversor cuya potencia nominal sea algo superior a la máxima demanda eléctrica de la carga. Se debe evitar el sobredimensionamiento del inversor para tratar de hacerlo trabajar en la zona donde presenta mejores eficiencias. Es muy poco probable que todas las cargas eléctricas funcionen al mismo tiempo, asumiendo el caso crítico, es recomendable considerar un factor de simultaneidad 100 %.

Tabla 2. Insolación mes crítico para determinar la inclinación del arreglo fotovoltaico

Inclinación a Latitud 5°				Inclinación a Latitud 20°			
des	Carga corregida (Ah/día)	Horas sol pico (HSP)	Corriente del proyecto	Mes	Carga corregida (Ah/día)	Horas sol pico (HSP)	Corriente del proyecto
E	187,09	/	4,13 = 45,30	E	187,09	/	4,13 = 45,30
F	187,09	/	3,88 = 48,22	F	187,09	/	3,81 = 49,11
M	187,09	/	4,19 = 44,65	M	187,09	/	4,06 = 46,08
A	187,09	/	4,24 = 44,13	A	187,09	/	4,26 = 43,92
M	187,09	/	4,37 = 42,81	M	187,09	/	4,56 = 41,03
J	187,09	/	4,31 = 43,41	J	187,09	/	4,59 = 40,76
J	187,09	/	4,39 = 42,62	J	187,09	/	4,63 = 40,41
A	187,09	/	4,65 = 40,24	A	187,09	/	4,76 = 39,31
S	187,09	/	4,91 = 38,10	S	187,09	/	4,83 = 38,74
O	187,09	/	4,88 = 38,34	O	187,09	/	4,76 = 39,31
N	187,09	/	5,12 = 36,54	N	187,09	/	5,12 = 36,54
D	187,09	/	4,61 = 40,58	D	187,09	/	4,65 = 40,24

Topología del sistema fotovoltaico diseñado

En la Figura 2, se muestra la topología del sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica considerando una autonomía de 02 días.



## RESULTADOS

### Ficha técnica

La Tabla 3, muestra los resultados del diseño propuesto para el subsistema de generación fotovoltaico. Así como la demanda de energía eléctrica diaria media, voltaje nominal del subsistema de generación, y número de paneles fotovoltaicos en serie y en paralelo.

Tabla 3. Resultados de diseño para el subsistema de generación

Especificaciones técnicas de diseño	Demanda energía eléctrica diaria media (Wh/día)	Voltaje nominal del SFVA (V)	Número de paneles fotovoltaicos		
			Serie	Paralelo	Total
Panel FV multicristalino Kyocera (KD135SX-UPU) de 135 Wp, voltaje nominal de operación 12 V, corriente de operación 7,63 A, voltaje punto de operación 17,17 V, y corriente corto circuito 8,37 A	7 056,00	48	04	07	28

Figura 9: sistema fotovoltaico diseñado

La Tabla 4, muestra los resultados para el subsistema de almacenamiento, el resultado del diseño planteado considera un voltaje nominal del banco de baterías de 48 V. Las baterías seleccionadas son de 85 Ah, 12 V CD, analizado para una autonomía de 02 y 03 días. De acuerdo a condiciones climatológicas

Tabla 4. Resultados del diseño para el subsistema de almacenamiento

Especificaciones técnicas de diseño	Baterías							
	02 días autonomía				03 días autonomía			
	Capacidad banco de baterías (Ah)	Serie	Paralelo	Total	Capacidad banco de baterías (Ah)	Serie	Paralelo	Total
Bateria Trojan 24TMX, 85 Ah, 12 V CD, de electrolítico líquido plomo ácido, estacionaria, y de descarga profunda	519,71	04	06	24	779,56	04	09	36

La Tabla 5, muestran los resultados del diseño para el subsistema de regulación y de potencia, el diseño planteado considera 01 regulador de 85 A, y 48 V CD; y 01 inversor monofásico de 48 V CD/230 V CA, potencia aparente 5 000 VA, potencia 4 000 W, y 60 HZ. Además, con los posibles incrementos en el consumo de energía eléctrica, puede optarse por la adición de más paneles fotovoltaicos y reguladores que se conectan en paralelo a los ya existentes.

Tabla 5. Resultados del diseño para los subsistemas de regulación y de potencia

Especificaciones técnicas de diseño	Reguladores		Cantidad de inversores
	Corriente de salida calculado (A)	Cantidad de reguladores	
Regulador de carga Victron Energy (MPPT 150/85) de 85 A, 48 V y 4 850 W. Inversor Phoenix Victron Energy (48/5 000) monofásico de 48 V CD/230 V CA, 5 000 VA, 4 000 W, 60 HZ, eficiencia de 95 %.	73,24	01	01

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Kumari, J. S., Sai, C., y Babu, A. K. (2012). Design and Analysis of P Y O and I y O MPPT Techniques for Photovoltaic System, 2(4), 2174-2180.

Mendez, J., y Cuervo, R. (2012). Energía solar fotovoltaica. (FC, Ed.) (7 ed.). Madrid, España.

Auto Solar. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de Auto Solar: <https://autosolar.es/regulador-de-carga>.

Cambio Climático .org. (s.f.). Recuperado el 03 de 10 de 2014, de <http://www.cambioclimatico.org/content/resumen-del-protocolo-de-kyoto>

Claudio, P. (27 de 11 de 2014). Historia Universal. Recuperado el 30 de 11 de 2014, de Historia Universal: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/fuego.htm>