

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL CDITI EN LA CIUDAD DE DOSQUEBRADAS

PERFORMANCE ANALYSIS OF THE IMPLEMENTED PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY SYSTEM FOR ELECTRICITY GENERATION IN THE CDITI INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL DESIGN AND INNOVATION CENTER IN THE CITY OF DOSQUEBRADAS

Autores: Ing. Johanny Gallego Meneses, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Colombia, jgallegom@sena.edu.co

Resumen

Este artículo presenta los valores de energía solar fotovoltaica generada con 24 paneles solares fotovoltaicos instalados en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, en el cual se tuvo en cuenta la ubicación geográfica de la ciudad de Dosquebradas, su cambiante clima, sus bancos de nubes constantemente ubicados sobre la ciudad, los cuales impiden en gran medida la incidencia de los rayos solares sobre los techos de sus edificaciones, siendo estas algunas de las características de la ciudad en la región andina que a su vez desmejora la oportunidad de captar más irradiación solar. Los datos presentados en este artículo han sido obtenidos del software de control y supervisión Solar Power del inversor Hybrid 10kW PV Inverter instalado para el propio sistema híbrido que funciona en el CDITI. La información obtenida será objeto de consulta para futuros proyectos de mediana y gran proporción en el ámbito de las energías renovables, dadas sus características de obtención de datos en tiempo real y comprobables.

Palabras clave: energía solar fotovoltaica, clima, inversor, tiempo real.

Abstract

This article presents the values of solar energy generated with 24 photovoltaic solar panels installed in the Center for Industrial Technology Design and Innovation, taking into account the geographical location of the Dosquebradas city, this its changing climate, it's because the cloud banks constantly located over the city, greatly preventing the incidence of solar rays

on the roofs of its buildings, these being some of the characteristics of the city in the Andean region that in turn deteriorates the opportunity to capture more solar irradiation. The data presented in this article, have been obtained from the Solar Power control and supervision software of the Hybrid 10kW PV Inverter inverter installed for the hybrid system itself that works on the CDITI. The information obtained will be subject to consultation for future projects of medium and large proportion in the field of renewable energy, given its characteristics of obtaining real-time and verifiable data, compared even with the local climate, the latter information obtained from the page Nasa Power Solar website for Dosquebradas city.

Keywords: photovoltaic solar energy, weather, inverter, real time.

1. Introducción

La Energía Solar Fotovoltaica también conocida como irradiación solar es la cantidad de energía que se acumula por la incidencia de los rayos solares sobre una superficie durante un periodo de tiempo que puede ser dado en las mismas unidades conocidas del tiempo, comúnmente se encuentra en kilo Vatios hora por cada metro cuadrado (Harper, 2016).

Generar electricidad por medio de sistemas solares fotovoltaicos es una de las actividades últimamente más nombradas con el impulso que tomaron las energías renovables, después del Acuerdo para el Cambio Climático de París en 2015, el uso de la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una

alternativa cada vez más atractiva en Colombia, la ubicación geográfica del país, el auge de nuevos mercados de energías renovables con precios muy competitivos y por último, pero no menos importante los beneficios tributarios que ofrece la ley 1715 de 2014, han servido de trampolín para pequeños y grandes proyectos basados en sistemas solares fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta los valores de irradiación promedio para las diferentes zonas del país, es de notar la baja de irradiación en un 25% para la Zona Andina (Atlas de radiación solar, 2019) donde está ubicada la ciudad de Dosquebradas y esto debido a factores como los bancos de nubes que suelen asentarse en la ciudad, por esta razón es importante contar con información real obtenida en la zona de manera experimental, e incluso poderse comparar con información de otras localidades y zonas del país. El SENA en su centro de formación CDITI ha apostado a las energías limpias e instaló un sistema solar fotovoltaico híbrido para dar energía eléctrica a los circuitos de iluminación de los ambientes de Fabricación Mecánica y Confecciones. Este sistema hace parte del laboratorio para el semillero de investigación hábitat y gestión ambiental y energética para la innovación y permitirá presentar este artículo concerniente a la eficiencia energética lograda con los equipos descritos.

Para determinar la cantidad de energía solar fotovoltaica generada en una zona específica pueden ser utilizados modelos de estimación de radiación solar incidente. En el caso específico del CDITI, en 2018 el autor Grajales Jhon Daniel publicó su artículo Modelo de estimación de radiación solar incidente sobre superficies horizontales e inclinadas en el CDITI para implementación de sistemas solares fotovoltaicos, donde se puede apreciar cómo los valores de radiación mostrados en tablas y documentos de consulta abierta, son estimados y pueden variar dependiendo del día y

mes del año sin coincidir de manera precisa con las cifras nombradas por reconocidas páginas web de consulta, como el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Estos niveles pueden variar de manera dinámica a lo largo del año, la estimación de la fracción promedio de radiación difusa incidente mensual para las condiciones del CDITI en el mes de septiembre es de 2,11 kW/m² (Grajales, 2018: Tabla 2). Sin embargo, estimar la energía a generar puede ser un dato sujeto a cambios y el valor real ser objeto de estudio dependiendo de las características técnicas del sistema solar fotovoltaico instalado.

El objetivo de este artículo es mostrar los valores reales de energía solar fotovoltaica generada durante una muestra de 4 días del mes de septiembre del año 2019, información extraída del inversor del sistema híbrido instalado en el CDITI.

2. Diseño Metodológico

Durante mes de septiembre del año 2019 se tomaron las mediciones de energía solar generada por el sistema solar fotovoltaico híbrido instalado en la cubierta del ambiente de formación del área textil del quinto piso del edificio del Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial CDITI ubicado en la ciudad de Dosquebradas departamento de Risaralda, de las mediciones de este sistema se utilizaron los siguientes elementos:

Ficha técnica de los paneles solares instalados en cubierta 24 unidades instaladas

Figura 1. Ficha técnica panel solar de 255W. Fuente: ET Module Polycrystalline Towards Excellence. Fuente. Elaboración propia

ELECTRICAL SPECIFICATIONS				
Model Type	ET-P660265WB ET-P660265WW	ET-P660260WB ET-P660260WW	ET-P660255WB ET-P660255WW	ET-P660250WB ET-P660250WW
Peak Power (Pmax)	265W	260W	255W	250W
Module Efficiency	16.29%	15.98%	15.67%	15.37%
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.74V	30.59V	30.29V	30.12V
Maximum Power Current (Imp)	8.62A	8.50A	8.42A	8.30A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.29V	38.16V	37.89V	37.58V
Short Circuit Current (Isc)	9.24A	9.07A	9.00A	8.88A
Power Tolerance	0 to +5W			
Maximum System Voltage	DC 1000V (IEC)			
Nominal Operating Cell Temperature	45.3±2°C			
Fire Safety	Class C			
Maximum Series Fuse Rating	20A			

MODEL	10KW
RATED POWER	10000 W
PV INPUT (DC)	
Maximum DC Power	14850 W
Nominal DC Voltage	720 VDC
Maximum DC Voltage	900 VDC
Working DC Voltage Range	300 VDC ~ 900 VDC
Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage	320 VDC / 350 VDC
MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range	350 VDC ~ 850 VDC / 400 VDC ~ 800 VDC
Maximum Input Current	2*18.6 A
Isc PV (absolute maximum)	25 A
Max. inverter back feed current to the array	0 A
GRID OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P)
Output Voltage Range	184 - 265 VAC per phase
Output Frequency Range	47.5 ~ 51.5 Hz or 59.3~ 60.5Hz
Nominal Output Current	14.5 A per phase
Inrush Current/Duration	17 A per phase / 20ms
Maximum Output Fault Current/Duration	51 A per phase / 1ms
Maximum output Overcurrent Protection	51 A per phase
Power Factor Range	0.9 lead – 0.9 lag

Ficha técnica inversor instalado

Figura 2. Ficha técnica Inversor Híbrido. Fuente: User Manual Hybrid 10kW PV Inverter

Los 24 paneles instalados fueron configurados en una conexión serie de 12 paneles para constituir dos cadenas o ramales generando 440Vdc por cada ramal, ambos ramales conectados en paralelo. Ver figura 3 Paneles instalados y figura 4 Disposición eléctrica de paneles.



Figura 3. 24 Paneles solares fotovoltaicos de 255W cada uno, instalados sobre techo CDITI. Fuente: Autor

2.1 Mediciones y Datos utilizados

Los paneles instalados presentan las siguientes medidas cada uno, logrando un área total cubierta por 24 paneles de 39,045 m²:

1640×992×40mm (64.57×39.06×1.58 inch)

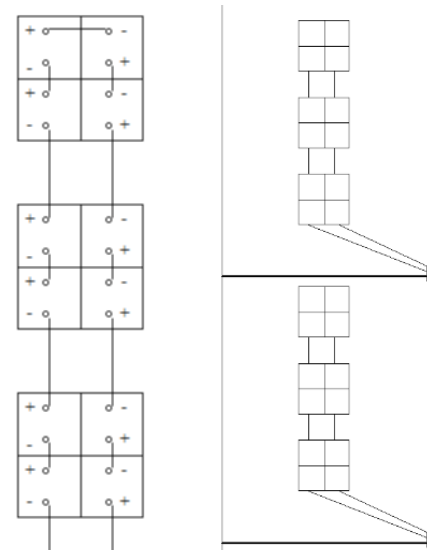


Figura 4. Disposición de paneles y conexión. Fuente: Semillero de investigación hábitat y gestión ambiental y energética para la innovación

Durante 4 días comprendidos desde el 19 de septiembre hasta el 23 del mismo mes del año 2019 el Inversor Hybrid 10kW PV Inverter capturó la información hora a hora de la energía generada por sus paneles instalados mostrada en la figura 5.

El software Solar Power permite configurar la obtención de datos de energía generada por hora, día, mes y año. Durante el día 23 de septiembre se generó energía eléctrica desde las 9am hasta las 5pm con valores mostrados en la figura 5, obteniendo 16,356kWh/día.

El mes de septiembre en el año 2019 ha presentado un alto nivel de precipitaciones y por consiguiente sus bancos de nubes sobre la ciudad de Dosquebradas han sido notorias, ocasionando una baja generación de energía solar fotovoltaica, estando alrededor de los 16 kwh/día en el sistema solar fotovoltaico instalado en el CDITI como se mostró en la figura 5.

Las mediciones que se obtuvieron difieren hora a hora según se aprecia en la figura 6, con una marcada disminución de energía generada, hacia el final del día.

Conclusiones

El potencial energético solar de la ciudad de Dosquebradas - Risaralda es alto y

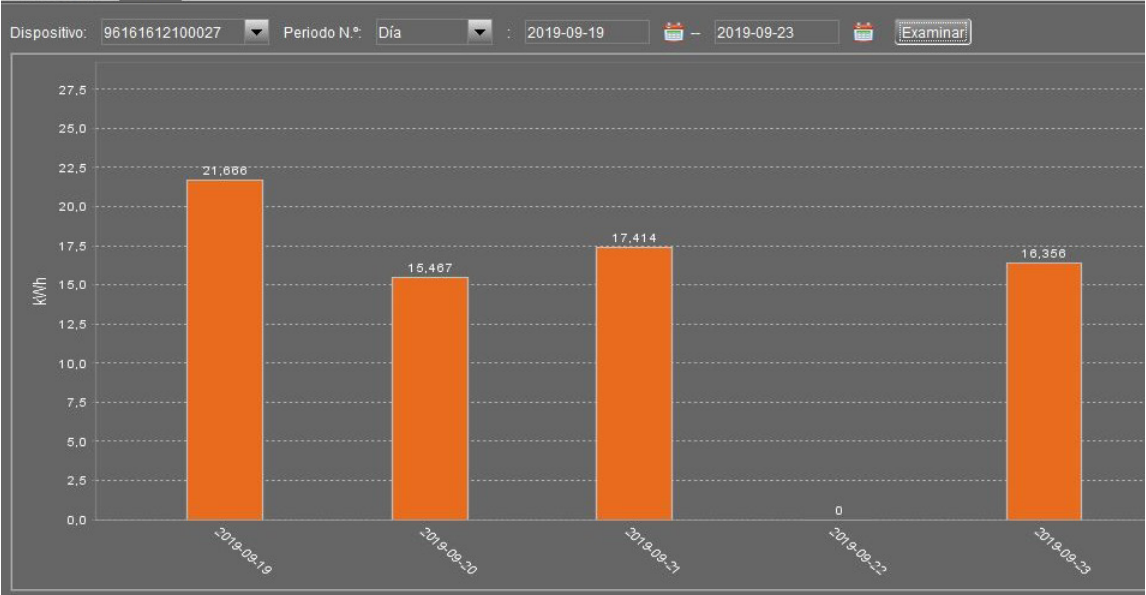


Figura 5. Energía generada por día. Fuente: Solar Power

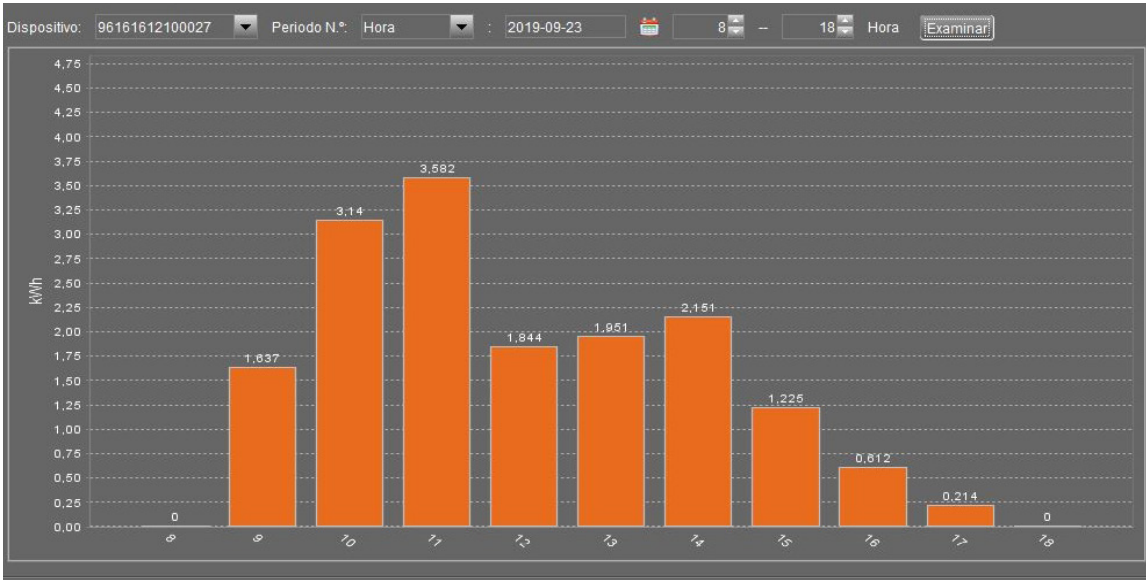


Figura 6. Valores de energía generada por cada hora. Fuente: Solar Power

los datos registrados (kWh/día) posicionan esta fuente renovable como una gran solución a las necesidades energéticas de la región. Los resultados obtenidos en la medición se deben a un aumento en la radiación global promedio en la región, ubicada entre 4.0 y 4.5 kWh/m² -según datos del Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono de Colombia – los cuales son muy superiores a los planteados por Grajales 2018 (2,11 kW/m²).

Dosquebradas - Risaralda afronta un alto nivel de precipitaciones en este momento y por consiguiente hay gran cantidad de bancos de nubes sobre la ciudad, sin embargo, las mediciones realizadas (16 kWh/día) nos permiten concluir una gran capacidad para la alimentación de sistemas tanto a nivel

comercial, como residencial e industrial. Considerando la cantidad de energía generada promedio por día, se puede esperar generar alrededor de 500kWh/mes, como resultado del potencial instalado en paneles solares en el CDITI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Enríquez, Gilberto. (2016). Instalaciones Eléctricas Domésticas convencionales y Solares Fotovoltaicas. Capítulo 5 Elementos de Sistemas Fotovoltaicos. México: Limusa. Págs. 303-357

[2] Grajales, J. Daniel (2018). Modelo de estimación de radiación solar incidente sobre superficies horizontales e inclinadas en el CDITI

para implementación de Sistemas Solares Fotovoltaicos. Dosquebradas: Revista Teinnova 2018-2019-SENA-CDITI.

Recuperado el 13 de agosto de 2019, en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/CDITI/article/view/2361/2642>

[3] Congreso de Colombia. (2014). Ley N° 1715 del 13 de mayo de 2014. Upme. Recuperado el 15 de agosto de 2019, en: <http://www.upme.gov.co/Normatividad/>

Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf

[4] Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia

<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

[5] ET Module Polycrystalline Towards Excellence

[6] User Manual Hybrid 10kW PV Inverter

