

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE POTENCIA DE RADIACIÓN SOLAR PARA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE CELDAS Y PANELES SOLARES

INSTALLATION OF A SOLAR RADIATION POWER MONITORING SYSTEM FOR THE ANALYSIS AND EVALUATION OF SOLAR CELLS AND SOLAR PANELS

Adán Pérez Herrera (1)
Julio Villanueva Cab (2)

<https://orcid.org/0009-0008-1541-9695>
<https://orcid.org/0000-0002-6261-9197>

Recibido: 1 de Diciembre 2024
Revisado: 2 de Enero 2025
Publicado: 20 de Enero 2025
FOLIO A11N31.25/949

((1)
(2)

ph223470233@alm.buap.mx
julio.villanuevac@correo.buap.mx

(1) Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Maestría en Ciencias en Energías Renovables
ICUAP BUAP

(2) Instituto de Física Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
IFUAP BUAP

Resumen

La presente propuesta es para el montaje de un medidor de potencia de radiación solar, para monitoreo, análisis y evaluación de celdas y paneles solares. Este sistema será montado de acuerdo con consideraciones, tanto geográficas como la época del año y la hora del día, en la región del eco campus-BUAP, para optimizar la colección de energía solar. La base de datos obtenida será útil para retroalimentar las especificaciones y protocolos de instalación de un panel solar comercial, al igual que verificar y retroalimentar las normas nacionales para el uso e instalación de paneles solares. Finalmente, podemos establecer protocolos para el análisis del potencial energético solar local (y en comunidades rurales) y poder proveer un diagnóstico para dimensionar sistemas FV, para una óptima instalación y aprovechamiento de paneles solares.

Palabras clave: Sistema de monitoreo, radiación solar.

Abstract

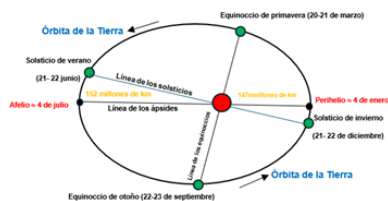
This proposal is for the installation of a solar radiation power meter for monitoring, analysis, and evaluation of solar cells and panels. This system will be installed considering both geographical factors and the time of year and day, in the eco-campus region of BUAP, to optimize solar energy collection. The obtained database will be useful for feedback on the specifications and installation protocols of a commercial solar panel, as well as for verifying and providing feedback on national standards for the use and installation of solar panels. Finally, we can establish protocols for analyzing local solar energy potential (and in rural communities) and provide a diagnosis to size PV systems for optimal installation and utilization of solar panels.

Keywords: Monitoring System, Solar Radiation,

INTRODUCCION

Conocer la cantidad de radiación solar de una zona específica, debe ser parte de un estudio de factibilidad para todo tipo de proyecto Fotovoltaico (FV), para lo cual se requiere información de la zona, como son: las coordenadas geográficas, condiciones meteorológicas, estaciones del año, hora del día y principalmente la irradiancia.

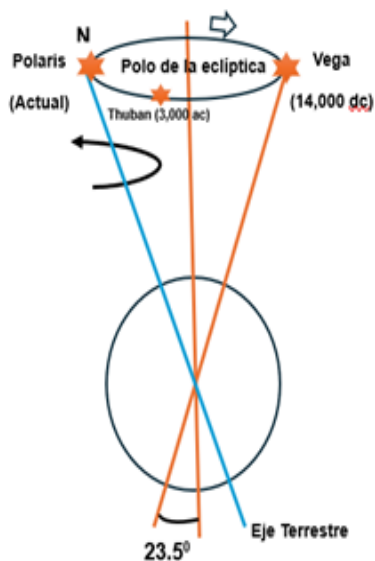
Movimientos de la tierra y condiciones meteorológicas. Para monitoreo, análisis y evaluación de celdas y paneles solares, se requiere conocer los movimientos de la tierra, coordenadas geográficas de la zona en estudio, las estaciones del año y las condiciones meteorológicas de la zona mencionada, ver fig. 1 [1].



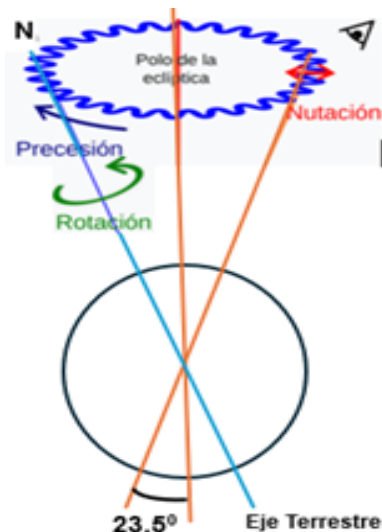
Traslación



Rotación



Precesión



Nutación

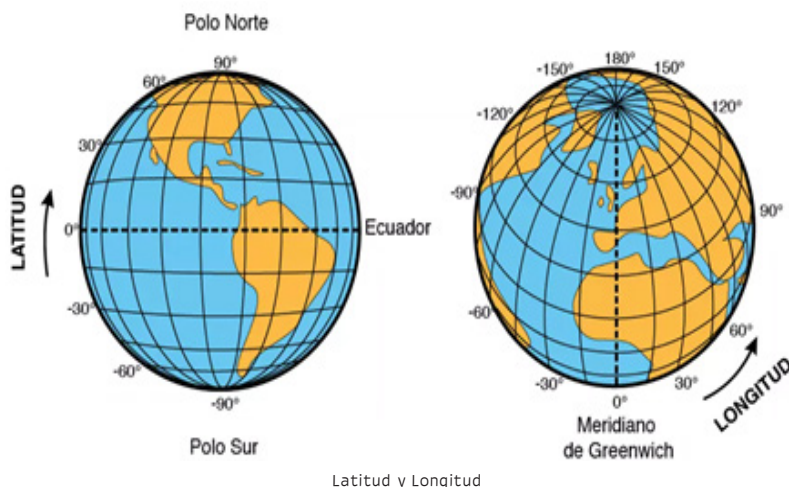


Fig. 1. Movimientos de la tierra y coordenadas geográficas. Recuperado de [5]

Desarrollo

Con el conocimiento de estos parámetros, podremos definir la posición óptima (orientación y ángulo de inclinación) de paneles solares para una máxima eficiencia. Además, considerar las condiciones meteorológicas, como la temperatura, nubosidad, humedad relativa, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento.

Nuestra Fuente natural de energía es el sol, que emite energía o radiación electromagnética, su núcleo genera el 90% de su energía, mediante un proceso o reacción de fusión termonuclear en el cual el hidrógeno se transforma en helio. La temperatura del sol, se estima en 15 millones K y su densidad de 150 gr/cm³. Por otra parte, la irradiancia es una magnitud utilizada para describir la potencia de la radiación electromagnética que incide sobre una superficie por unidad de área. En otras palabras, la irradiancia nos indica cuánta energía de radiación (como la luz solar) llega a una superficie específica en un momento dado. Se expresa en unidades de vatios por metro cuadrado (W/m²). El Sol es la estrella más próxima a la Tierra y está a una distancia promedio de 152 millones de kilómetros, se compone de un 71% de Hidrógeno, un 27% Helio, y un 2% de otros elementos más pesados, estimaciones indican que se

formó hace 4,500 millones de años [2]. La energía transmitida por las ondas electromagnéticas no fluye en forma continua sino en forma de pequeños paquetes de energía. A estos conjuntos discretos de energía se les denominan fotones. La cantidad de energía de los fotones es menor o mayor según la longitud de la onda electromagnética. La energía de los fotones de ondas largas, como las de radio y televisión es muy pequeña. En cambio, la energía de los fotones de ondas cortas como los rayos X es grande.

Tipos de radiación. Cuando la radiación solar entra a la atmósfera terrestre, perpendicularmente, se presenta una potencia promedio de 1,367 W/m², que se considera como Constante Solar, y al entrar a la atmósfera terrestre, su comportamiento cambia, debido a los efectos atmosféricos y ambientales de la atmósfera, entonces, la radiación se comporta de forma; directa, dispersa, absorbida, difusa y reflejada, como se muestra en la fig. 2 [2]. Siendo la radiación global la suma de todas; la directa, difusa, absorbida, dispersa y reflejada.

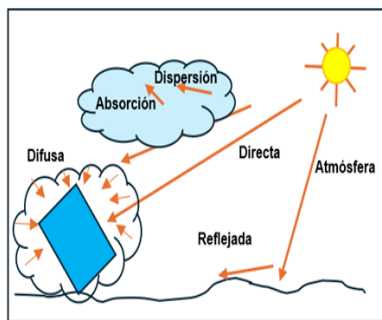


Fig. 2. Componentes de la radiación. (Fuente ADR). Recuperado de [6]

Medición de radiación. Existen varios instrumentos para medir la radiación solar, cada instrumento la convierte en otro tipo de energía, dando como resultado una medida o lectura que es proporcional a la intensidad de la radiación. Para medir la radiación solar, se usan radiómetros, básicamente existen dos tipos: piranómetros (fig. 3) y pirheliómetros.



Fig. 3 Piranómetro. Recuperado de [7]

Ambos radiómetros operan convirtiendo la energía solar en otro tipo de energía, comúnmente eléctrica, lo que facilita su medición. La cantidad de energía generada depende de la inclinación y, en algunos casos, la orientación del sensor. Esto se debe a que la cantidad de radiación incidente varía según la posición del sensor; por ejemplo, la radiación recibida en una

superficie horizontal sería diferente a la recibida en una vertical. Además, los radiómetros pueden clasificarse de acuerdo con diversos criterios, como el tipo de variable medida, el campo de visión, la respuesta espectral y el propósito principal para el que están diseñados [2]. La diferencia estriba en que, el piranómetro mide la radiación global y el pirheliómetro solo la radiación directa.

Pirheliómetro. Como se mencionó anteriormente, El pirheliómetro mide la radiación solar directa. Su forma es tipo telescópico con una abertura de diámetro reducido en la cara expuesta a la radiación. Su posición debe estar siempre perpendicular a la dirección de la radiación solar, por esta razón, se requiere usar un sistema de seguimiento solar. La precisión depende de; la sensibilidad, la estabilidad del factor de calibración, el error máximo debido a las variaciones de temperatura ambiente, los errores derivados de la respuesta espectral del receptor, la no linealidad de la respuesta, el ángulo de apertura, la constante de tiempo del sistema y los efectos del equipo auxiliar [2]. La figura 4 muestra un pirheliómetro acoplado a un sistema de seguimiento solar.

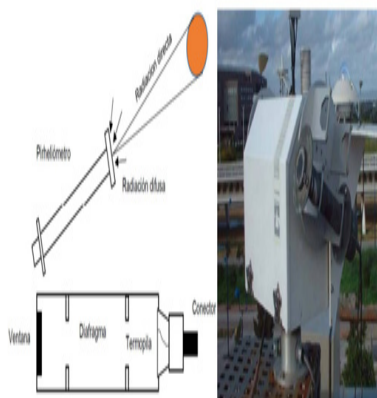


Fig. 4. Radiómetro o Pirheliómetro montado sobre seguidor solar. Recuperado de [8]

CONCLUSIONES

Con la instalación del equipo de medición de radiación solar, se podrá elaborar una base de datos del potencial energético de una zona específica, para implementación de sistemas fotovoltaicos, así como retroalimentar protocolos de proveedores y de normas nacionales. Cabe hacer notar que, el cuidado al medio ambiente debe ser una prioridad común por salud y para cumplir compromisos internacionales, estipulados en los acuerdos de París, por tal razón, se sugiere concentrar esfuerzos en todos los niveles de gobierno, sector privado y sector educativo, para poder avanzar en el uso de energías renovables.

Declaración de no Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés alguno.

Declaración de privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles técnicos para la realización del experimento, se pueden compartir a solicitud directa con el autor de correspondencia.

Los datos personales facilitados por los autores a RD-ICUAP se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito ni proporcionados a terceros.

Agradecimientos

A mi director de tesis Dr. Julio Villanueva Cab por el apoyo brindado y la formación académica.

INTRODUCTION.

Knowing the energy potential of solar radiation in a specific area, should be part of a feasibility study for all types of Photovoltaic (PV) projects, for which important information about the area is required, such as: geographical coordinates, meteorological conditions, seasons of the year, time of day and mainly irradiance

Development

Our natural source of energy is the sun, which emits energy or electromagnetic radiation. Its core generates 90% of its energy through a process or thermonuclear fusion reaction in which hydrogen is transformed into helium. The temperature of the sun is estimated at 15 million K and its density at 150 g/cm^3 .

On the other hand, irradiance is a measure used to describe the power of electromagnetic radiation incident on a surface per unit area. In other words, irradiance indicates how much radiation energy (such as sunlight) reaches a specific surface at a given moment. It is expressed in units of watts per square meter (W/m^2).

The Sun is the closest star to Earth and is at an average distance of 152 million kilometers. It is composed of 71% hydrogen, 27% helium, and 2% other heavier elements. Estimates indicate that it formed 4.5 billion years ago. The energy transmitted by electromagnetic waves does not flow continuously but in small packets of energy. These discrete sets of energy are called photons. The amount of energy of the photons is smaller or larger depending on the wavelength of the electromagnetic wave. The energy of long-wave photons, such as those of radio and television, is very small. In contrast, the energy of short-wave photons, such as X-rays, is large.

Types of solar radiation. When solar radiation enters the Earth's atmosphere, perpendicularly, there is an average power of 1.367 W/m^2 , which is considered the Solar Constant, and when it enters the Earth's atmosphere, its behavior changes,

due to the atmospheric and environmental effects of the atmosphere, radiation behaves in a way; direct, scattered, absorbed, diffuse and reflected, as shown in Fig. 2 [2]. Global radiation being the sum of all; the direct, diffuse, absorbed, dispersed and reflected.

Radiation measurement. There are several instruments to measure solar radiation, each instrument converts it into another type of energy, resulting in a measurement or reading that is proportional to the intensity of the radiation. To measure solar radiation, radiometers are used; basically, there are two types: pyranometers (fig. 3) and pyrhemimeters.

Both radiometers operate by converting solar energy into another type of energy, commonly electrical, which makes their measurement easier. The amount of power generated depends on the tilt and, in some cases, the orientation of the sensor. This is because the amount of incident radiation varies depending on the position of the sensor; For example, the radiation received on a horizontal surface would be different from that received on a vertical one. Furthermore, radiometers can be classified according to various criteria, such as the type of variable measured, field of view, spectral response, and the primary purpose for which they are designed [2]. The difference is that the pyranometer measures global radiation and the pyrhemimeter only direct radiation.

Pyrhemimeter. As mentioned above, the pyrhemimeter measures direct solar radiation. Its shape is telescopic type with a reduced diameter opening on the face exposed to radiation. Its position must always be perpendicular to the direction of solar radiation, for this reason, it is required to use a solar tracking system. The precision depends on; the sensitivity, the stability of the calibration factor, the maximum error due to variations in ambient temperature, the errors arising from the spectral response of the receiver, the nonlinearity of the response, the opening angle, the time constant of the system and the effects of auxiliary equipment [2]. Figure 4 shows a pyrhemimeter coupled to a solar tracking system.

CONCLUSIONS

With the installation of solar radiation measurement equipment, it will be possible to create a database of the energy potential of a specific area for the implementation of photovoltaic systems, as well as to feedback protocols from suppliers and national standards. It should be noted that environmental care must be a common priority for health and to fulfill international commitments stipulated in the Paris agreements. For this reason, it is suggested to concentrate efforts at all levels of government, the private sector, and the educational sector to advance the use of renewable energies.

Conflict of interest

The authors of this manuscript declare that they have no conflict of interest.

Privacy statement

The data from this article, as well as the technical details for conducting the experiment, can be shared upon direct request with the corresponding author.

The personal data provided by the authors to RD-ICUAP will be used exclusively for the purposes declared by it, and will not be available for any other purpose or provided to third parties.

Acknowledgments

To my thesis director Dr. Julio Villanueva Cab for the support provided and the academic training.

Referencias

- [1] "Geografía Física" Arthur N. de Strahler y Alan H. Strahler, Ediciones Omega, S.A. Platón, 26 08006
- [2] Solar Engineering of Thermal Processes Fourth Edition John A. Duffie, William A. Beckman.
- [3] Carrasco, D. P. (2007). Procedimiento de mantenimiento y calibración de estación radiométrica. Universidad de Sevilla
- [4] World Meteorological Organization (WMO). (2018). Guide to meteorological instruments and methods of observation (WMO-No. 8). Geneva: WMO
- [5] https://es.wikipedia.org/wiki/Movimientos_de_la_Tierra <https://proyectoviajero.com/coordenadas-geo-latitud-longitud/>
- [6] https://www.researchgate.net/figure/Ejemplo-grafico-del-efecto-de-la-radiacion-solar-recibida-por-los-sistemas-de_fig1_341713782
- [7] <https://es.wikipedia.org/wiki/Piran%C3%B3metro>
- [8] <https://www.geonica.com/seguidores-solares.php>