

MONITOREO DE UNA PLANTA SOLAR A PARTIR DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DESARROLLADOS CON INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

N. L. Forero¹, G. Gordillo², L. M. Caicedo² y J. Hernández³

¹ *Licenciatura en Física, Universidad Distrital, Bogotá*

² *Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*

³ *Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá*

(Recibido 09 de Sep.2005; Aceptado 23 de Jun. 2006; Publicado 04 de Oct. 2006)

RESUMEN

Este artículo describe el desarrollo de un sistema que permite monitorear Plantas de generación de electricidad a través de módulos fotovoltaicos, empleando Instrumentación Virtual. La adquisición y procesamiento estadístico de los datos obtenidos se realiza a través de Instrumentos Virtuales desarrollados con base en sistemas electrónicos modulares I/O de alta precisión tipo Field Point y programas especiales desarrollados mediante software de programación gráfica, LabVIEW. El sistema tiene facilidades para medir, adquirir y visualizar permanentemente en la pantalla del computador, datos que dan información del desempeño de la planta solar, así como también de parámetros ambientales (radiación y temperatura) y de la curva característica I-V de la planta. Este sistema de monitoreo ha estado en operación durante los últimos dos años y todos sus componentes se han desempeñado óptimamente.

Palabras claves: planta solar, instrumentación virtual, LabView

ABSTRACT

This article describes the development of a system that allows monitoring, using Virtual Instrumentation, electricity generating Plants formed by photovoltaic modules. The acquisition and statistical processing of the collected data are made through Virtual Instruments developed based on I/O modular high precision Field Point type electronic systems and special programs developed with LabVIEW graphic programming software. The system has facilities to measure, permanently acquire and to visualize, in the screen, data giving information about the performance of the solar plant, as well as environmental parameters (radiation and temperature) plus the IV characteristic curve of the plant. This monitoring system has been in operation during the last two years and all its components have performed very well.

Key Words: sun plant, Virtual Instrumentation, LabView

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de Adquisición de Datos automáticos (DAQ, Data Acquisition system), ejecutan simultáneamente diversas tareas; monitoreo del funcionamiento de un sistema, control de operación del mismo, etc. Su aplicación en sistemas de conversión fotovoltaica (SFV), permite que la información se utilice para evaluar la eficiencia de una planta durante largos períodos y para optimizarla, principalmente en su confiabilidad [1]. Diversos DAQ se han desarrollado para: medir, adquirir y procesar datos de variables ambientales [2], monitorear y evaluar el desempeño de sistemas PV [3]. Una característica común, es el uso de dataloggers o de

microcontroladores empleando puerto serial RS-232 de un PC. Generalmente, la transmisión de datos a través de puerto serial se limita cuando se requieren altas velocidades de muestreo [4]. Esto se reduce, empleando tarjetas de alta velocidad en complemento con dispositivos modulares I/O. Otra limitación, es la dificultad para modificar los programas. Con el desarrollo de programas de control y adquisición empleando LabView, se soluciona esto. De otra parte, el alto costo de DAQ comerciales, reduce su aplicación.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema DAQ desarrollado, supervisa la operación de una planta solar PV que provee energía eléctrica a cargas D.C. y A.C., mide, adquiere y evalúa estadísticamente variables ambientales (temperatura ambiente, radiación solar) y obtiene las curvas I vs V y P vs V del SFV. Diversos instrumentos virtuales (VI) desarrollados con LabVIEW, ejecutan la transmisión, almacenamiento, análisis y exhibición de diferentes medidas en la pantalla de un PC. La Figura 1, muestra un diagrama de bloques del sistema de monitoreo, el cual está compuesto básicamente por tres etapas:

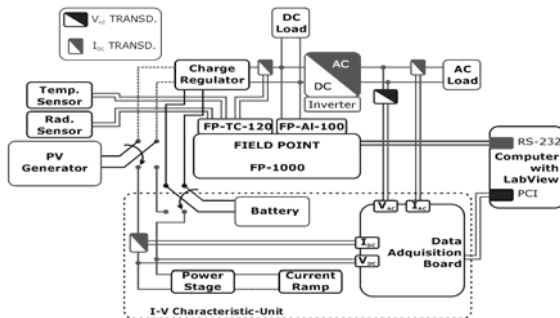


Fig.1. Diagrama de bloques del sistema desarrollado para monitorear el desempeño de una planta solar PV.

son: Módulo FP-TC-120 que utiliza un CAD de 16 bits de resolución. Se emplea para medida de señales de voltaje (entre 25 y $\pm 100\text{mV}$) provenientes de los sensores de radiación, temperatura y del transductor de CC. Módulo FP-AI-100, posee un CAD con resolución de 12-bits, rangos entre 0-1, 0-5, 0-15, 0-30, ± 1 , ± 5 , ± 15 y $\pm 30\text{V}$. El segundo dispositivo, es una tarjeta de adquisición NI6024E con CAD de 12 bits de resolución y velocidad máxima de muestreo de 200 kS/s. Se utiliza para capturar señales de los transductores IAC y de VAC así como las de IDC y VDC generadas en la etapa de caracterización. Posee 16 canales, 8 de entrada analógica diferencial (seleccionable por software) y rango de operación de $\pm 10\text{V}$; 8 de entrada digital y 2 temporizadores/contadores. Se utiliza, para analizar armónicos de la señal AC generada por el inversor DC/AC con ayuda de LabView.

b. Interface de comunicación: constituida por el módulo NI-FP-1000 y la tarjeta NI-6024E a través de un bloque conector. El FP-1000 maneja la comunicación entre el PC y los módulos I/O con un máximo de 115.2Kb/s a través de puerto RS-232 y el bus local conformado por las bases terminales del Field Point. La configuración del hardware (módulos y dispositivos DAQ) se hace por software mediante la herramienta Measurement&Automation Explorer. Esta crea y corrige canales, tareas, interfaces, escalas e instrumentos virtuales; ejecuta además, diagnósticos del sistema, de dispositivos y de instrumentos conectados.

a. Etapas de entrada analoga.

Los dos tipos de dispositivos componen. El primero, consiste en módulos electrónicos I/O Field Point (FP) de National Instruments, basados en Conversores Análogo-Digital (CAD) que transforma las señales de los diferentes sensores con bajos rangos de muestreo, las filtra y permite establecer las diferentes escalas. Los módulos FP tienen 8 canales con rangos seleccionables por software para cada canal. Estos

c. Etapa de caracterización y medidas I-V, P-V. Las medidas de corriente y voltaje se obtienen bajo iluminación, a altas velocidades de muestreo y en tiempo inferior a 5s. Las curvas de I vs V y P vs V se obtienen automáticamente a través de un circuito compuesto por varios transistores en cascada (combinación Darlington) y controlado mediante un relé a través de un subVI, que opera como rampa de corriente.

4. INSTRUMENTOS VIRTUALES DESARROLLADOS

El control de procesos, la adquisición, almacenamiento de datos y visualización de las medidas, se logra a través de Instrumentos Virtuales (VI) desarrollados mediante el software de programación gráfica LabVIEW. Los datos se almacenan en el disco duro del PC, para análisis con LabVIEW o con hoja electrónica. Los VI's principales desarrollados son:

a. Un SubVI que supervisa radiación solar y temperatura ambiente. Las medidas de radiación se adquieren mediante un piranómetro SP LITE, de la firma Kipp&Zonen, con sensibilidad de 72mV/Wm^{-2} y tiempo de respuesta inferior a 1s. La configuración de este subVI establece una resolución eficaz de 1.1Wm^{-2} . Las medidas de temperatura se adquieren a partir de un termistor NTC configurado y calibrado, con rango operacional entre -80°C y 105°C y que brinda una resolución de $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$. Este subVI's adquiere 1dat/s y obtiene automáticamente el promedio cada 30s. La adquisición dato a dato de irradianza y de temperatura se representa numéricamente y gráficamente en la pantalla del computador. La figura 2, presenta el panel frontal del subVI desarrollado, para radiación solar y temperatura ambiente en un día típico en Bogotá. El procesamiento y análisis estadístico de los datos proporciona la información relevante horaria, diaria, mensual y anual, así como el número de horas de radiación estándar.

b. Un subVI para supervisar parámetros de operación del sistema PV. Mide, almacena y hace presentación de datos de corriente y voltaje, tanto de cargas D.C., como A.C; adicionalmente calcula la eficiencia del sistema PV y del inversor así como también la potencia generada por el SFV. El análisis de armónicos de la señal AC generada por el inversor, se realiza con ayuda de una herramienta de análisis de Fourier provista por LabVIEW.

c. Un subVI para obtener la característica I-V del SFV. Permite realizar las siguientes tareas: adquisición y exhibición en pantalla de las curvas I-V y P-V y calcula y visualiza en pantalla los parámetros que caracterizan el funcionamiento del generador PV (I_{SC} corriente de corto circuito, V_{OC} tensión de circuito abierto, P_{max} Potencia máxima, FF factor de llenado y eficiencia). La figura 3, muestra el panel frontal del subVI desarrollado. Las curvas I-V y P-V corresponden a un sistema PV compuesto por 5 módulos (cada uno de 75Wp) conectados en paralelo e iluminados con irradianza de 289 W/m^2 .

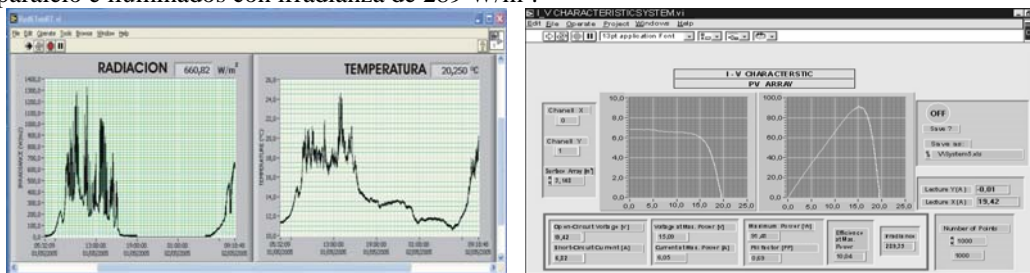


Fig.2. Panel frontal del subVI desarrollado para monitorear radiación solar y temperatura ambiente. Fig.3. Panel frontal para realizar medidas de I vs V y P vs V de la planta solar.

5. TEST DE OPERACIÓN

El sistema de monitoreo se encuentra en operación continua desde enero de 2003, funcionando óptimamente y las medidas relacionadas han demostrado ser confiables.

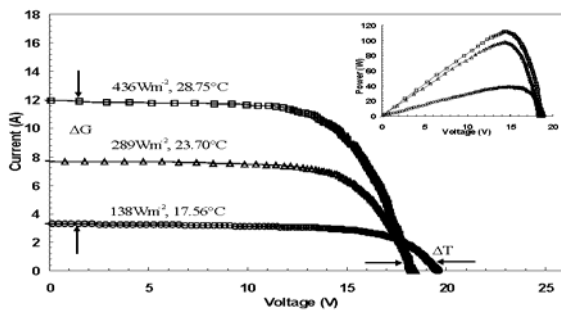


Fig. 4. Curvas I-V de la planta solar PV bajo diferentes irradiancias. En el recuadro superior se observan las curvas P-V, obtenidas a partir de las medidas de I-V.

La figura 4, muestra curvas I-V y P-V de la planta solar PV obtenidas bajo diferentes intensidades de radiación solar. Se observa que la corriente de corto circuito aumenta con el incremento de la irradiancia, mientras que el voltaje de circuito abierto disminuye cuando la irradiancia aumenta. La disminución de V_{oc} se atribuye a los efectos de la temperatura, ya que, durante las medidas, la temperatura del módulo aumentó a de 17°C a cerca de 29°C. Este comportamiento es observado y discutido por otros autores [5].

6. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un sistema de adquisición de datos automático DAQ de bajo costo, para monitorear plantas solares PV, empleando instrumentación virtual. Mide y presenta numérica y gráficamente los valores de radiación solar, temperatura ambiente y los principales parámetros de operación del sistema PV. El sistema incluye una etapa especial para obtener curvas características I-V y P-V de la planta PV. Esta desarrollado con base en dispositivos modulares I/O Fiel Point de alta precisión y de una tarjeta de adquisición de datos de la alta velocidad de la National Instruments. Se desarrollaron diversos Instrumentos virtuales en LABVIEW fáciles de utilizar, los cuales procesan, exhiben y almacenan los datos colectados. El operador del sistema puede procesar fácilmente la información usando LABVIEW o una hoja de cálculo y recolectar datos durante largos períodos de tiempo, sin su intervención.

Agradecimientos: Este trabajo fue apoyado por COLCIENCIAS y la Universidad Nacional de Colombia.

REFERENCIAS

- [1] G. Blaesser, "PV system measurements and monitoring the European experience", Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 47, Issues 1-4, (1997) 167-176.
- [2] R. Mukaro, F. Carelse "A microcontroller-based data acquisition system for solar radiation and environmental monitoring". IEEE Trans. Inst. Meas. (1999); 48:1232-8.
- [3] M. Benghanem, A. Maafi "Data acquisition system for photovoltaic systems performance monitoring". IEEE Trans. Instrument. Meas. (1998); 47:30-3.
- [4] E. Koutroulis, K. Kalaitzakis, "Development of an integrated data-acquisition system for renewable energy sources system monitoring", Renewable Energy 28 (2003) 139-152.
- [5] E. Van Dyk, R. Gxasheka and E. Meyer, "Monitoring current-voltage characteristics and energy output of silicon photovoltaic modules", Renewable Energy 30 (2005) 399-411