

Análisis comparativo de dos instalaciones fotovoltaicas de 3kWp con Fronius IG PLUS vs SMA Sunny Boy de la U.T.B.B

PAREDES, César*†, DIBENE, Luis y FLETES, Noé.

Recibido Abril 7, 2016; Aceptado Junio 13, 2016

Resumen

Al momento de dimensionar un sistema fotovoltaico la primera pregunta es ¿Qué marca?. En el presente artículo se analizó la generación de dos sistemas fotovoltaicos con paneles de silicio Policristalino marca Solartec modelo S60-PC250 interconectados a la red de Comisión Federal de Electricidad. Cada sistema consta de 12 paneles, 1 sistema con inversor Fronius modelo IG PLUS 3.0-1 más tarjeta de comunicación Datalogger-web, el segundo con inversor SMA modelo SunnyBoy 3000US más sistema de comunicación Webbox. durante 7 días se midió la generación de cada inversor bajo las mismas condiciones de instalación, 20° de inclinación, orientados al sur y los inversores instalados en el mismo sitio, además, se usó la misma tubería para el cableado, previo a los resultados el inversor Fronius entregaba 1.7710 % arriba del SMA, esto podrían tener impacto en cuanto más grande sea el sistema, las mediciones hechas con dos testigos marca HIOKI modelo PW3360 calibrados para hacer la medición de manera simultánea en cada sistema. En el periodo medido del 24 de mayo de 2016 11:50 hrs al 30 de mayo de 2016 9:50 hrs, el Fronius registró una generación de 88.5119 kWh vs SMA por 86.9443 kWh.

Fronius, SMA, UTBB, Fotovoltaica

Citación: PAREDES, César, DIBENE, Luis y FLETES, Noé. Proceso Análisis comparativo de dos instalaciones fotovoltaicas de 3kWp con Fronius IGPLUS vs SMA Sunny Boy de la U.T.B.B. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-7: 31-37

Abstract

When sizing a photovoltaic system, the first question is: what brand is it? In this article, the generation of two photovoltaic systems with polycrystalline silicon panels is analyzed. The brand used is Solartec S60-PC250. The systems are interconnected with the network of Federal Electricity Commission. Each system consists of 12 panels, one system with an inverter Fronius IG PLUS. 3.0- 1 plus communication card Datalogger-web. The second inverter SMA model SunnyBoy 3000US more communication system Webbox. During seven days, both investors were measured (generacion) under the same installation conditions: 20 ° tilt facing south and installed on the same site. Besides, the same pipeline was used for wiring works. Before the results, the investor Fronius gave 1.7710% above the SMA, this could impact the larger system, measurements made with two witnesses brand HIOKI PW3360 model calibrated for measuring simultaneously in each system. In the period from May 24, 2016 at 11:50 hrs through May 30, 2016 at 9:50 pm, the Fronius recorded a generation of 88.5119 86.9443 kWh per kWh vs SMA.

Fronius, SMA, UTBB, Photovoltaic

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: cparedes@utbb.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La radiación solar que llega a la tierra es una de las fuentes de energías con más potencial y actualmente se tienen dos desventajas, no es una fuente constante ya que solo se tiene de forma variable durante el día y en segundo lugar los paneles solares comerciales no son muy eficientes. Además existen en el mercado una variedad de marcas y modelos tanto de paneles e inversores preparados para interconexión a la red. Estos inversores son los encargados de hacer el monitoreo y enlace entre la instalación solar (corriente directa) y la red eléctrica y sus cargas (corriente alterna). En las instalaciones interconectadas a la red, el inversor es un elemento de extrema importancia. No solo por realizar la conversión de la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, sino también debe sincronizarse con la onda generada por la red de CFE.

Además de ello, el inversor cumple en una instalación conectada a red otra función primordial: garantizar que los paneles trabajen tan cerca del punto de máxima potencia como sea posible (MPP). Existen algunos inversores con varios seguidores del MPP, que permiten trabajar en dos o tres orientaciones diferentes en una misma instalación: se trata de una opción útil, por ejemplo, en una instalación a dos aguas.

Al haber una variedad de inversores para interconexión. En el mercado hay de las marcas de mejor calidad hasta los de baja calidad. Así como un panel debe ser lo suficiente eficiente para poder generar la mayor cantidad de energía a medida que llega, de igual forma el inversor debe ser lo suficiente eficiente para poder convertir toda esa energía en corriente alterna, con la menor pérdida y menor consumo del mismo.

Tanto el panel solar como los inversores cuentan con su curva de eficiencia, estas curvas (gráficas), muestran el comportamiento del equipo durante el día, la eficiencia de ambos equipos

Radiación solar

El sol es una esfera gaseosa, cuyos componentes son el hidrógeno, el helio, el carbono y otros elementos de menor importancia.

Tiene un diámetro de 1, 400,000 km y mientras su densidad en el núcleo es de 76,000 kg/m³, la media no alcanza a los 1,400 kg/m³, es decir, muy inferior a la de la tierra (5,500 kg/m³).

El sol es la perfecta central nuclear que conocemos y en su seno se desarrollan reacciones termonucleares (García & Lapetra, 2003)

Las radiaciones solares se clasifican en tres, la radiación *directa*, es aquella que llega directamente sin ser dispersadas, radiación *difusa*, es aquella procedente de toda bóveda celeste, excepto la que llega del sol, radiación de *albedo*, es aquella que procede del reflejo del suelo de parte de la radiación de las montañas, lagos, etc. De esas 3 radiaciones surge la cuarta, radiación *global*, siendo la suma de las 3 anteriores. (Enríquez Harper, 2014)

Radiación solar en Nuevo Vallarta, Nay

La UTBB cuentan con tres piranómetros midiendo las irradiancias (radiación) Global difusa G_d (w/m^2), Global inclinada G_{i20° (w/m^2) y Global horizontal G_h (w/m^2), con esas tres mediciones se calcula la energía que llega en un determinado periodo, a partir de unos métodos matemáticos se pueden interpretar las lecturas de los piranómetros.

$$G_d = \frac{\sum_{0\text{ hrs}}^{24\text{ hrs}} Avg}{6} = w/m^2 \quad (1)$$

$$HSHd = \frac{G_d}{1000} = kW - h/m^2 \quad (2)$$

$$G_i = \frac{\sum_{0\text{ hrs}}^{24\text{ hrs}} Avg}{6} = w/m^2 \quad (3)$$

$$HSHi_{20^\circ} = \frac{G_i}{1000} = kW - h/m^2 \quad (4)$$

$$G_h = \frac{\sum_{0\text{ hrs}}^{24\text{ hrs}} Avg}{6} = w/m^2 \quad (5)$$

$$HSGH = \frac{G_h}{1000} = kW - h/m^2 \quad (6)$$

Los piranómetros registran lecturas correspondientes al promedio de 10 minutos.

Irradiancia: Es la intensidad de la luz solar, las unidades más comunes son watts por metro cuadrado (w/m^2). (García & Lapetra, 2003)

Insolación: Es la cantidad de energía solar recibida durante un intervalo de tiempo, las unidades más comunes son watt-hora por metro cuadrado ($w-h/m^2$), por lo general se expresa en horas. (García & Lapetra, 2003)

En la figura 1 se muestra de forma gráfica el concepto de insolación (Hsp, Hora solar pico) y la irradiancia, no se debe confundir con las horas de luz que se tiene en el día, $1\text{ kW-h/m}^2 = 1\text{ Hsp}$.

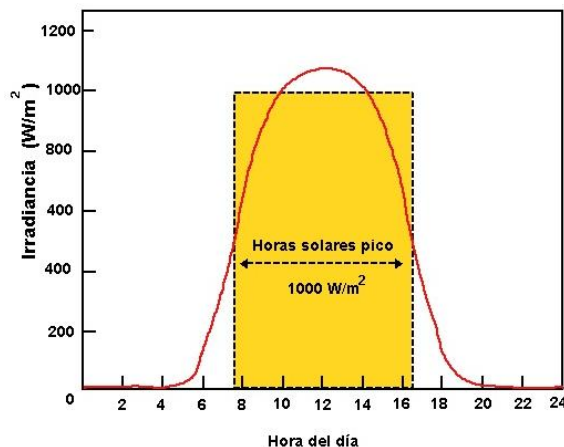


Figura 1 Horas solar pico, calculationsolar.com

En la tabla 1 se muestra el resumen de las horas solar pico (insolación solar) medidos por los piranómetros marca Kipp&Zonnen modelo CMP3 para las coordenadas 20.708599 -105.285427

Irradiancias e Insolación 24 al 30 de Mayo de 2016			
Fecha	Difusa (kW-h/m ²)	Horizontal (kW-h/m ²)	Inclinada 20° (kW-h/m ²)
24	2.7	7.3	6.5
25	2.9	7.3	6.5
26	3.2	5.7	5.2
27	2.9	7.3	6.4
28	3.0	7.3	6.5
29	2.9	7.1	6.3
30	3.1	7.1	6.3
31	3.0	6.9	6.2
Pro.	3.0	7.0	6.3

Tabla 1 Datos registrados.

Inversor de corriente para sistemas interconectados

Una instalación fotovoltaica interconectada esta compuesta a grandes rasgos por.

1. Panel solar fotovoltaico
2. Fusibles para DC de acción rápida
3. Inversor de corriente DC – AC
4. Interruptor para AC

5. Conductores eléctricos

Como se ha mencionado, los dos componentes principales son el panel solar y el inversor, ambos tienen distinta función, pero algo en común, aprovechar al máximo la energía solar. El panel solar debe ser capaz de generar la mayor cantidad de energía y el inversor debe ser capaz de convertir la mayor cantidad de energía sin pérdidas.

El inversor cambia el voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida en corriente alterna copiando las magnitudes y frecuencia de la compañía suministradora Comisión Federal de Electricidad (CFE).

En la UTBB se cuenta con dos instalaciones fotovoltaicas interconectadas a la red, cada instalación hasta cierto punto son iguales, la única diferencia es la marca y modelo de inversor, una cuenta con Fronius IG PLUS 3.0-1 y la segunda con SMA Sunny Boy 3000. Cada inversor cuenta con su propio datalogger de monitoreo y control.

El experimento consistió en registrar la información por los datalogger y además utilizar un segundo testigo para verificar la precisión de los datalogger, el testigo utilizado fue un analizador de redes eléctricas marca Hioki modelo PE3360 calibrado.

El periodo de registro fue del 24 de mayo de 2016 11:50 hrs al 30 de mayo de 2016 9:50 hrs, en la tabla 2 se muestran los registros del Webbox del inversor SMA y Datalogger-web de Fronius.

Fecha	SMA (kW-h)	Fronius (kW-h)
24 May. 2016	14.94	15.57
25 May. 2016	15.61	16.40
26 May. 2016	12.60	13.18
27 May. 2016	15.42	16.22
28 May. 2016	15.52	16.28
29 May. 2016	15.25	15.99
30 May. 2016	15.07	15.80
31 May. 2016	14.82	15.56
E-Total	119.23	125.04
Promedio	14.90	15.57

Tabla 2 Energía registrada por los datalogger

En el gráfico 1 se puede diferenciar la energía entregada por cada inversor, cabe mencionar que las lecturas graficadas son las registradas por los datalogger de cada inversor, Fronius con la Datalogger-web y SMA con la WebBox.

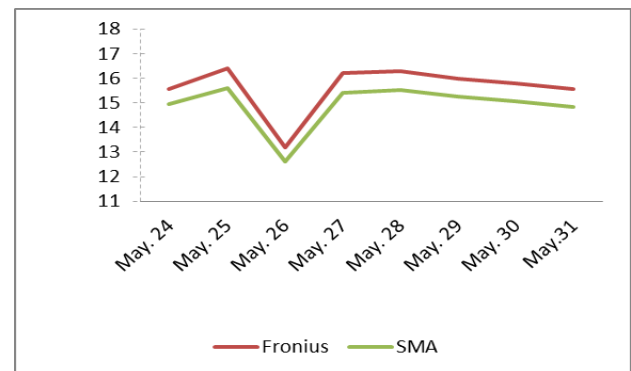


Gráfico 1 Valores registrados por los datalogger

En la tabla 3 se muestran los datos registrados por los analizadores de redes Hioki, al igual que los datalogger marcan una diferencia entre cada inversor. Cabe mencionar que el periodo de muestreo para los analizadores fue del 24 de Mayo 11:50 hrs al 30 de Mayo 9:50 hrs. Debido a los horarios de inicio y fin de registro el 24 y 30 de Mayo presentan una lectura baja.

Fecha	Hioki Fronius	Hioki SMA
24 Mayo	10.50	10.16
25 Mayo	16.01	15.68
26 Mayo	12.83	12.71
27 Mayo	15.84	15.52
28 Mayo	15.87	15.59
29 Mayo	15.59	15.31
30 Mayo	1.88	1.91
E-Total	88.52	86.88
Promedio	14.44	14.16

Tabla 3 Datos registrados por los analizadores de redes Hioki.

A partir de la tabla 4 se muestra el grafico 2 para distinguir las diferencias y también se discrimina el día 30 de mayo por presentar una lectura muy por debajo del promedio.

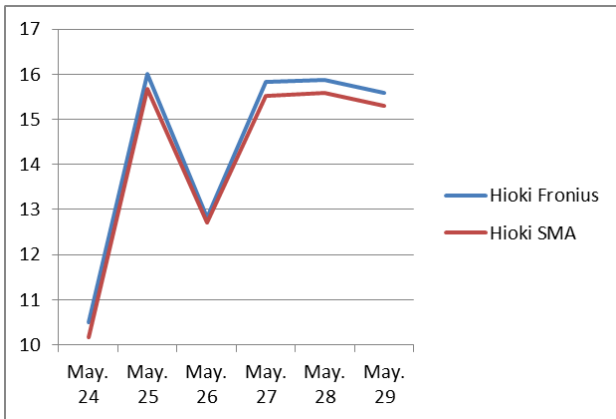


Grafico 2 Datos registrados por los analizadores Hioki PW3360

Análisis de resultados

De acuerdo a la radiación solar medida en la UTBB de **7.0 kW-h/m²** en las coordenadas mencionadas y comparados con los valores emitidos por la The National Aeronautics and Space Administration (NASA), (ver la tabla 7), en el mes de Mayo hay un promedio de **7.71 kW-h/m²**, con base a lo mencionado, se puede decir que los piranometros presentan una lectura confiable para manejo de datos. No obstante la radiación que nos interesa es la horizontal inclinada a 20° debido a la inclinación de los paneles solares de la UTBB.

Los datos registrados por los dataloger muestran que el inversor Fronius presenta una mejor eficiencia frente al inversor SMA, mínima, las condiciones físicas de los inversores fueron las mismas, paneles en el mismo sitio, misma tubería, trayectoria, calibre del conductor y temperatura ambiente del los inversores. Tomando en cuenta los valores registrados en la tabla 2 arrojan una diferencia promedio de 0.73 kW-h, a favor de Fronius en el periodo del 24 al 31 de mayo, la diferencia total de ese periodo fue de 5.18 kW-h, de igual forma con los analizadores de redes Fronius tuvo mejor generación pero con diferentes valores, SMA con 86.88 kW-h y un promedio día de 14.16, Fronius con 88.52 kW-h y un promedio día de 14.44 kW-h.

Otros parámetros registrados por los analizadores de redes muestran que el voltaje se comporta de manera estable, los niveles armónicos se encuentran dentro de los valores establecidos por el fabricante, en el periodo de muestreo del periodo ningún inversor llego a su máxima potencia, 3000 W

La probable respuesta sobre la ligera ventaja de generación de Fronius frente a SMA se deba a:

Los inversores Fronius cuentan con la tecnología “concepto Fronius MIXTM”, la cual consiste en manejar 3 módulos idénticos de potencia. Dependiendo del nivel de uso, los módulos de potencia pueden ya sea funcionar simultáneamente o sólo los que son requeridos para manejar la potencia de insolación presente a una hora en particular y que son llamados para ello. Esto optimiza la utilización de cada módulo, resultando en el máximo rendimiento. (Fronius)

Anexos

Parámetros eléctricos del inversor Fronius

Potencia recomendada	2500-3450 Wp
Gama de voltaje MPP	230-500 Vdc
Máximo voltaje (1000m ² /14°C en marcha sin carga)	600 Vdc
Voltaje de entrada nominal	390 Vdc
Corriente de entrada nominal	8.3 A
Máxima corriente de entrada	14 A
Máxima corriente de corto circuito	18 A
Potencia de salida (Pnom)	3000 W
Máxima potencia de salida	3000 W
Voltaje de red nominal	240 Vac
Tolerancia de red	+10/-12 %
Precisión de los límites de tensión	1% del valor nominal
Frecuencia de salida	60 Hz
Precisión de los límites de frecuencia	0.05 %
THD	<3%
Máximo rendimiento	96.2%
Consumo por la noche	<1 W
Consumo durante funcionamiento	8 W
Temperatura ambiente admisible	-25 a 55 °C

Tabla 4 Ficha técnica de inversor Fronius, Fronius

Parámetros eléctricos del inversor SMA

Máxima potencia recomendada	3200 W
Máximo voltaje	500 Vdc
Voltaje nominal	250 Vdc
Máxima corriente de entrada	17 A
Potencia nominal de salida	3000
Voltaje de red nominal	240 Vac
Máxima corriente de salida	13 A
THD	<4%
Máxima eficiencia	96.5%
Consumo por la noche	0.1 W
Temperatura ambiente admisible	-25 a 45 °C

Tabla 5 Ficha técnica de inversor SMA

Mes	Radiación solar horizontal (kW-h/m ²)
Enero	4.67
Febrero	5.69
Marzo	6.84
Abril	7.42
Mayo	7.71
Junio	7.09
Julio	6.40
Agosto	6.01
Septiembre	5.35
Octubre	5.46
Noviembre	5.02
Diciembre	4.36
Promedio	6.00

Tabla 6 Radiación medida por la NASA Lat. 20 Lon. - 105

Agradecimiento

La presente publicación se logro gracias a los intereses de todos los involucrados, desde la compra de todos los equipos instalados y todo el equipamiento utilizado para los muestreos, sin olvidar los alumnos responsables de las instalaciones fotovoltaicas de la universidad que fueron como parte de su aprendizaje y bajo la modalidad 30% teórico 70% practico.

Los autores agradecen en especial a la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas por otorgar todas las facilidades en el desarrollo del presente artículo y todos los que están en desarrollo, especialmente a los alumnos que muestran interés y apoyo en el desarrollo de trabajos como este.

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos en el periodo de registro se muestra como cada inversor es eficiente, en los 7 días de muestreo Fronius presentó mejor generación, finalmente se debería hacer un muestreo anual, con la intención de definir la grafica de comportamiento de cada inversor (marca), para la zona de Nuevo Vallarta y sus alrededores donde se tienen climas con humedad superiores al 80% y temperaturas superiores de 28°C.

Referencias

Atmospheric Science Data Center. (03 de Septiembre de 2016). *NASA Surface meteorology and Solar Energy*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2016, de NASA Langley: <https://eosweb.larc.nasa.gov>

Comisión Federal de Electricidad. (2005). *Desviaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente en el suministro y consumo de energía eléctrica*. México.

Enríquez Harper, G. (2014). *El ABC de las instalaciones eléctricas en sistemas eólicos y fotovoltaicos*. México: Limusa.

Fronius. (s.f.). *Fronius México*. Obtenido de <http://www.fronius.com.mx>

Garcia, J. J., & Lapetra, B. (2003). *Cálculo de la energía solar*. Madrid: Bellisco Ediciones.

Manual del equipo Hioki PW3360.

SMA Solar Technology. (s.f.). Obtenido de <http://www.sma-america.com/>

Std IEEE. (2014). *519-2014 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*.