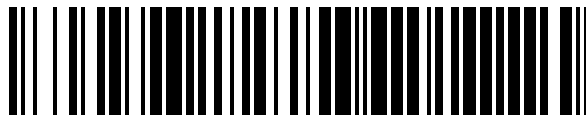


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 308 609**

21 Número de solicitud: 202332217

51 Int. Cl.:

G01N 21/66 (2006.01)

H02S 50/15 (2014.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

29.12.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.06.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
Pza. Santa Cruz, 8
47002 Valladolid (Valladolid) ES

72 Inventor/es:

MEDIAVILLA MARTÍNEZ, Irene;
TERRADOS LÓPEZ, Cristian;
GONZÁLEZ FRANCÉS, Diego;
GONZÁLEZ REBOLLO, Miguel Ángel y
MARTÍNEZ SACRISTÁN, Óscar

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA INALÁMBRICO PARA LA INSPECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN PLANTA MEDIANTE ELECTROLUMINISCENCIA**

ES 1 308 609 U

DESCRIPCIÓN**SISTEMA INALÁMBRICO PARA LA INSPECCIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN PLANTA MEDIANTE ELECTROLUMINISCENCIA**

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo técnico de las energías renovables y más concretamente a la inspección y control de calidad de módulos fotovoltaicos durante su funcionamiento mediante medidas de electroluminiscencia (EL) captadas por cámaras en el infrarrojo (NIR), como por ejemplo una cámara de InGaAs. Se presenta una solución de alto rendimiento y bajo coste económico debido a su diseño, ligero, compacto y sin cables, que hace posible la intervención de un único operario.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Actualmente, uno de los métodos de detección de defectos en módulos fotovoltaicos se basa en las medidas de electroluminiscencia (EL). La EL es una técnica de inspección que permite obtener imágenes de gran calidad que dan cuenta del estado de un módulo fotovoltaico. Permite visualizar un elevado número de defectos o fallos de fabricación existentes en las células solares que componen el módulo fotovoltaico, permitiendo valorar el rendimiento que dicho módulo ofrecerá estando en servicio. Para ello, se inyecta una corriente eléctrica, proporcionada por una fuente de alimentación externa, que estimula la emisión luminiscente del material que forma la célula. La emisión es captada mediante una cámara sensible al rango de energías de emisión del material, que en el caso del silicio se sitúa en el infrarrojo próximo en torno a 1150 nm.

25

Habitualmente, para emplear esta técnica es necesario desconectar el módulo del inversor, para poder aplicar así una tensión eléctrica mediante la fuente de alimentación externa, para volverlo a conectar posteriormente una vez terminada la medida. Esta manipulación de desconexión/conexión supone un riesgo, si se comete un error, tanto para el operario como para la propia instalación, debido a las elevadas tensiones y corrientes de estas instalaciones. Estos posibles errores tienden a ser más frecuentes cuando las medidas se realizan durante la noche.

30

Por otro lado, la mayoría de las soluciones actualmente existentes de este tipo de inspección no son capaces de operar durante el día, ya que la radiación solar es varios órdenes de magnitud superior a la luminiscencia emitida por el panel, lo que supone un ruido muy elevado
5 frente a la señal que se quiere captar, y hace más compleja y larga la medida. Obviamente, en el caso de realizarse de día supone una pérdida de producción durante el tiempo que se realizan. Por ello, resulta muy interesante ser capaz de acortar al máximo la duración de las medidas.

10 Algunas soluciones del estado del arte, como la divulgada en la solicitud de patente española ES2802473 A1, plantean resolver parcialmente la problemática anterior proponiendo un dispositivo de inspección de paneles fotovoltaicos que facilite la operación de inspección durante el día. Sin embargo, la propia configuración de esta solución la hace muy dependiente de las sombras que proyecta sobre el panel el propio dispositivo, que inducen un cambio en
15 la respuesta de las células del módulo, haciéndola difícilmente viable para realizar inspecciones que cubran un elevado número de paneles.

En general, las soluciones de medida de electroluminiscencia diurna comerciales no están diseñadas para trabajar de manera eficiente en las plantas fotovoltaicas existentes.
20 Soluciones como las propuestas en las patentes CN105406820A o ES2020/070186 no resuelven satisfactoriamente el problema tanto de las sombras que los propios equipos producen sobre los módulos, como el del reflejo directo de la radiación solar que llega a la cámara, y que aparecen ambos en diferentes momentos del día, imposibilitando la obtención de imágenes de calidad.

25 Por tanto, actualmente no existe una solución técnica comercial que permita una inspección eficiente de células fotovoltaicas en las grandes plantas fotovoltaicas: una solución que permita trabajar de día (lo que disminuye los riesgos asociados a los procesos de desconexión/ conexión de módulos), minimizando el tiempo de adquisición de las imágenes y
30 detección de defectos, desde una solución ágil y flexible, que pueda adaptarse a las condiciones de movilidad que su utilización en las condiciones reales de una planta fotovoltaica requiere.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

35 Con el fin de alcanzar los objetivos y evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, la

presente invención describe un sistema de alimentación y control remoto para una cámara InGaAs de inspección diurna de módulos fotovoltaicos, donde el sistema comprende:

- una carcasa de tipo maletín que dispone exteriormente de unos medios de agarre rápido configurados para acoplarse al trípode de sujeción de la cámara; donde la carcasa de tipo maletín aloja en su interior:

- un microcontrolador conectable por USB a la cámara InGaAs, configurado para recibir las imágenes de los módulos fotovoltaicos grabadas por la cámara y obtener la medida de EL de los módulos basada en las imágenes capturadas; donde el microcontrolador dispone de una antena WiFi integrada configurada para crear una red WiFi;

- un módulo de comunicaciones inalámbricas por radio frecuencia conectado con el microcontrolador, configurado para establecer una comunicación punto a punto con un segundo módulo de comunicaciones inalámbricas (conectado a un interruptor electrónico, denominado *Optronbox*), que permite sincronizar desde el microcontrolador una fuente de alimentación que polariza los módulos fotovoltaicos a inspeccionar; y

- un módulo de dos baterías conmutadas, configurado para suministrar alimentación a la cámara InGaAs y al microcontrolador. La disposición del módulo de baterías en el interior de la caja permite una rápida substitución cuando se haya agotado alguna de ellas durante la medida;

- un dispositivo de control remoto, tipo Smartphone, tableta o similar, conectable a la red WiFi creada por el microcontrolador, configurado para controlar remotamente la cámara InGaAs conectada al microcontrolador.

La inyección de la corriente a los módulos mediante la fuente de alimentación se realiza a través de un circuito interruptor de alta potencia (referido en este documento como *dispositivo interruptor, interruptor remoto, conmutador externo u Optronbox*), que comprende el dispositivo de comunicación inalámbrica citado anteriormente, que permite sincronizar la fuente con la cámara, un dispositivo electrónico de alta potencia y un relé de estado sólido conmutable, que hace las veces de interruptor de la corriente de inyección. Este dispositivo permite el paso rápido del estado de inyección, y por tanto emisión de EL del módulo, al estado de circuito abierto y por tanto sin emisión luminiscente del módulo. Este cambio de estado resulta fundamental para eliminar el ruido óptico generado por la emisión infrarroja del sol que se superpone a la propia señal luminiscente del módulo, de forma que se hace posible la obtención de imágenes de EL diurnas.

Así, ventajosamente, la presente invención ofrece una solución de gran movilidad mediante un equipo compacto que puede desplazarse fácilmente junto con la cámara de inspección cuando se estén realizando las medidas en plantas fotovoltaicas. El equipo puede ser operado por un único técnico que realiza todas las tareas necesarias para la obtención de una imagen de EL de los módulos a medir: enfoque; ajuste de parámetros en el programa si es necesario por haberse dado un cambio de las condiciones atmosféricas; lanzamiento del procedimiento de adquisición de las imágenes; validación de la imagen de EL obtenida; almacenamiento de la misma, todo ello mediante una tableta que facilita el acceso a un software de elaboración propia en el microcontrolador. Al encontrarse, alojados en el interior del maletín acoplado al trípode (soporte de la cámara), todos los componentes necesarios para la obtención de las EL de los módulos, el desplazamiento del dispositivo para ir adquiriendo las imágenes de EL de los diferentes módulos es muy sencillo aún en los terrenos habitualmente irregulares donde se ubican las grandes plantas fotovoltaicas. Esta manera de operar es posible gracias al dispositivo de comunicación inalámbrica entre el equipo que se acaba de mencionar acoplado al trípode y la fuente de alimentación que inyecta corriente a todo el string, fuente que solo habrá que desplazar cuando se hayan obtenido las imágenes de todos los módulos ubicados en el string, habitualmente en torno a 35.

En una de las realizaciones de la invención, se incluye al menos un panel LCD dispuesto en una de las superficies exteriores de la carcasa tipo maletín, donde dicho panel LCD está configurado para mostrar información del estado de carga del módulo de baterías. Así, ventajosamente, el operario puede prever su sustitución y controlar el tiempo de uso restante del equipo sin necesidad de abrir el maletín y exponer los componentes interiores a cualquier incidente. Adicionalmente, se contempla añadir un pulsador sobre la superficie exterior de la carcasa tipo maletín para activar el panel LCD. Así, ventajosamente se optimiza el consumo energético del panel LCD ya que éste se encuentra desconectado por defecto y únicamente se activa cuando el operario interacciona con el pulsador.

Una de las realizaciones de la invención comprende un cable de alimentación del módulo de baterías a la cámara InGaAs para la alimentación. Así, ventajosamente, se puede utilizar una salida HR10A-10P-12S de la cámara para su alimentación desde el módulo de baterías.

La caja está realizada en un material plástico que le confiere ligereza y permite proteger los dispositivos situados en el interior si hay una lluvia moderada.

En una de las realizaciones de la invención, los medios de agarre rápido son una abrazadera de garra de cangrejo.

- 5 En una de las realizaciones de la invención se incluyen dos elementos ligeros que se unirán a las patas del trípode, un pequeño paraguas para proteger a la cámara y poder seguir realizando medidas cuando hay lluvia moderada y un panel rectangular de plástico de dimensiones 30 x 30 cm que se utiliza para eliminar la entrada de luz directa del sol en el objetivo cuando la cámara está haciendo medidas en posición de contraluz con el sol situado
10 en una posición elevada con respecto a los paneles del string.

- El microcontrolador (que puede ser un miniPC), de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, comprende: un pulsador de encendido/apagado del microcontrolador; un conector de alimentación, configurado para recibir alimentación desde el módulo de baterías; al menos
15 un puerto USB 3.0 configurado para conectar la cámara InGaAs; y un conector HDMI configurado para conectar una pantalla externa al microcontrolador. El puerto USB 3.0 permite también conectar otros dispositivos, como la antena WiFi, el módulo de comunicaciones inalámbricas o una memoria flash USB para almacenar las imágenes recibidas en el microcontrolador.

- 20 El módulo de comunicaciones inalámbricas por radio frecuencia, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, es un módulo XBee o similar que utiliza un protocolo de comunicación ZigBee, un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un dispositivo basado en el protocolo de red IEEE 802.15.4, que permite crear redes PEER-TO-PEER (punto
25 a punto).

El dispositivo de control remoto se selecciona entre un teléfono inteligente o una tableta con funcionalidad de escritorio remoto.

- 30 El módulo de baterías, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, comprende dos baterías de litio para alimentar la cámara y el microcontrolador de forma independiente, donde las baterías son intercambiables. Las baterías van conmutadas para poder cambiar una de las baterías cuando se esté agotando por la otra batería similar cargada, sin necesidad de parar el programa y la cámara, ahorrando el tiempo de reinicio de todo el sistema.

35

La carcasa tipo maletín, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención, comprende una pluralidad de conectores en su superficie: un conector de alimentación, configurado para interconectar el módulo de baterías con la cámara; un conector HDMI, configurado para interconectar una pantalla externa con el microcontrolador y visualizar el interfaz del microcontrolador sin extraerlo de la carcasa de tipo maletín; y unos puertos USB 3.0 configurados para interconectar al menos el microcontrolador con la cámara InGaAs. Adicionalmente, en la carcasa de tipo maletín se contempla un concentrador de puertos USB 3.0 en su interior, donde los puertos USB 3.0 dispuestos en la superficie de la carcasa tipo maletín están conectados al concentrador de puertos USB 3.0 del interior de la carcasa de tipo maletín. Así, ventajosamente, se aumenta el número de puertos USB disponibles y, al mismo tiempo, se facilita la conexión de dispositivos externos al maletín (principalmente la cámara InGaAs) sin necesidad de abrir el maletín.

En una realización de la invención, se contempla una cámara InGaAs sensible al infrarrojo cercano como parte integrante del sistema, estando la cámara InGaAs conectada por USB al microcontrolador. Adicionalmente, se contempla también una gama de objetivos para luz visible o infrarroja con focales fijas o variables, ajuste manual de apertura y enfoque que puede ser manual o motorizado, con un filtro SWIR (Short Wave Infrared) paso banda centrado en 1160 nm y con una FWHM (Full Width at Half Maximum) de 150 nm.

Una de las realizaciones de la presente invención contempla que los medios de control de corriente incorporen un módulo de comunicaciones inalámbricas de bajo consumo, como por ejemplo ZIGBEE, interconectado con el microcontrolador, donde el módulo de comunicaciones inalámbricas está configurado para recibir órdenes desde un ordenador remoto y transmitir dichas órdenes al microcontrolador. Así, ventajosamente, la presente invención es capaz de comunicarse a grandes distancias, aproximadamente 3.000 metros, con unas velocidades de transmisión suficientes para el buen funcionamiento del sistema. Dadas las grandes superficies que tienen las plantas solares, el uso de estos módulos de comunicaciones inalámbricos hace que las medidas sean mucho más cómodas y eficientes.

Una de las realizaciones de la invención contempla que la fuente utilizada para inyectar corriente en los módulos pueda ser reemplazada por un inversor de tipo bidireccional, es decir capaz de convertir la corriente alterna de la red a corriente continua e inyectarla a los módulos.

En este caso el dispositivo que habitualmente se conecta a la red, denominado en este documento *Optronbox*, se conectará entre el inversor y el string.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método de inspección de módulos fotovoltaicos, que comprende los siguientes pasos:

- inyección de una corriente a los módulos del string mediante la conexión de una fuente de alimentación o alternativamente si es posible, empleando un inversor de tipo bidireccional, a través de un circuito de alimentación con un medio de control de dicha corriente (denominado en este documento *Optronbox*), donde este medio de control en el circuito de alimentación comprende un interruptor electrónico de alta potencia, conmutable entre un estado de conducción que cierra el circuito de alimentación y un estado de corte que abre el circuito de alimentación;
- envío, mediante una señal de radiofrecuencia a través de los dispositivos de comunicación, de una orden para abrir o cerrar un relé de estado sólido;
- con el circuito de alimentación cerrado, inyectar, desde la fuente de alimentación, una corriente que polariza el módulo fotovoltaico generando una emisión de luminiscencia;
- detectar de forma sincronizada la luminiscencia emitida por el módulo fotovoltaico mediante el uso de una cámara de InGaAs; y
- abrir el circuito de alimentación, por lo que dejará de pasar corriente por el módulo y este no generará luminiscencia y
- volver a detectar de forma sincronizada la imagen sin luminiscencia del módulo fotovoltaico mediante la cámara de InGaAs
- substraer las dos imágenes adquiridas en los dos estados diferentes antes citados del módulo fotovoltaico para reducir de esta manera el ruido óptico generado por el sol, que se supone ha sido prácticamente constante entre los dos estados, utilizando para ello un software específico;
- repetir el procedimiento cíclicamente el número de veces necesario, que dependerá del valor de la irradiación solar, para eliminar la mayor parte posible del ruido hasta obtener una imagen de EL de calidad satisfactoria.

Se contempla, en una de las realizaciones de la invención, realizar el procedimiento de inspección de módulos fotovoltaicos desde un ordenador remoto. Desde dicho ordenador se envía una orden de inicio de inspección del módulo fotovoltaico al microcontrolador, para controlar así la inyección de la corriente, a través de un módulo de comunicaciones inalámbricas, por ejemplo ZIGBEE, interconectado eléctricamente con el microcontrolador.

Ventajosamente, el dispositivo desarrollado permite realizar estas medidas de forma mucho más rápida y efectiva, que los procedimientos comerciales actuales, siendo las inspecciones más productivas y eficientes y por lo tanto pudiendo medir más módulos fotovoltaicos en menos tiempo, consiguiendo así que el elevado coste de los equipos necesarios para hacer estas medidas empiece a ser rentable para el sector fotovoltaico dedicado a los trabajos de operación y mantenimiento.

La inspección mediante medidas de electroluminiscencia descrita en la presente invención permite detectar posibles defectos de fabricación o daños producidos durante el transporte o el montaje de los paneles de manera muy rápida, con un mínimo de operaciones adicionales de desconexión de elementos, que suponen riesgos para el personal y una pérdida productiva.

Además, durante toda la vida útil de los paneles fotovoltaicos, el método y sistema de la presente invención permite una monitorización mucho más frecuente del estado de los paneles, en comparación con las inspecciones realizadas por los métodos tradicionales, que requieren una gran manipulación física de los mismos, conectando numerosos equipos adicionales y/o desconectando cada uno de los paneles fotovoltaicos, lo que hace que dichas inspecciones estén mucho más espaciadas en el tiempo y, por tanto, las posibilidades de detectar un fallo temprano se ven reducidas.

La fabricación de módulos se encuentra en auge para el sector de las energías renovables y, asociado a este proceso productivo, se requieren métodos e instrumentos de medida que permitan realizar una caracterización del estado interno de los paneles, no solo en el proceso de fabricación para corroborar su correcto diseño, sino en la etapa de llegada a planta, así como en la etapa de funcionamiento y vida útil. Por lo tanto, la presente invención da solución eficaz a éstas dos últimas etapas al facilitar las medidas de electroluminiscencia bajo cualquier condición ambiental, tanto diurna como nocturna, y en cualquier latitud del planeta, de una forma muy poco invasiva, ágil y compacta.

Otro de los objetivos de la presente invención es la mejora tanto del sistema de inspección de módulos fotovoltaicos de electroluminiscencia diurna, como de los sistemas de electroluminiscencia nocturna ya existentes, que traen consigo unos riesgos laborales y sobrecostes innecesarios.

La inspección de los paneles mediante el sistema y método de la presente invención permite que esta sea realizada por una sola persona, en lugar de las tres personas que son necesarias en la actualidad.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

10

- La **figura 1** representa esquemáticamente los elementos de una realización preferente de la presente invención.

15

- La **figura 2** representa una situación real de uso de la presente invención, donde la carcasa tipo maletín está acoplada al trípode que sujeta la cámara orientada hacia los paneles solares.

20

- La **figura 3** representa en detalle una realización del agarre rápido de la carcasa tipo maletín, concretamente una abrazadera de garra de cangrejo.

25

- La **figura 4** representa la carcasa de tipo maletín en posición abierta, con los elementos electrónicos de su interior a la vista.

- La **figura 5** representa una vista superior de la carcasa de tipo maletín en posición cerrada.

30

- La **figura 6** representa con mayor detalle los principales elementos electrónicos que aloja el interior de la carcasa tipo maletín.

- Las **figuras 7A y 7B** representan la carcasa de tipo maletín en posición cerrada, con detalle del exterior de la carcasa tipo maletín y las conexiones que se disponen en las paredes laterales.

- La **figura 8** representa el montaje completo de una realización de la invención, donde el maletín se acoplará al trípode y, sobre el mismo trípode, se instala la cámara InGaAs y el correspondiente objetivo.

5 Las referencias usadas en las figuras se enumeran a continuación:

- 1- Objetivo montura-C
- 2- Cámara InGaAs
- 3- Cable adaptador DC
- 10 4- Módulo de baterías
 - 401- Primera batería conmutada
 - 402- Segunda batería conmutada
- 5- Cable conector USB 3.0
- 6- Microcontrolador
- 15 7- Dispositivo de comunicación inalámbrica XBee
- 8- Red WiFi
- 9- Cable conector DC
- 10- Circuito interruptor "Optronbox"
- 11- Tableta/smartphone
- 20 12- Fuente de alimentación
- 13- Módulo fotovoltaico
- 14- Trípode
- 15- Sistema de agarre rápido
- 16- Carcasa tipo maletín
- 25 17- Abrazadera garra de cangrejo
- 18- Pantalla LCD
- 19- Pulsador visualización carga
- 20- Pulsador encendido microcontrolador
- 21- Conector alimentación microcontrolador
- 30 22- Puertos USB 3.0 microcontrolador
- 23- Conector HDMI
- 24- Conector alimentación maletín
- 25- Puertos USB 3.0 maletín
- 26- Conector HDMI maletín
- 35 27- Sombrilla

28- Pantalla

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención divulga un sistema de alimentación autónoma y control remoto para una cámara InGaAs para la medida de electroluminiscencia diurna de módulos fotovoltaicos.

El sistema de alimentación y control de la cámara InGaAs aprovecha el desarrollo de un dispositivo interruptor remoto (Optronbox) que está sincronizado con la cámara y controla la corriente a suministrar a un panel fotovoltaico y, por consiguiente, su polarización. De esta manera, dicho panel adopta dos estados diferentes, necesarios para una medida de electroluminiscencia diurna, en periodos de tiempo muy pequeños para evitar cambios ambientales y obtener una imagen de electroluminiscencia fiable. Todo el proceso está dirigido por un software.

La **figura 1** representa esquemáticamente la configuración de las conexiones en el sistema de alimentación y control de la presente invención. Un objetivo adecuado **1** y ajuste manual de apertura y enfoque, al que se le añade un filtro paso banda *SWIR* – 1160 nm y FWHM 150 nm – que se acopla a una cámara **2** InGaAs. La cámara cuenta con un cable de alimentación diseñado para conectarse a un módulo de baterías **4**, formado preferiblemente por dos baterías conmutadas **401**, **402**, mediante un cable adaptador **3** de 12 pines a 2 pines DC. La cámara cuenta también con una conexión USB 3.0 que permite el intercambio de datos a través de un cable adaptador **5** USB 3.0 conectado con el dispositivo de control, el microcontrolador **6**, ubicado en el interior de una carcasa tipo maletín. El microcontrolador **6** alberga el software que controla la cámara para la realización de medidas y recibe, por un lado, la entrada USB de la cámara **2**, mientras que por otro lado cuenta con las salidas del módulo XBee **7**, conectado por USB, y la red WiFi **8** creada y configurada previamente como “red hospedada”, que se utiliza para sincronizar la captura y la inyección de corriente en los módulos por la fuente de alimentación **12** a través de un circuito interruptor de alta potencia controlado remotamente (Optronbox) **10**. Haciendo uso de dicha red WiFi **8**, el operario puede controlar el sistema desde una tableta **11** o un Smartphone en un radio de hasta 25 m. La alimentación del microcontrolador **6** y del módulo XBee **7** se realiza también mediante la conexión directa por cable **9** al módulo de baterías **4**, que alimentan con tensión continua.

En la **figura 2** puede observarse una situación real de uso de la presente invención, con una cámara **2** de InGaAs instalada sobre un trípode **14** enfocada hacia una instalación de módulos

fotovoltaicos **13** que se pretende inspeccionar. Unida mediante un sistema de agarre rápido **15** al mismo trípode, se encuentra la carcasa de tipo maletín **16** que aloja los componentes electrónicos de la presente invención que proporcionan la alimentación autónoma y habilitan el control remoto de la cámara. Los paneles **13** se alimentan mediante la fuente de alimentación **12** a través del circuito interruptor de alta potencia controlado remotamente (Optronbox) **10**.

La **figura 3** muestra en detalle una de las posibles implementaciones del agarre rápido **15** que se dispone en la carcasa de tipo maletín **16**, concretamente una abrazadera de garra de cangrejo **17**, de las que se utilizan preferiblemente dos para una sujeción firme de la carcasa de tipo maletín al trípode **14**.

En la **figura 4** se representa la carcasa de tipo maletín **16** en posición abierta, donde se aloja el microcontrolador **6**, que controla la cámara **2** y sincroniza, mediante un dispositivo inalámbrico de radio frecuencia **7**, la corriente que se inyecta a los paneles **13**. Además, incluye un módulo de baterías **4** con dos baterías que se pueden cambiar rápidamente y alimentan el microcontrolador **6** y la cámara **2**.

La **figura 5** representa una vista superior de la carcasa de tipo maletín **16** en posición cerrada, de manera que los componentes de su interior quedan protegidos y, externamente, se visualizan unas pantallas LCD **18** con información del estado de carga de las baterías del módulo de baterías **4**. Estas pantallas LCD **18** se disponen en paralelo entre las baterías y los dispositivos que alimentan.

Se disponen un par de pulsadores **19** en la tapa superior del maletín para activar puntualmente la visualización de las pantallas LCD **18** y evitar así un consumo innecesario de energía.

En la **figura 6** se representan con mayor detalle los principales elementos electrónicos que aloja el interior de la carcasa tipo maletín **16**, es decir, el módulo de baterías **4**, el módulo inalámbrico **7**, el microcontrolador **6** y la pantalla LCD **18**. Así, el interior del maletín comprende:

- El microcontrolador **6**, comprende unos puertos USB 3.0 **22** para controlar la cámara **2** y el dispositivo de comunicación inalámbrico **7** Xbee que permite la comunicación inalámbrica con otro dispositivo idéntico ubicado en el interruptor (Optronbox) **10**.

Comprende también un conector HDMI **23** para conectar una pantalla al microcontrolador **6** y visualizar su interfaz durante la instalación de programas o aplicaciones en el equipo y trabajar con los resultados. Para recibir alimentación en el microcontrolador **6**, existe un conector **21** para alimentación y conexión al módulo de baterías **4**. El encendido y apagado del microcontrolador se realiza desde un pulsador **20**, de manera que cuando el microcontrolador se encuentra encendido se aprecia una luz azul procedente de un led interno. Además, el microcontrolador **6** dispone de una antena WiFi integrada que permite el empleo de un escritorio remoto utilizado para controlar la cámara desde un dispositivo externo. Para ello se puede utilizar una tableta o un Smartphone que pueden estar situados en un radio de hasta 25 m.

- El módulo inalámbrico **7** XBee, el cual comprende una antena de radio frecuencia para sincronización de la polarización o no polarización del panel. De las múltiples opciones existentes de módulos de transmisión de datos por radio frecuencia, en una de las realizaciones preferentes se selecciona el módulo comercial XBee de la empresa Digi porque tiene un alcance de hasta 3,2 km, su configuración es sencilla y tiene diferentes módulos de placas impresas para que su conexionado no necesite cables, ahorrando tiempo de conexionado y aumentando la fiabilidad.

- El módulo de baterías **4**, formado por dos baterías conmutadas, para la alimentación de la cámara, el microcontrolador y el módulo Xbee.

- Un par de pantallas LCD **18** para visualización del estado de carga de cada una de las dos baterías, donde las pantallas son accesibles desde el interior del maletín para realizar el conexionado de cables, pero al mismo tiempo son visibles exteriormente para proporcionar la información de estado de carga de las baterías con el maletín en posición cerrada.

Las **figuras 7A y 7B** representan la carcasa de tipo maletín **16** en posición cerrada, con detalle del exterior de la carcasa tipo maletín **16** y las conexiones que se disponen en las paredes laterales. En una primera pared se dispone un conector **24** para alimentación de la cámara **2**, que permite la conexión con una de las dos baterías internas y unos puertos **25** USB 3.0 conectados a un concentrador del interior de la caja, conectado a su vez al microcontrolador **6** también del interior de la caja (dispositivo de control). En la pared opuesta se dispone un

conector HDMI **26**, que permite conectar la salida de video del microcontrolador (dispositivo de control) del interior de la caja sin necesidad de extraerlo.

La **figura 8** muestra el montaje completo en una realización de la invención, donde el maletín se acoplará al trípode **16** y, sobre el mismo trípode, se instala la cámara **2** InGaAs y el correspondiente objetivo **1**. También se muestra una sombrilla **27** y una pantalla protectora **28** que pueden ser acopladas al trípode en caso de que sea necesario.

El equipo tiene una autonomía aproximada de entre seis y siete horas. Además, está diseñado para poder reemplazar cualquier batería rápidamente cuando se agote y seguir trabajando sin interrupción. La cámara permite obtener imágenes de electroluminiscencia con una resolución suficiente para dos paneles de manera simultánea. Una vez conectada la cámara al equipo alojado en la carcasa de tipo maletín, y ya polarizados los módulos fotovoltaicos, un único operario se basta para configurar la cámara (enfoque y distancia) e iniciar la captura de imágenes mediante interacción con un dispositivo electrónico tipo tableta.

Después de haber realizado varias pruebas en diferentes plantas fotovoltaicas se ha estimado que el sistema de la presente invención permite obtener imágenes diurnas de electroluminiscencia a un ritmo de 80 paneles por hora, gracias a la eliminación de cableado. Para ello se ha utilizado una fuente de alimentación capaz de polarizar hasta 35 módulos simultáneamente y se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para conectar y desconectar la fuente una vez se hayan realizado las imágenes de todos los módulos del string.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de alimentación y control remoto para una cámara (2) InGaAs de inspección diurna de módulos fotovoltaicos (13), donde el sistema está caracterizado por que comprende:

- 5 - una carcasa de tipo maletín (16) que dispone exteriormente de unos medios de agarre rápido (15) acoplables a un trípode (14) de sujeción de la cámara InGaAs, donde la carcasa de tipo maletín (16) aloja en su interior:
 - un microcontrolador (6) conectable por USB a la cámara (2) InGaAs, configurado para recibir imágenes de los módulos fotovoltaicos capturadas por la cámara (2) y realizar
 - 10 medidas de electroluminiscencia basadas en las imágenes recibidas, donde el microcontrolador dispone de una antena WiFi integrada configurada para crear una red WiFi (8);
 - un módulo de comunicaciones inalámbricas (7) por radio frecuencia conectado con el microcontrolador (6), configurado para establecer una comunicación punto a punto con
 - 15 un segundo módulo de comunicaciones inalámbricas que permite sincronizar desde el microcontrolador una fuente de alimentación (12) que polariza los módulos fotovoltaicos a inspeccionar; y
 - un módulo de baterías (4) configurado para suministrar alimentación a 12 V a la cámara InGaAs (2), al microcontrolador (6) y al módulo de comunicaciones inalámbricas (7);
 - 20 - un dispositivo de control remoto conectable a la red WiFi (8) creada por el microcontrolador, configurado para controlar remotamente la cámara (2) InGaAs conectada al microcontrolador.

2. Sistema de acuerdo a la reivindicación 1 que además comprende al menos un panel LCD (18) dispuesto en una superficie exterior de la carcasa tipo maletín (16), donde el panel LCD

25 está configurado para mostrar información del estado de carga del módulo de baterías (4).

3. Sistema de acuerdo a la reivindicación 2 que además comprende al menos un pulsador (19) dispuesto en la superficie exterior de la carcasa tipo maletín (16), configurado para activar

30 al menos un panel LCD (18).

4. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un cable adaptador (3), conectado por un primer extremo al módulo de baterías (4) y conectable por un segundo extremo de 12 pines a la cámara (2) InGaAs para suministrar

35 alimentación.

5. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los medios de agarre rápido (15) son una abrazadera de garra de cangrejo (17).

6. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el microcontrolador comprende:

- un pulsador (20) de encendido/apagado del microcontrolador;
- un conector (21) de alimentación, configurado para recibir alimentación desde el módulo de baterías;
- al menos un puerto USB 3.0 (22) configurado para conectar la cámara (2) InGaAs; y
- un conector HDMI (23) configurado para conectar una pantalla externa al microcontrolador.

7. Sistema de acuerdo a la reivindicación 6 donde el puerto USB 3.0 está configurado adicionalmente para conectar otros dispositivos a seleccionar entre la antena WiFi, el módulo de comunicaciones inalámbricas o una memoria flash USB para almacenar las imágenes recibidas en el microcontrolador.

8. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de comunicaciones inalámbricas (7) por radio frecuencia es un módulo XBee que utiliza un protocolo de comunicación ZigBee.

9. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el dispositivo de control remoto se selecciona entre un teléfono inteligente o una tableta (11) con funcionalidad de escritorio remoto.

10. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el módulo de baterías conmutadas (4) comprende dos baterías de litio.

11. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la carcasa tipo maletín (16) comprende una pluralidad de conectores en su superficie, la pluralidad de conectores comprende:

- un conector (24) de alimentación, configurado para interconectar el módulo de baterías con la cámara (2);
- un conector HDMI (26), configurado para interconectar una pantalla externa con el microcontrolador (6) y visualizar el interfaz del microcontrolador (6) sin extraerlo de la carcasa de tipo maletín (16); y

- unos puertos (25) USB 3.0 configurados para interconectar al menos el microcontrolador (6) con la cámara (2) InGaAs.

5 12. Sistema de acuerdo a la reivindicación 9 donde la carcasa tipo maletín (16) además comprende un concentrador de puertos USB 3.0 en su interior, donde los puertos (25) USB 3.0 dispuestos en la superficie de la carcasa tipo maletín (16) están conectados al concentrador de puertos USB 3.0 del interior de la carcasa de tipo maletín (16).

10 13. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende la cámara (2) InGaAs conectada por USB al microcontrolador (6).

14. Sistema de acuerdo a la reivindicación 13 que además comprende un objetivo (1) con focal adecuada, ajuste manual o motorizado de apertura y enfoque, con un filtro SWIR paso banda –1160 nm, FWHM 150 nm.

15

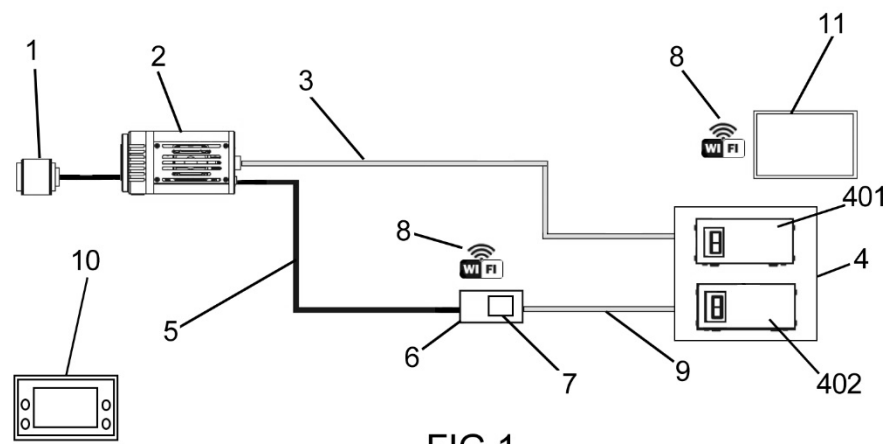


FIG.1

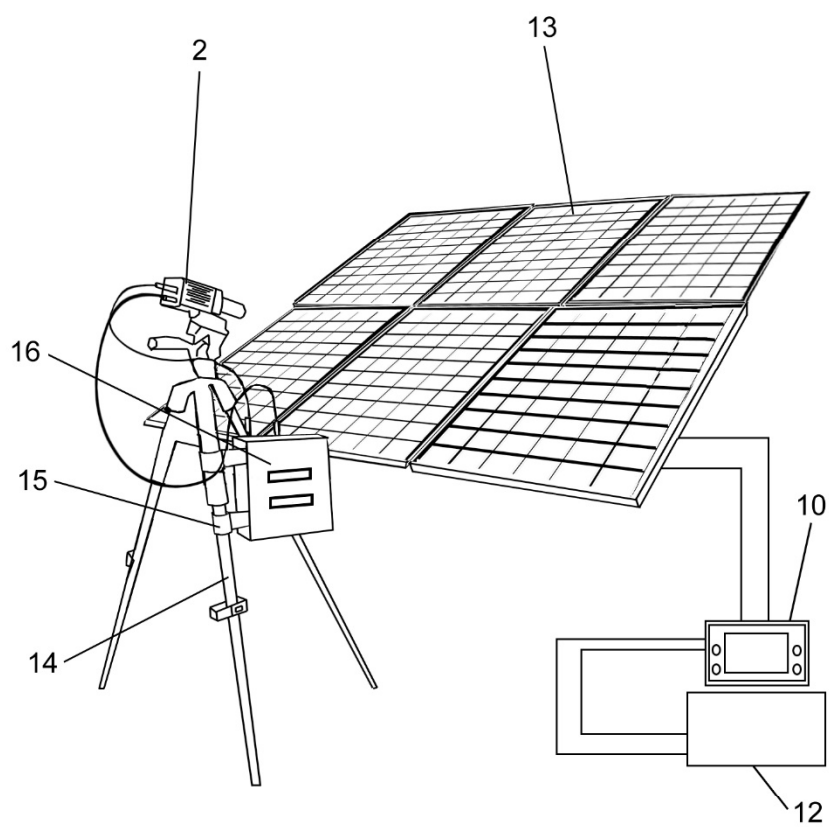


FIG.2

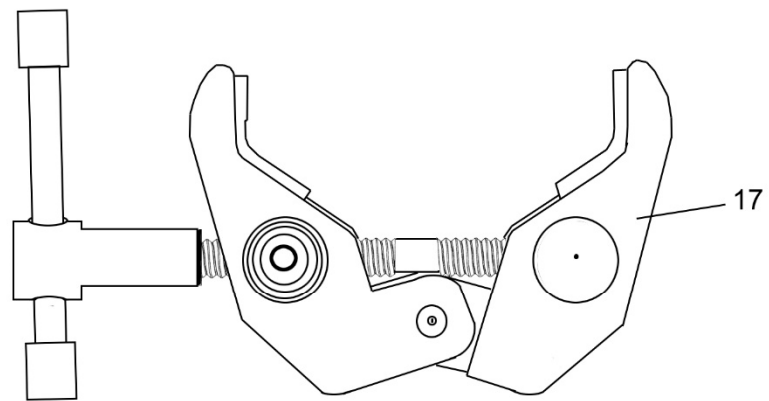


FIG.3

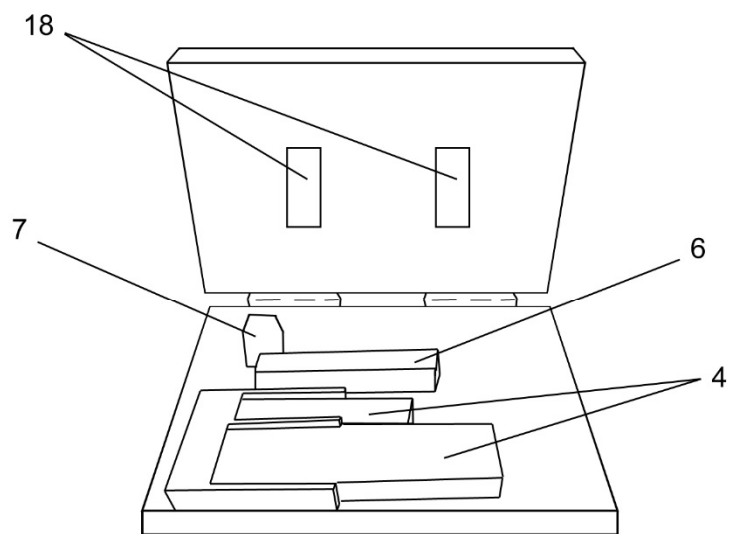


FIG.4

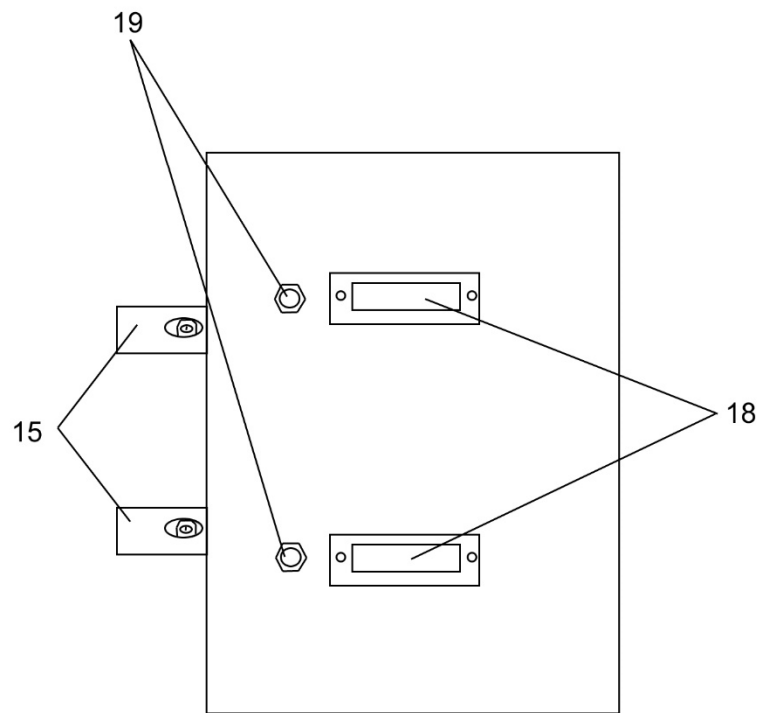


FIG.5

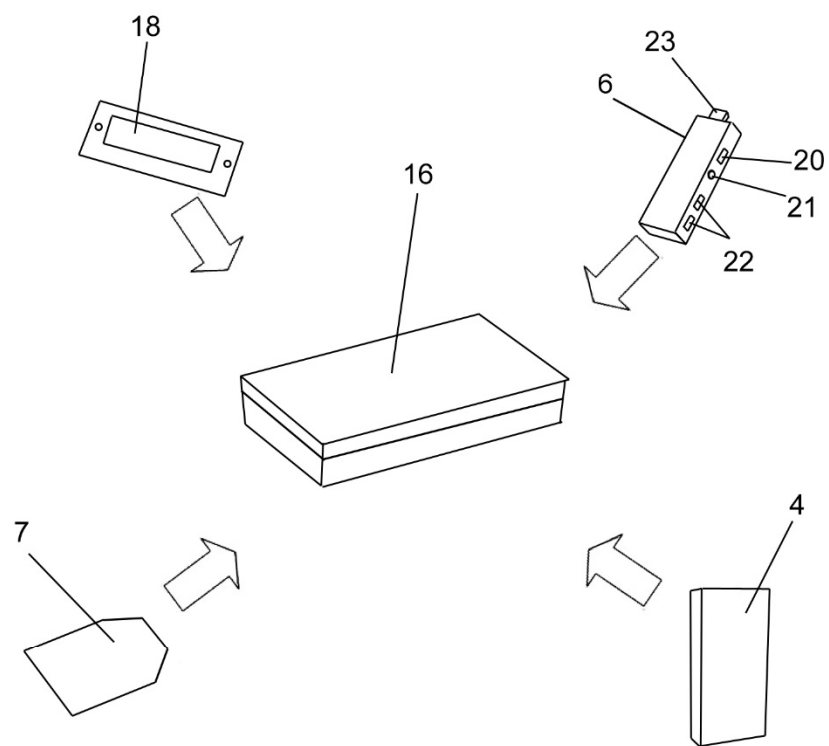


FIG.6

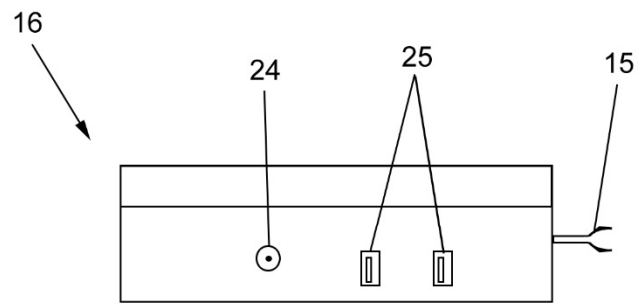


FIG. 7A

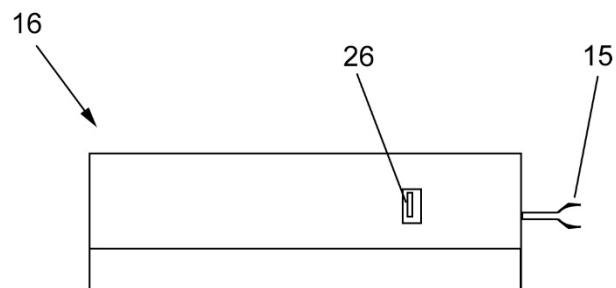


FIG. 7B

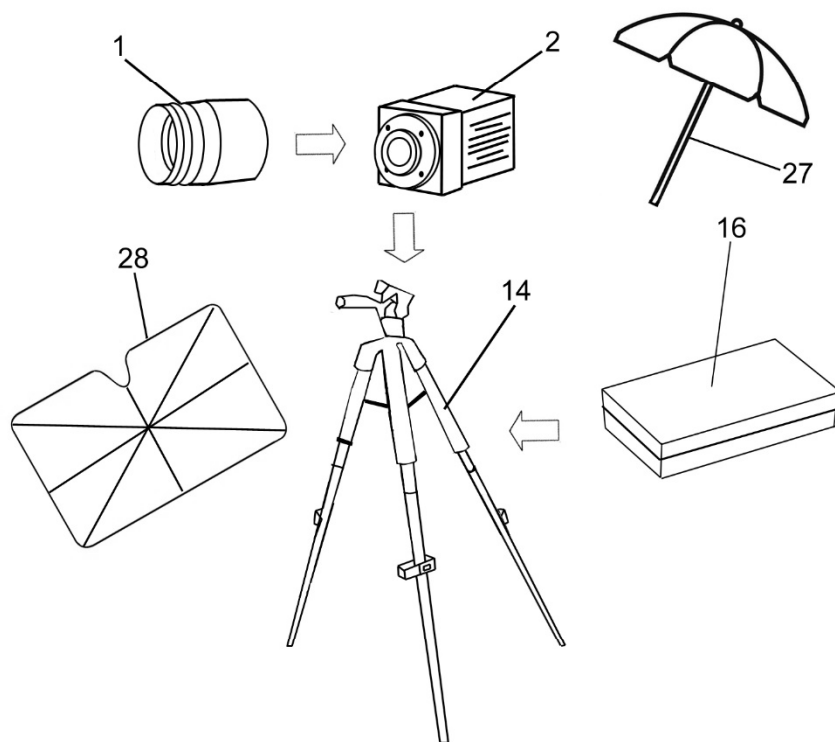


FIG.8