

Sistema Automático Basado en Computadora para la Monitorización de la Irradiación Solar en la Ciudad de Iquitos

Arturo Dáz R¹, Manuel Velásquez V², José Perdiz D³, Maritza Echevarría O⁴, Carlos Avalo R⁵, César Palacios Ch⁶

RESUMEN

El presente proyecto trata sobre el desarrollo de un sistema automático basado en computadora para la monitorización de la irradiación solar. La finalidad fue, complementar el desarrollo de un sistema integral para la vigilancia de la calidad del aire en la ciudad de Iquitos. El objetivo principal fue, la sistematización de un software elaborado para la adquisición, análisis y presentación de datos de modo numérico y gráfico, un módulo de amplificación y filtro RC para el tratamiento de las señales eléctricas y un solarímetro blanco y negro para registrar el fenómeno físico de la irradiación solar. La metodología consistió en elaborar cada parte del sistema, evaluar por separado cada componente, así como también el sistema en su conjunto, además de calibrarlo. Se ha seguido el procedimiento habitual para la medición de la irradiación solar y la monitorización de la irradiación solar, se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigación de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

PALABRAS CLAVES (5 PALABRAS)

Sensor solar, software aplicativo, monitoreo, irradiación solar, módulos de interface, filtro RC,

ABSTRACT

This project focuses on developing a computer-based automatic system for monitoring the solar radiation with the aim of complementing the development of an integrated system for monitoring air quality in the city of Iquitos. The overall aim was solely to develop a computer-based automatic system for monitoring the solar radiation. Equipment, tools, materials and reagents to be used were a brand hp compact laptop computer with AMD Turion 64x2 processor, 1.60 GHz, 1 GB RAM, PCMCIA slot in Windows 98 support, a graphical programming software LabVIEW 6i, data acquisition board E Series Multifunction I / O, input and output cables and solarímetro a proprietary technology.

The methodology involved the manufacture of a solar radiation sensor for black-white plates, an amplifier module and RC filter for the treatment of electrical signals, elaboration of a software

application for acquiring, analyzing and presenting data and numeric mode graph. Was subsequently incorporated these elements to shape the system. We proceeded to calibrate the monitoring system of solar irradiation and finally compared with a conventional system. The project was developed at the Research Institute of the National University of the Peruvian Amazon.

KEYWORDS

Solar sensor, software applications, monitoring, solar irradiation, interface modules.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un País de topografía muy variada, de gran diversidad climática y condiciones excepcionales que le confieren un elevado potencial de energías renovables. Para hacer posible el diseño de políticas e incentivar el uso de las energías limpias que promuevan el desarrollo especialmente en zonas rurales, es necesario cuantificar esta disponibilidad, así como, su distribución temporal en el territorio peruano.

La atmósfera es un Sistema dinámico en el que tiene lugar, diferentes reacciones químicas diurnas y nocturnas de los componentes emitidos por las actividades humanas. Muchos de los componentes químicos primarios emitidos como: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), ácido sulfhídrico (H₂S), óxido de nitrógeno (NO₂), compuestos orgánicos volátiles (VOCs) que sufren reacciones de transformación en presencia de la luz solar, dando origen a los llamados contaminantes secundarios, entre los que se destaca el ácido nítrico (HNO₃) y el Ozono (O₃).

La estabilidad de la atmósfera se encuentra relacionada con la irradiación solar (característica de la atmósfera que impide el movimiento vertical del aire). Los datos sobre la cobertura y la altitud de las nubes proporcionan una estimación indirecta de los efectos de la irradiación solar y junto con la velocidad del viento deriva una categoría de estabilidad atmosférica.

La transparencia de la atmósfera tiene una relación importante con la cantidad de irradiación que llega a la superficie terrestre. Los diferentes compuestos atmosféricos absorben o reflejan energía de diferentes maneras y en cantidades variadas, debido a ciertos factores como: factor geográfico (latitud y altitud), factor orográfico (formas de las montañas) y el factor meteorológico (clase y cantidad de nubes presentes durante todo el día)

La medición de irradiación térmica es básicamente una medición de flujo de energía irradiante. La detección de este flujo de energía puede llevarse a cabo por medio de la medición de la temperatura de una tira de metal delgada que se exponga a la irradiación. La tira generalmente se ennegrece para que absorba la mayor parte de la irradiación incidente y se construye lo más delgada posible para minimizar su inercia térmica, por lo tanto, se consiguen las mejores características de respuesta transitoria. Se puede observar que la temperatura que alcanza el elemento no es solamente función de la energía irradiante que absorbe, sino que también depende de las pérdidas por convección al medio ambiente y por conducción a los soportes. Las pérdidas por convección se pueden reducir encerrando el detector en un sistema al vacío y que lo aisle de las corrientes de aire. Las pérdidas por conducción se pueden reducir utilizando materiales aislantes adecuados.

Para detectar la temperatura del elemento sensor de radiación, se pueden utilizar ya sea termopares o bien termopilas. Las termopilas ofrecen la ventaja de que producen una salida de mayor voltaje. Para la construcción de tales termopilas, se ennegrecen materiales metálicos sobre mica que sirve como aislante térmico y eléctrico. La termopila registra la diferencia entre la temperatura de las juntas calientes y la del medio ambiente que rodea al detector.

Los instrumentos de medición más usados en la medición de la irradiación solar son el piranómetro y el radiómetro neto, que miden la Radiación directa y difusa sobre una superficie horizontal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales que se usaron fueron: una computadora laptop marca hp compact con procesador AMD Turion 64x2 , de 1,60 GHz, 1 GB memoria RAM, ranura PCMCIA, en soporte Windows 98, un software de programación gráfica de LabVIEW 6i, una tarjeta de adquisición de datos E Series Multifunción AI 16XE-50, cables de entrada y salida y un solarímetro de precisión Eppley modelo PSP.

La metodología empleada para el desarrollo del sistema fue, el diseño, la construcción y evaluación del solarímetro en blanco y negro, el procesador de señales electromagnéticas, la elaboración del software aplicativo para la monitorización de la irradiación solar en soporte de LabVIEW 6i y la integración de los componentes. Posteriormente se calibró el sistema en su conjunto y se evaluó.

Para obtener la constante media de calibración del solarímetro blanco y negro, se calcularon las integrales diarias registradas con ambos solarímetros y se correlacionó linealmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento de medición de la irradiación solar fue tomado de Duffie y Beckman, 1991, se registraron lecturas simultáneas del piranómetro de precisión Eppley modelo PSP como patrón y el solarímetro blanco y negro fabricado por cada 15 minutos.

La experiencia se realizó durante los días del mes de Julio y agosto del 2008, con una irradiación global media diaria de 416.83 W/m^2 . El valor encontrado se encuentra muy cercano al valor que encontró J. Benites en la estimación de la irradiación solar en la Ciudad de Iquitos.

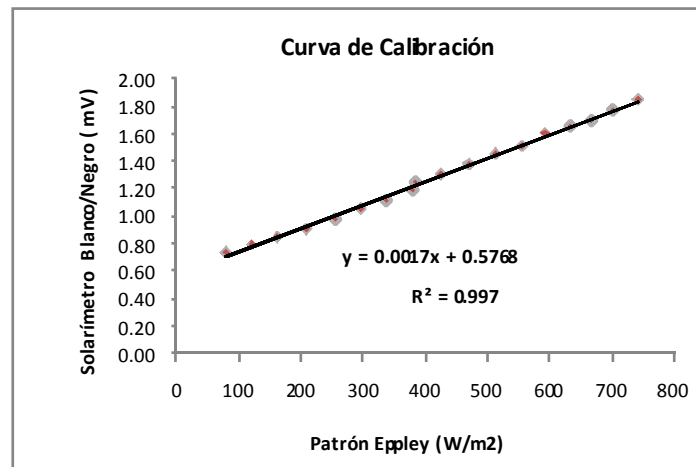


Fig. 1 Determinación de la constante diaria de calibración

En la figura 1 se observa el valor más probable de la constante del solarímetro, dado por el valor de la pendiente de la recta mejor ajustada entre el voltaje de salida del solarímetro blanco y negro versus la irradiación solar del piranómetro Eppley. El valor fue determinado, por el método de los mínimos cuadrados encontrándose $1.70 \text{ E}^{-3} \text{ mV/Wm}^{-2}$, con un coeficiente de regresión lineal de 0.997. Estos valores son similares a los encontrados por R. Torres en la construcción de un solarímetro blanco y negro con valores de $(2.02 \pm 0.06) \times 10^{-3} \text{ mV/wm}^{-2}$.

La excelente linealidad de este modelo permite encontrar una desviación estándar de $\pm 0.05 \text{ mV/Wm}^{-2}$ en el rango entre 0 y 1000 W/m^2 en comparación con las medidas del patrón que admiten una desviación de $\pm 10 \text{ W/m}^2$ y el solarímetro de R. Torres que presentó una desviación menor a ± 0.03 para el mismo rango de medición.

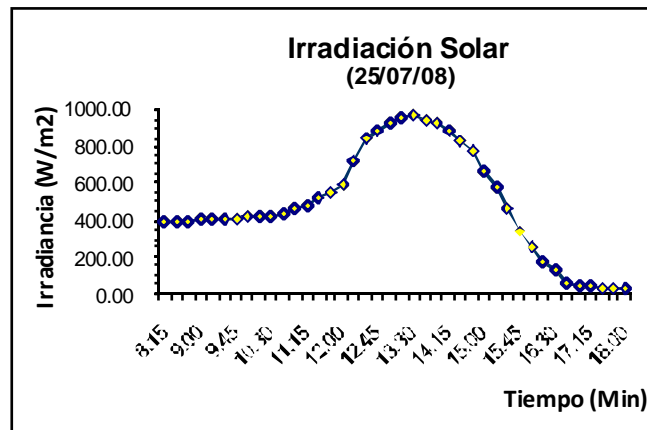


Fig. 2 Medición de la irradiación solar realizado el día 25 de Julio con el solarímetro blanco y negro. En la figura 2 se presenta una curva típica del comportamiento de la irradiación solar como un perfil de campana. La variación tuvo lugar el 25 de Julio, con un cielo poco nublado a una temperatura ambiental entre 28 °C y 32 °C, alcanzando un valor pico de 958.82 W/m².

CONCLUSIONES

Se ha logrado el desarrollo de un sistema basado en computadora para la monitorización de la irradiación solar. Tiene un comportamiento similar a otros instrumentos computacionales y su costo es 8 veces menor respecto a los instrumentos importados.



Foto 1. Solarímetro Blanco y Negro hecho con tecnología propia.

El sistema satisface suficientemente la expectativa propuesta y proporciona datos necesarios para los grupos de investigadores en lo que respecta a estudios de la variabilidad climática en relación al medio ambiente, ecosistemas y biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por el soporte económico para el desarrollo del trabajo de investigación y al Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología de la ciudad de Iquitos por su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Julián B. C (1986). Estimación de la radiación solar en la Ciudad de Iquitos –Informe - IIAP – UNAP.
2. Vera L. Busso A, Benitez F (2005). Piranómetro fotovoltaico con sistema autónomo de adquisición de datos. Argentina. ISSN 0329 -5184 -Vol 9
3. Fuentes G. et al (2005); Sistema automatizado para la medición de parámetros de radiación solar en techos de edificaciones. Fac Ingeniería Eléctrica y Mecánica Universidad de la Colima – Coquimatlán , Colima.
4. Bolzi G et al (2000); Construcción y ensayo de piranómetros fotovoltaicos de bajo costo desarrollados en la C.N.E.A. Grupo de Energía solar- Departamento de Física- Comisión Nacional de Energía Atómica. C.N.E.A.
5. Díaz A. (2001); Sistema integral para la monitorización *in situ* de metales pesados- Tesis Doctoral – UPC- BCN- España
6. Díaz A. (2001); Sistema Integrado para Monitorización Ambiental, Concurso Nacional - Sistemas Automáticos - National Instruments - Sociedad Inducontrol SRL.Lima.
7. Díaz A. (2003) “Desarrollo de un *Instrumento virtual* en soporte de LabVIEW 6i para simular la conducción térmica en estado estacionario y unidireccional” Tesis pregrado – FIQ – UNAP.
8. Díaz A., y Perdiz J.(2006); Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire- Revista electrónica. Convención nacional de fenómenos de transferencia.
9. Persaud K. et al.(1999). A smart gas sensor for monitoring environmental changes in closed systems: results from the MIR space station. Sensors and Actuators; B 55, , 118-126.
10. Duffie, J.A. y Beckman, W.A. (1991) Solar Engineering of thermal processes, 2da Edición. John Wiley & Sons. New York.
11. Torres R, (1982), Construcción de un solarímetro blanco y negro. Revista Peruana de Física vol.I, Nº 3, Pág. 379-389.

^{1,2,3,4} Facultad de Ingeniería Química, ^{5,6}Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.