

SISTEMA DE INSPECCIÓN DE ALTA EFICIENCIA DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS BASADO EN MEDIDAS DE ELECTROLUMINISCENCIA

Terrados-López C.*, Gonzalez D.*, Moretón A.*, González M.A.*, Mediavilla-Martínez I.*, Martínez O.*, Jiménez J.*, Rodríguez S.and Suarez S.****

*GdS-Optronlab Group, Dpto. Física de la Materia Condensada, Univ. de Valladolid, Edificio LUCIA, Paseo de Belén 19, 47011 (Valladolid) Spain (crstian.terrados@uva.es)

** Enertis Solar, SL. Av. Bruselas 31, 1st floor, 28108 Alcobendas, Madrid, Spain

RESUMEN

En esta comunicación se presenta un sistema de alta eficiencia para realizar inspecciones de paneles solares en plantas fotovoltaicas mediante medidas de Electroluminiscencia (EL), tanto diurna como nocturna. El sistema permite tanto la adquisición de imágenes de EL diurna de manera eficiente y competitiva, como la mejora sustancial de la eficiencia de la adquisición de imágenes de EL nocturna, reduciendo el personal necesario y el tiempo de adquisición. Estos avances abren las puertas a la realización de ensayos masivos de electroluminiscencia en condiciones operativas reales durante el día, y mejoran significativamente las condiciones técnico-operativas en ambientes nocturnos. Entre los progresos realizados se incluyen mejoras puramente operativas, como la reducción de los elementos auxiliares, así como un conexionado wireless para facilitar la movilidad del sistema de inspección en los entornos difíciles en los que se suelen construir este tipo de instalaciones fotovoltaicas.

PALABRAS CLAVE: Energía Solar, Electroluminiscencia Diurna, Planta Fotovoltaica, Inspección Paneles

ABSTRACT

This article presents a high-efficiency system for inspection of solar panels in photovoltaic plants by means of Electroluminescence (EL) measurements, both during daytime and nighttime. The system enables both daytime EL imaging in an efficient and competitive manner and substantially improves the efficiency of nighttime EL imaging, reduces employees and EL image acquisition time. These improvements open the door to carry out massive electroluminescence tests in real operating conditions during the day, and significantly improve the technical-operational conditions in night environments. The progress made include purely operational improvements, such as the reduction of auxiliary elements, as well as a wireless connection to facilitate the mobility of the inspection system in the difficult environments in which these types of PV installations are usually built.

KEYWORDS: Solar Energy, Daylight Electroluminescence, Photovoltaic Plant, Panel Inspection.

INTRODUCCIÓN

La electroluminiscencia (EL) es una técnica cada vez más usada para la inspección de plantas fotovoltaicas, ya que permite visualizar una gama muy amplia de los diferentes tipos de defectos que afectan el rendimiento de las células solares que componen el módulo fotovoltaico, facilitando la valoración del estado de los paneles (Köntges *et al.*, 2014; Mante *et al.*, 2020).

Sin embargo, a pesar de que esta tecnología está perfectamente integrada en la metodología del control de calidad que hacen los fabricantes de los módulos en sus instalaciones, no resulta fácil su aplicación en las plantas fotovoltaicas. La necesidad de polarizar los módulos para inyectar corriente es un factor limitante de esta técnica. Por otra parte, la baja intensidad de la señal emitida, junto con el elevado ruido ambiental, obliga a trabajar por la noche o bien a desmontar los paneles para llevarlos a un laboratorio móvil, haciendo poco eficiente la medida. La utilización de cámaras sensibles al infrarrojo cercano (NIR) junto con procedimientos de medida especiales ha permitido realizar medidas diurnas sin desmontar los paneles. El Grupo GdS-Optronlab en colaboración con Enertis ya desarrolló un dispositivo basado en este tipo de cámara (Guada *et al.*, 2020).

En esta comunicación se presenta un sistema de inspección que permite una mayor eficiencia respecto al prototipo previo, aumentando el número de paneles por hora que pueden ser inspeccionados, así como disminuyendo el personal necesario para hacerlo. El sistema es capaz de trabajar con fuentes de alimentación con potencia suficiente para poder alimentar todos los paneles de un string propios de las actuales y futuras tecnologías. De esta forma se reduce significativamente el número de conexiones y desconexiones necesarias para realizar la inspección. Además, puede ser manejado por un único operario.

PARTES DEL SISTEMA

El dispositivo (Fig. 1) está compuesto por una cámara NIR, un equipo de conmutación y alimentación, y un software de control y adquisición. Todos estos elementos se comunican entre sí, de manera inalámbrica, para permitir la obtención de imágenes de EL nocturna y diurna en unas condiciones óptimas de alta eficiencia.

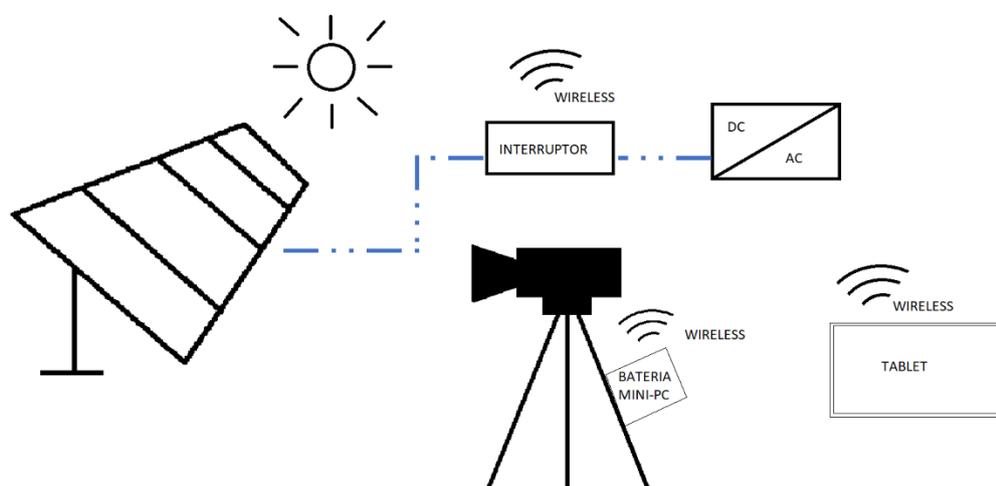


Fig. 1. Esquema global del sistema de inspección de plantas fotovoltaicas de alta eficiencia desarrollado

Cámara NIR

La cámara NIR está instalada en un trípode que facilita su desplazamiento cuando se realizan las medidas en planta. En el mismo trípode se ha instalado una caja, sujeta mediante un sistema de agarre rápido, Fig. 2. En la caja se encuentra un mini-pc que controla la cámara y sincroniza, mediante un dispositivo inalámbrico, el estado de la fuente de alimentación que inyecta la corriente en los paneles. Incluye también las baterías, que se pueden cambiar rápidamente.



Fig. 2. Trípode con cámara y caja de control

Interruptor electrónico

El interruptor electrónico permite la conmutación del sistema entre la fuente de alimentación y los paneles a medir (Fig. 3), sincronizándose con el sistema de captación de imágenes. Su dimensionamiento eléctrico permite operar en condiciones superiores a los 50 kW de potencia y tensiones superiores a 1500 V, condiciones mucho más severas a las reales de operación de una planta fotovoltaica. También posee la electrónica necesaria para garantizar tanto su seguridad eléctrica como su autonomía.

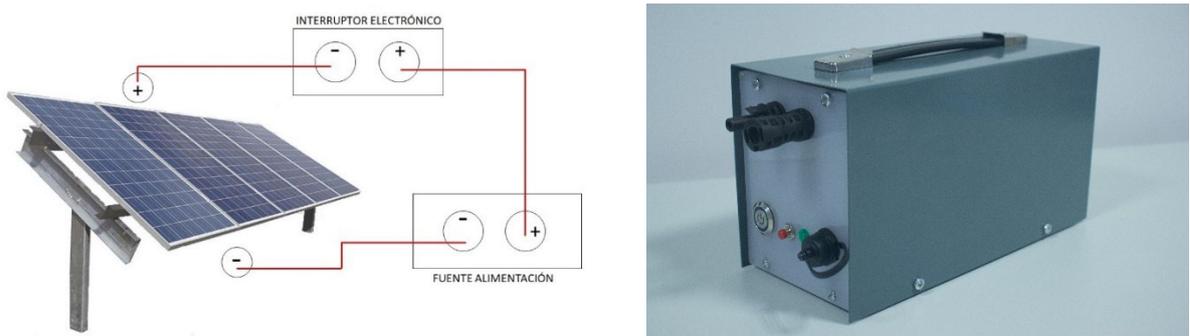


Fig. 3. Esquema de conexión (izq.) y diseño del interruptor electrónico (dcha.)

Este interruptor electrónico se coloca entre la fuente que polariza los paneles y el cuadro de conexiones de los diferentes strings. Su control lo realiza el mini-pc mediante un dispositivo de radio frecuencia, con un alcance estimado de 200 m.

Software de control

El software de control se ha desarrollado con el lenguaje Python. El interfaz de utilización se ha diseñado de manera que sea amigable y facilite el trabajo en el exterior. Se han implementado varios procedimientos de captura, permitiendo obtener imágenes tanto en condiciones nocturnas como diurnas, y también en procesos automatizados que permiten la sincronización con un dispositivo que desplace la cámara automáticamente.

El programa de control instalado en el mini-pc se puede manejar desde un Tablet (Fig. 4) o incluso con un Smartphone mediante una conexión inalámbrica.



Fig. 4. Tablet (izq.) y software de control remoto (dcha.).

RESULTADOS

Se han realizado pruebas en dos plantas fotovoltaicas distintas y en la planta piloto del laboratorio del grupo GdS-Optronlab (Edificio LUCIA, Universidad de Valladolid).

Tras las pruebas de optimización de los parámetros del sistema de inspección, la calidad final de las imágenes obtenidas es muy elevada, incluso en condiciones de alta irradiancia (950 W/m^2). La Fig. 5 muestra las imágenes de EL simultáneas de dos paneles monofaciales policristalinos situados en la planta piloto del grupo. Los parámetros utilizados para la captación de estas imágenes fueron el resultado de los ensayos realizados bajo distintos niveles de irradiancia, en busca de los valores más eficientes para nuestro sistema de inspección. El tiempo total de captura y procesado de la imagen final fue de 90 s en este caso.

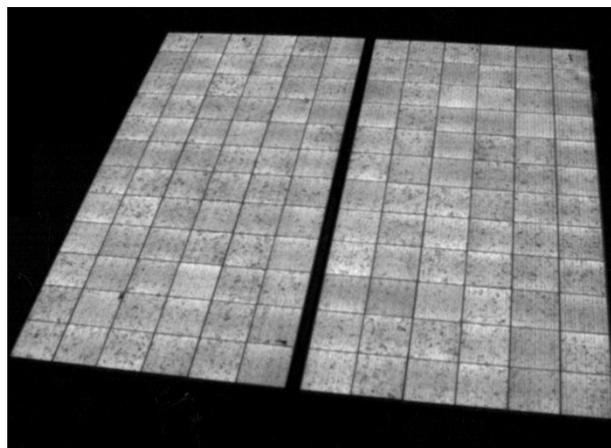


Fig. 5. EL diurna de la planta piloto del laboratorio. Resultados bajo condiciones de irradiancia de 950 W/m^2 . Se muestran imágenes de EL de dos paneles.

En la Fig. 6 se muestran medidas de EL diurna en paneles de célula partida en una planta fotovoltaica en un día nublado (con 400 W/m^2), mostrando resultados obtenidos variando los parámetros del sistema de adquisición. En estas condiciones de irradiación se obtienen resultados óptimos con 40 s de tiempo total de captura y procesado de la imagen final.

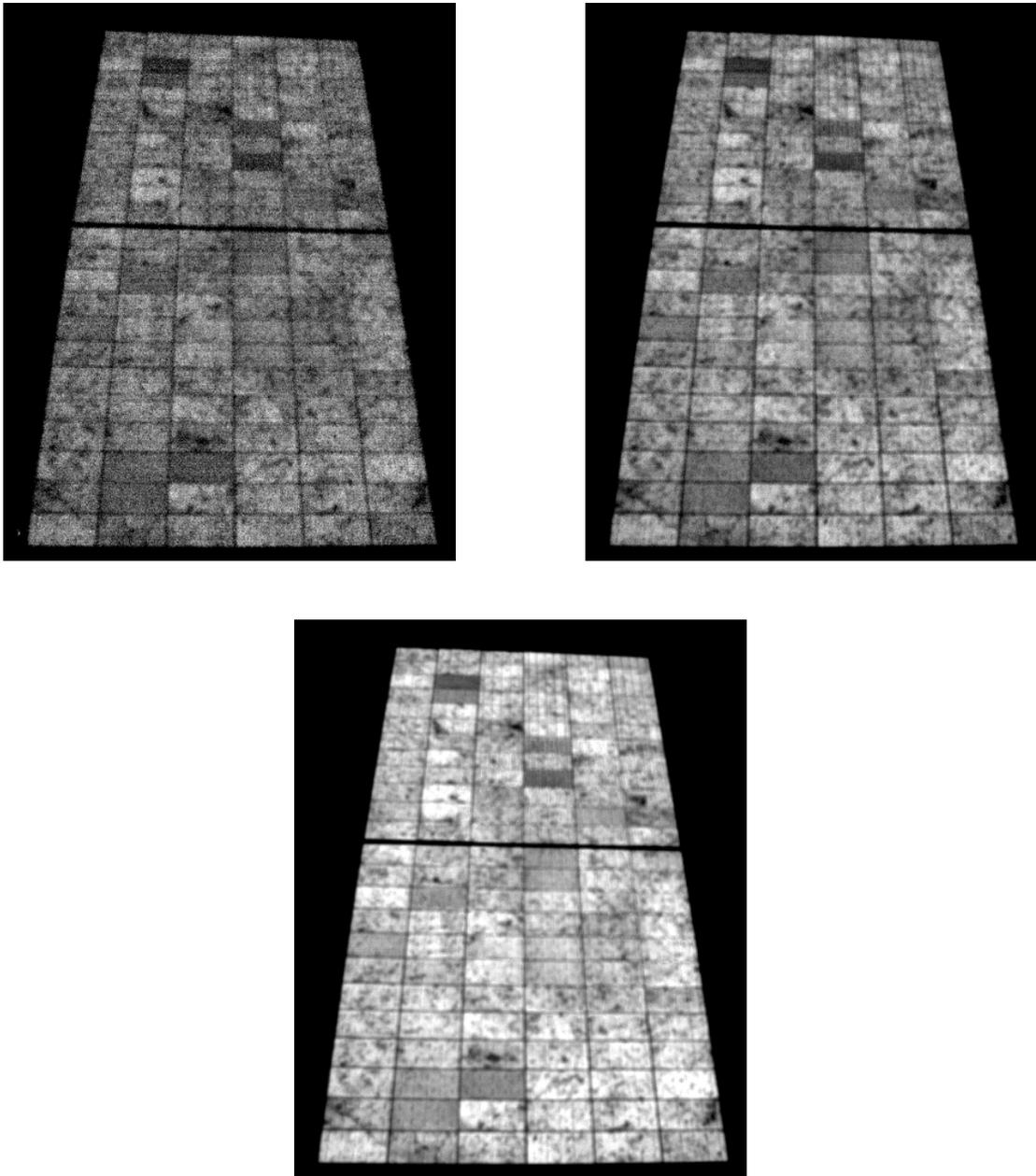


Fig. 6. Efecto de la variación de los parámetros del sistema en la calidad de las imágenes de EL diurna. En este caso se obtienen resultados óptimos con tiempos totales de 40 s (medidas efectuadas en un día nublado, con 400 W/m^2).

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha desarrollado y puesto en marcha un sistema de inspección de electroluminiscencia para paneles solares fotovoltaicos, capaz de obtener imágenes en condiciones diurnas o nocturnas. El sistema de inspección ha sido desarrollado con la finalidad de ser versátil y eficaz en condiciones operativas reales, mostrándose un paso evolutivo en las inspecciones nocturnas, y abriendo paso a las inspecciones masivas diurnas, bajo condiciones de sol real.

El sistema se ha optimizado bajo plantas piloto de laboratorio y con pruebas en plantas operativas reales, con la finalidad de mejorar la calidad de las imágenes y permitir el uso del sistema por parte de un solo técnico cualificado, gracias a la comunicación inalámbrica del sistema. Para medidas diurnas se han conseguido tasas de hasta 80 paneles inspeccionados por hora, con imágenes de alta calidad comparables a las obtenidas en un laboratorio.

El desarrollo de cámaras NIR de mayor resolución en el futuro próximo permitirá un incremento notable en el número de módulos inspeccionados simultáneamente, vislumbrándose un creciente interés por el uso de este tipo de tecnología, tanto para inspecciones diurnas masivas como para electroluminiscencia nocturna.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto de investigación del MCIN Ref. PID2020-113533RB-C33.

REFERENCIAS

Guada M., Moretón A., Rodríguez-Conde S., Sánchez L.A., Martínez M., González M.A., Jiménez J., Pérez L., Parra V and Martínez O. (2020). Daylight luminescence system for silicon solar panels based on a bias switching method. *Energy Science & Engineering* 8, 3839-3853.

Köntges M., Kurtz S., Packard C., Jahn U., Berger K.A., Kato K., Friesen T., Liu H., Iseghem M.V. Review of Failures of Photovoltaic Modules, (2014) IEA PVPS Task 13, External final report IEA-PVPS, March 2014, ISBN 978-3-906042-16-9

Mante C., dos Reis Benatto G.A., Riedel N., Thorsteinsson S., Poulsen P.B., Parikh H., Spataru S., Sera D., Forchhammer S. (2018) SNR Study of Outdoor Electroluminescence Images under High Sun Irradiation. Proceedings of the 2018 IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC), 10-15 June, Waikoloa, HI, USA, pp. 3285-3289.