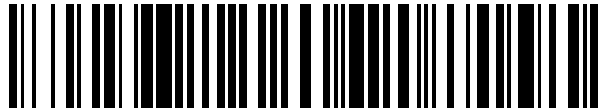


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 030 592**

21 Número de solicitud: 202331090

51 Int. Cl.:

G01N 21/64	(2006.01)
H02S 50/10	(2014.01)
G01N 21/66	(2006.01)
G01N 21/95	(2006.01)
G01N 21/31	(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

28.12.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.06.2025

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (50.00%)
Pza. Santa Cruz, 8
47002 Valladolid (Valladolid) ES y
COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS SA
(50.00%)

72 Inventor/es:

TERRADOS LÓPEZ, Cristian;
MARTÍNEZ SACRISTÁN, Oscar;
GONZÁLEZ FRANCÉS, Diego;
ALONSO GÓMEZ, Victor;
GONZÁLEZ REBOLLO, Miguel Angel y
CARPINTERO GÓMEZ, Luis Alberto

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE MEDICIÓN DE ELECTROLUMINESCENCIA DIURNA DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS**

57 Resumen:

Sistema y método de medición de electroluminiscencia diurna de paneles solares fotovoltaicos.

La presente invención se enmarca en el sector de la energía renovable y, más concretamente, en la energía solar, centrándose en el ámbito de los paneles solares fotovoltaicos, en adelante paneles fotovoltaicos. Está enfocada en la realización de ensayos de caracterización mediante electroluminiscencia sobre los paneles fotovoltaicos de las plantas fotovoltaicas, sin necesidad de desmontarlos. Más específicamente, ensayos de electroluminiscencia diurna (EL_d).

Los objetos principales de la presente invención son un sistema y un método de medición de electroluminiscencia diurna (EL_d) en paneles fotovoltaicos en plantas fotovoltaicas sin desmontar los paneles y sin el uso de fuentes de alimentación externas o inversores bidireccionales.

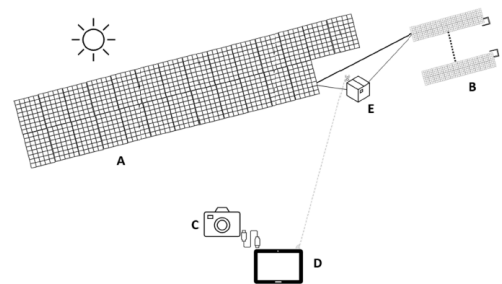


FIG. 1

ES 3 030 592 A1

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA Y MÉTODO DE MEDICIÓN DE ELECTROLUMINESCENCIA DIURNA DE
PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS**

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se enmarca en el sector de la energía renovable y, más concretamente, en la energía solar, centrándose en el ámbito de los paneles solares fotovoltaicos, en adelante paneles fotovoltaicos. Está enfocada en la realización de ensayos de caracterización mediante
10 electroluminiscencia sobre los paneles fotovoltaicos de las plantas fotovoltaicas, sin necesidad de desmontarlos. Más específicamente, ensayos de electroluminiscencia diurna (EL_d).

Los objetos principales de la presente invención son un sistema y un método de medición de electroluminiscencia diurna (EL_d) en paneles fotovoltaicos en plantas fotovoltaicas sin
15 desmontar los paneles y sin el uso de fuentes de alimentación externas o inversores bidireccionales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 La medida de electroluminiscencia (EL) de paneles fotovoltaicos es una técnica de inspección que permite conocer su estado.

En su funcionamiento normal, los paneles fotovoltaicos captan la energía proveniente de la luz del sol y la convierten en energía eléctrica (producen una corriente eléctrica utilizable). De
25 forma inversa, para realizar la EL, los paneles se polarizan (se les inyecta corriente) y como consecuencia de ello emiten luz en un rango de frecuencias con un máximo en el infrarrojo próximo, en el caso de los paneles de silicio. Dicha luz se capta mediante cámaras sensibles a ese rango de frecuencia. Mediante el procesado de las imágenes capturadas se obtiene la imagen final de electroluminiscencia del panel.

30 El método más extendido actualmente para la medición de electroluminiscencia de paneles fotovoltaicos implica desmontar dichos paneles de su posición en la planta fotovoltaica, trasladarlos a un laboratorio en el que se realizan las medidas correspondientes (se polarizan los paneles para emitir luz, se toman fotografías de dichas emisiones de luz y se analizan las
35 fotografías), para después trasladarlos de nuevo a la planta fotovoltaica y volver a montar los

en su posición correspondiente en la planta. Para polarizar los paneles es necesaria una fuente de alimentación que, en estos casos, se encuentra en el laboratorio.

5 Una solución para evitar el desplazamiento de los paneles fotovoltaicos hasta laboratorios, que pueden estar a muchos kilómetros de distancia de las plantas fotovoltaicas en las que están instalados, es realizar las medidas en camiones o contenedores con laboratorios instalados en su interior. En estos casos, en el interior del camión o del contenedor se encuentran la fuente de alimentación y generador o toma externa de 220 V, para polarizar los paneles, la cámara para la toma de las imágenes de la luz emitida por los paneles y cualquier
10 otro elemento necesario para realizar las mediciones. Esta solución evita tener que realizar grandes desplazamientos de los paneles fotovoltaicos, pero no evita la necesidad del desmontaje, de los desplazamientos hasta el camión/contenedor y vuelta a su localización original, así como del posterior montaje.

15 Es importante destacar que, tanto en los laboratorios fijos como en los camiones/contenedores con laboratorios en su interior, las medidas de EL se realizan en un ambiente oscuro para disminuir las luces parásitas y posibilitar la adquisición de la luz emitida por los paneles fotovoltaicos polarizados y su análisis posterior.

20 Ninguna de estas dos soluciones evita la necesidad de desmontar y desplazar los paneles fotovoltaicos desde su posición en la planta fotovoltaica. Como se ha descrito previamente, esto supone mucho riesgo por tener que estar moviendo los paneles y porque, si además se daña algunos de los paneles durante el transporte y montaje después de haber realizado las mediciones, dicho daño pasará desapercibido.

25 Otra desventaja asociada a estos métodos de medición es que, durante todo el tiempo en el que están desmontados de su posición en la planta, los paneles no están funcionando y, por lo tanto, no están captando energía solar ni transformándola en energía eléctrica. Esto provoca una reducción de la capacidad de producción de energía eléctrica de la planta
30 fotovoltaica.

Para solventar los problemas asociados al desmontaje de los paneles fotovoltaicos se conocen alternativas que permiten realizar las mediciones *in situ*, que pueden realizarse en horario nocturno o diurno.

35

Una primera alternativa para tales medidas *in situ* contempla emplear los propios inversores de la planta para polarizar los paneles fotovoltaicos en los que se quieren realizar las mediciones. Un importante problema técnico asociado a esta forma de medir es que la mayoría de los inversores de las plantas fotovoltaicas actuales no tienen opción de funcionamiento en sentido contrario (inversor bidireccional), debido a su mayor coste o a la complejidad que entraña la implementación sobre el equipo. Además, cuando sí se dispone de dicha opción, ésta tiene un mayor coste y se modifican las especificaciones del inversor.

Una segunda alternativa contempla el uso de una fuente de energía móvil. Según el número de paneles fotovoltaicos en los que se quieran realizar las mediciones, la fuente de energía tendrá que ser de mayor o menor tamaño, pero en general, dichas fuentes pesan unos 25-30 kg. Además, es necesario el uso de un grupo electrógeno para alimentar a la propia fuente que, actualmente, funcionan con gasoil, lo cual conlleva asociados riesgos de potenciales derrames. Es necesario mover tanto la fuente de alimentación como el grupo electrógeno a lo largo de toda la planta para ir realizando las mediciones en los paneles fotovoltaicos de interés. El desplazamiento del grupo electrógeno y la fuente de alimentación requiere de un vehículo y, dependiendo del tipo del grupo, un vehículo adaptado (las plantas suelen estar construidas sobre terreno natural, con las imperfecciones de este y, en algún caso, el terreno puede estar dañado por las condiciones meteorológicas). Así pues, uno de los inconvenientes asociados a este método es que aumenta los tiempos de realización de las mediciones y, en terrenos complicados (terrenos escarpados, arcillosos tras lluvias, etc.), pueden dificultarse los movimientos de los vehículos y de los equipos asociados, no pudiéndose mover en algún caso. Además, el uso de vehículos y su movimiento entre los paneles implica el riesgo de causar daño en las instalaciones.

En todo caso, la realización de las mediciones *in situ* en horario nocturno presenta inconvenientes asociados a trabajar sin luz solar, donde la visibilidad no facilita que las personas estén continuamente realizando conexiones/desconexiones y moviéndose por los diferentes lugares de la planta fotovoltaica, necesitando, por lo tanto, de fuentes de iluminación artificial, encareciéndose el coste de las medidas. Además, al precisar estas medidas de un ambiente de oscuridad, tanto la propia luz de la iluminación artificial como la de la luna o de otras fuentes luminosas podrían dificultar la adquisición de las imágenes.

Por otra parte, las medidas también pueden realizarse en condiciones diurnas, aunque en este caso, debido a que la radiación solar es mucho más intensa que la luz emitida por los

paneles se requiere de métodos de filtrado de la señal. Las medidas de EL diurnas *in situ*, que están empezando a cobrar algo de fuerza en el mercado de las inspecciones fotovoltaicas, requieren en todo caso de la alimentación de los paneles.

5 EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención describe un sistema y un método para medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos *in situ*, sin necesidad de fuentes de alimentación externa, utilizando los propios paneles instalados en la planta.

10

Las grandes ventajas de la presente invención son que las mediciones se realizan en horario diurno, con los paneles fotovoltaicos instalados en su posición correspondiente en la planta fotovoltaica (sin necesidad de desmontarlos), y que las mediciones se realizan sin necesidad de emplear fuentes de alimentación externa o inversores bidireccionales.

15

En una planta fotovoltaica, los paneles fotovoltaicos que están trabajando captan energía solar y la transforman en energía eléctrica. La base del funcionamiento del sistema y el método propuestos es emplear dicha energía eléctrica obtenida por algunos de los paneles fotovoltaicos para polarizar los paneles fotovoltaicos en los que se quieren realizar las mediciones. Se evita así la necesidad de emplear una fuente de alimentación externa o inversores con esta funcionalidad.

20

Para poder emplear la energía eléctrica obtenida a partir de la energía solar captada por alguno de los paneles fotovoltaicos de la planta fotovoltaica, es necesario realizar las mediciones de electroluminiscencia en horario diurno (para que haya un conjunto de paneles que reciban luz solar y la transformen en energía eléctrica, capaz de alimentar a los paneles que se quieren estudiar). Por ello, las medidas de EL en este método se deben hacer necesariamente en modo diurno (EL_d).

25

Como se ha indicado, la realización de medidas de electroluminiscencia en una planta fotovoltaica precisa de una fuente de alimentación adecuada (en voltaje, corriente y potencia). Esta fuente debe permitir establecer el voltaje deseado, superior al voltaje de circuito abierto del panel (o del conjunto de paneles colocados en serie) que se está midiendo. De esta manera, se consigue inyectar una corriente al conjunto de paneles que se quiere analizar, y generar así luminiscencia.

35

Para conseguir una imagen de EL con suficiente calidad y, a la vez, sin riesgos de producir daños en los paneles al efectuar la medida, se estima que la corriente debe estar entre el 50 y el 100% de la corriente de cortocircuito. Estas condiciones de voltaje y corriente necesarios se pueden conseguir con una fuente externa, pero la clave de la presente invención es eliminar la necesidad de tener que recurrir a una fuente externa (o al propio inversor de la planta funcionando en sentido contrario, para lo que haría falta un inversor bidireccional en la planta, lo cual no es habitual). Así pues, el sistema de la presente invención permite conseguir estas condiciones de voltaje mediante el empleo de otro conjunto de paneles fotovoltaicos, conectándolo en paralelo con el conjunto de paneles a estudio.

Habitualmente, los paneles ubicados en una planta son de las mismas características y se encuentran divididos en conjuntos con igual número de paneles conectados en serie entre sí, denominados "string", agrupándose a su vez estos conjuntos en paralelo en un cable bus que llega a un elemento (generalmente cajas de segundo nivel) de donde sale una línea de corriente que va al inversor. A lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones se empleará el término string para hacer referencia a dichos conjuntos de paneles conectados en serie entre sí.

En cualquier configuración siempre es posible aislar de la producción conjuntos de strings y conseguir que uno de estos, al que en adelante se denominará string B, inyecte corriente a otro string, que en adelante se denominará string A, siempre que el string B tenga mayor número de paneles en serie que el string A. Es decir, si el string B tiene "s" paneles en serie, el string A deberá tener "s-1" paneles en serie o menos, "s-n".

Sin embargo, por las características de la curva I-V de un panel fotovoltaico o de un conjunto de ellos en serie, un único string B conectado en paralelo con el string A, no siempre es capaz de inyectar la corriente necesaria para obtener imágenes de EL si la diferencia de paneles en serie entre los dos conjuntos de paneles es pequeña. Es decir, si el string A tiene solo uno o dos paneles en serie menos que el string B, el punto de operación que se fijará en el string A puede no ser de mucha corriente en relación con la corriente de cortocircuito de los paneles fotovoltaicos implicados. Así pues, para conseguir el punto de operación adecuado se pueden asociar, conectándolos en paralelo, varios strings B con "s" paneles en serie cada uno de ellos.

35

Por ello, para facilitar la inyección de corriente necesaria para la obtención de las medidas de electroluminiscencia, se disponen, en paralelo con el string A, varios strings B. Denotando "p" al número de los strings B que se ponen en paralelo con el string A, con "s-n" paneles, hay "s" por "p" paneles inyectando corriente en los "s-n" paneles del string A.

5

Combinaciones más complejas de paneles asociados en serie y paralelo son igualmente posibles. Para inyectar corriente sobre el conjunto a medir (que pueden ser varios strings A) debe cumplirse que el total de los paneles que generen corriente (es decir, los paneles que forman parte del conjunto de strings B) tenga las características necesarias (mayor voltaje de circuito abierto y potencia total suficientemente elevada) para que la corriente inyectada a los strings A esté en el rango adecuado, que preferentemente está entre el 50% y el 100% de la corriente de cortocircuito del conjunto de strings A.

10

En una situación muy habitual en plantas reales, todos los strings tendrán "s" paneles en serie, por lo que el string A es uno de ellos (el string A es el string a estudio), al que se le han desconectado "n" paneles para que un conjunto de strings B, en paralelo con él, sea capaz de inyectarle corriente. Con cualquier otra configuración de paneles sería igualmente posible inyectar corriente de unos string a otros, siempre que el string bajo estudio tenga menor tensión de circuito abierto que el/los string/s que va/n a inyectarle la corriente.

20

En lo que sigue, y por sencillez de descripción, se van a considerar conjuntos de string iguales, de forma que para polarizar el string A, originalmente de "s" paneles en serie, se desconectan del mismo "n" paneles, teniendo así "s-n" paneles en serie.

25 El número "n" de paneles a desconectar en el string A depende de la irradiancia existente en ese momento, y de la corriente que se desea inyectar sobre el conjunto de paneles a medir.

El sistema de la presente invención comprende un dispositivo interruptor y de control configurado para la realización de estas medidas, conectado a un controlador, preferentemente a través de una comunicación inalámbrica. Este dispositivo permite conectar y desconectar eléctricamente el conjunto de strings B al string A, polarizándolo de forma alternativa; también, entre sus funcionalidades, el dispositivo permite conocer cuánta corriente pasa por los paneles que se polarizan (string A), permitiendo determinar el número óptimo "n", es decir, el número de paneles que hay que desconectar del conjunto de "s" paneles. Para ello, el dispositivo mide la intensidad de corriente que circula por el string A, determinando si

35

es la adecuada (preferentemente si se encuentre entre el 50% y 100% de la corriente de cortocircuito, I_{sc} , de dicho string A). Si el valor medido no está dentro del rango adecuado, se conectan/desconectan más paneles fotovoltaicos del conjunto de "s" paneles fotovoltaicos del string A. El controlador está también conectado con una cámara sensible en el rango de
5 emisión de los paneles para sincronizar la toma de imágenes con el dispositivo.

Para realizar la medición de electroluminiscencia diurna, se toman una pluralidad de imágenes (con la cámara) en las que, alternativamente, los paneles en los que se realizan las mediciones están polarizados (emitiendo luz) y no polarizados (no emiten luz). En un ejemplo
10 de realización la conexión/desconexión de paneles del string A para llegar al número óptimo "n" de paneles desconectados del string A, la conexión/desconexión de paneles se realiza de forma manual en base a las medidas realizadas por el dispositivo interruptor y de control.

Como se ha descrito previamente, el dispositivo está sincronizado con el controlador (que
15 preferentemente es un ordenador o una Tablet) y con la cámara, por lo que se tienen datos en todo momento de cuáles son las imágenes correspondientes a cada una de las dos situaciones (paneles polarizados/no polarizados).

El dispositivo interruptor y de control es, por lo tanto, el encargado de polarizar de forma
20 alternativa el string A, así como de medir la corriente que atraviesa los paneles, permitiendo determinar, en cada momento, si dicha corriente es suficiente/demasiado elevada/demasiado baja. Esto permite adaptar las mediciones también a cambios climatológicos como por ejemplo la presencia repentina de nubes o de claros en el cielo que afectan a la intensidad de luz solar que reciben los paneles en cada momento. Esto es importante puesto que el
25 dispositivo también permite interrumpir el paso de corriente (en algunos ejemplos de realización de manera automática y rápida y en otros ejemplos de realización de manera manual) si detecta que la corriente está por encima del límite configurado (valor superior del rango adecuado). De este modo, nunca se excede la corriente máxima admisible por los paneles, sus cables y conectores.

30 Por lo tanto, con la presente invención se evita la necesidad de emplear fuentes de alimentación externas, o inversores funcionando en sentido inverso (bidireccionales), para la inyección de corriente a los paneles fotovoltaicos.

35 Otra ventaja de la presente invención es que permite realizar las medidas de

electroluminiscencia en paneles fotovoltaicos de plantas fotovoltaicas independientemente de la topología de la planta.

5 Gracias al sistema y al método propuestos se puede realizar la medición de EL (en modo diurno) de manera rápida, fácil y segura, sin elementos auxiliares (grupos electrógenos, fuentes de alimentación, cableado de interconexión entre estos elementos, medios de transporte, salas oscuras ...) y sin realizar el desmontaje de los paneles. Los paneles se polarizan en su posición original y se realizan las mediciones de electroluminiscencia diurna (EL_d) aprovechando otros paneles de la planta solar que están generando energía eléctrica a
10 partir de la luz solar. Es decir, al implementar el método en horario diurno se consigue que la radiación solar actúe sobre el conjunto de paneles fotovoltaicos que se utiliza como fuente de alimentación (un conjunto de strings B) y así genere la corriente suficiente para poder polarizar los paneles del otro conjunto de paneles, en los que se va a realizar la medición (string A). La radiación mínima necesaria para poder realizar este tipo de mediciones es del orden de 150-
15 200 W/m².

Por lo tanto, el método de medición de la EL_d de paneles fotovoltaicos descrito comprende al menos una etapa de conectar en paralelo uno o varios strings B de paneles fotovoltaicos (a su vez los paneles de cada conjunto están conectados en serie entre sí) a un segundo string
20 A de "s-n" paneles fotovoltaicos (conectados en serie entre sí) y a un dispositivo interruptor y de control. Alternativamente, también es posible conectar varios conjuntos de strings A con una mayor cantidad de strings B, todos ellos en paralelo. En este caso todos los paneles del string A serían polarizados simultáneamente por los strings B.

25 Asimismo, el método comprende medir con el dispositivo interruptor y de control la corriente de inyección sobre el string A de "s-n" paneles en serie, y de esta forma tener control sobre la misma. En base a dicha medición de corriente, conectar o desconectar más paneles para obtener número "n" óptimo de paneles desconectados del string A de "s" paneles fotovoltaicos.

30 Posteriormente se realiza una etapa de tomar una pluralidad de imágenes de los paneles fotovoltaicos en los que se está realizando la medición (paneles del string A), con los paneles polarizados y no polarizados, alternativamente, mediante el dispositivo interruptor y de control. Asociar dichas imágenes al estado de los paneles (polarizado/no polarizado) y analizar las imágenes para obtener la medida de EL_d (restar las imágenes obtenidas del panel solar
35 polarizado de las imágenes obtenidas del panel no polarizado).

Como las mediciones se realizan en horario diurno, la etapa de captar imágenes (EL_d) se realiza mediante una cámara con un sensor de alta eficiencia en el rango de emisión de los paneles. En un ejemplo de realización particular cuando los paneles son de silicio este rango es el infrarrojo próximo, alrededor de 1100 nm a temperatura ambiente. Dicha cámara está vinculada al dispositivo interruptor y de control.

En el estado de no polarización (circuito abierto o apagado, OFF) los paneles fotovoltaicos en los que se va a medir la EL_d no están polarizados y no emiten luz, por lo que el sensor de la cámara recogerá sólo la luz ambiente, tanto la directa como la reflejada, al estar los paneles recibiendo radiación solar (por realizarse las medidas en horario diurno), denominándose señal de fondo o *background* (bg). En el estado de polarización directa (ON), es decir con los paneles en los que se va a realizar la medida polarizados, el sensor de la cámara recogerá la luz de fondo correspondiente al circuito abierto (estado OFF con los paneles no polarizados) y recoge también la emisión de electroluminiscencia (EL) procedente del panel solar fotovoltaico (bg + EL). La diferencia entre ambos estados (ON/OFF) es la imagen correspondiente a la medida de electroluminiscencia del panel solar (EL).

Es recomendable evitar la radiación directa sobre los paneles fotovoltaicos en los que se está realizando la medición ya que puede incrementar el "ruido" de la imagen obtenida.

Una de las ventajas de la invención es que no es necesaria la utilización de ninguna fuente de alimentación regulable, cuyo tamaño dependería del número de paneles fotovoltaicos a polarizar. Al no utilizar una fuente de alimentación externa, tampoco es necesario un grupo electrógeno para alimentación de la fuente o una conexión externa de 230/400 V, inexistentes en la mayoría de las plantas. El grupo, cuyo tamaño dependería también de la cantidad de paneles a polarizar, es voluminoso y de gran peso. De esta forma se elimina el medio de transporte para el mismo, combustible, posibles derrames, daños en la planta... Se elimina también el cableado necesario para conectar el grupo electrógeno, la fuente de alimentación con los paneles y/o del elemento de corte de corriente sobre el panel.

Otra ventaja es que se evitan las pérdidas de energía asociadas al desmontaje/montaje de los paneles del parque fotovoltaico para realizar las mediciones de EL en contenedor con sala oscura o camión (durante todo el tiempo de desmontaje, medición y montaje, dichos paneles no están produciendo). Además de tener desmontados esos paneles, en el caso de plantas

con seguidor es necesario colocar en posición de defensa el seguidor del que se han desmontado, por lo que la pérdida de energía no es únicamente de los paneles que se han desmontado, sino que además el seguidor ya no estará en seguimiento (de la posición óptima para captar la máxima radiación del sol) y tendrá pérdidas.

5

Asimismo, se evitan los costes y horas de personal que realizan el desmontaje de los paneles, el desplazamiento hasta el punto de ensayo, la necesidad de almacenar los paneles hasta que se inspeccionan, la colocación sobre mesa de ensayo, el desplazamiento de nuevo hasta el punto de montaje y la colocación nuevamente sobre el seguidor o estructura fija. Se evitan también posibles daños en los paneles en todo el proceso de desmontaje, ensayo y montaje. Los eventuales daños producidos, especialmente en el proceso de montaje, son muy perjudiciales ya que no serán, obviamente, reflejados en la inspección y pueden ser fuente de muchos problemas, pérdidas de energía y disfunciones posteriores.

10

15

Gracias a la invención no es necesario utilizar medios especiales para el transporte de los paneles desde su ubicación en la planta fotovoltaica hasta el punto de ensayo y su vuelta al punto de origen (estos medios, cuando son necesarios, como por ejemplo en las soluciones más extendidas del estado de la técnica, deben tener como mínimo las dimensiones de los paneles y evitar que estos se dañen en el transporte con el vehículo). En este sentido, tampoco es necesario comprar ningún elemento sobre el que almacenar los paneles para su transporte en grupo hasta el punto de ensayo, ya sean pallets, eslingas, cierres, escuadras, esquineras... (que, en la mayoría de los casos, no pueden reutilizarse). Se evita así la generación de nuevos residuos y su tratamiento.

20

25

Otra ventaja asociada a la invención es que se evita trabajar en horario nocturno. Los trabajos en horario nocturno son más caros, existe más riesgo de incidente/accidente al tener que prestar más atención a todos los trabajos y al entorno (debido a que la luminosidad no es la adecuada). No todas las zonas cuentan con la misma iluminación y las velocidades de trabajo no son las mismas que en horario diurno.

30

Una ventaja adicional del método de la invención es que solo es necesaria una persona para llevarlo a cabo (es decir, para realizar la medición de la electroluminiscencia de los paneles fotovoltaicos), mientras que en las soluciones actuales en las que se usan salas oscuras/camiones, es necesario al menos la presencia de dos operarios, siendo habitual la presencia de al menos tres operarios (ya que uno de ellos siempre se encuentra realizando

35

las mediciones en la sala oscura/camión).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña, como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado un ejemplo de realización preferente de la invención.
- 10 Figura 1. - Muestra un diagrama del sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos

Figura 2.- Muestra un diagrama unifilar del conjunto.

15 REFERENCIAS DE LAS FIGURAS

- A: String A
B: Conjunto de Strings B
C: Cámara
D: Controlador
20 E: Dispositivo interruptor y de control.
F: Caja de segundo nivel

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

- 25 A continuación, se presenta una descripción detallada de una realización preferente de la invención.

El sistema de medición de electroluminiscencia diurna, sin fuente de alimentación externa, de paneles fotovoltaicos de la presente invención está destinado a permitir y facilitar la medición
30 de la EL_d sin necesidad de desmontar los paneles de su posición en la planta fotovoltaica.

Las plantas fotovoltaicas comprenden una pluralidad de paneles fotovoltaicos, que generalmente están dispuestos formando lo que se conoce en el sector como "strings", que es una pluralidad de paneles fotovoltaicos conectados en serie, y los strings de la planta
35 fotovoltaica están agrupados en conjuntos que están conectados en paralelo entre sí.

Asimismo, las plantas fotovoltaicas comprenden al menos un inversor al que le llega toda la corriente generada por paneles fotovoltaicos. Al inversor llega la energía captada por los paneles fotovoltaicos en corriente continua (CC), y en el inversor dicha corriente se convierte a corriente alterna (CA) para ser enviada a una subestación y posteriormente a la red eléctrica.

5

El sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos descrito está configurado para medir la EL_d de los paneles fotovoltaicos de una planta fotovoltaica de las que comprenden al menos una pluralidad de paneles fotovoltaicos y un inversor. El sistema comprende un string A (A) de "s-n" paneles fotovoltaicos, conectados en serie entre sí, sobre los que se va a medir la electroluminiscencia diurna, desconectados del inversor, y un conjunto de strings B (B) donde cada string B comprende "s" paneles fotovoltaicos y el conjunto comprende "p" strings B, desconectados todos ellos también del inversor. Asimismo, el sistema comprende una cámara (C) de toma de imágenes configurada para captar imágenes en el rango de emisión de los paneles, un controlador (D), y un dispositivo interruptor y de control (E) conectado en serie entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B), y vinculado a la cámara (C) y al controlador (D). El dispositivo interruptor y de control (E) permite polarizar de forma alternativa el string A. Además, está configurado para medir la corriente de entrada al string A (A) y proporcionar un valor de referencia a comparar con un rango adecuado y del que es función un valor "n" correspondiente a un número "n" de paneles fotovoltaicos del string A (A) a desconectar en serie con el resto de los paneles fotovoltaicos de dicho string A (A).

20

En un ejemplo de realización la cámara (C) dispone de un sensor sensible al infrarrojo próximo.

25

En una posible realización, el dispositivo interruptor y de control (E) es un módulo de relé de estado sólido. En otra posible realización, el dispositivo interruptor y de control (E) es un transistor bipolar de puerta aislada. En otra posible realización, el dispositivo interruptor y de control (E) es un transistor de efecto de campo metal-óxido semiconductor. Además, el dispositivo interruptor y de control (E) puede estar configurado para ser controlado con radiofrecuencia.

30

Preferentemente, en el sistema de medición descrito, para asegurar un correcto desvío de la corriente hacia el string A, que es el string a inspeccionar, cada string del conjunto de strings B (B) tiene un mayor número de paneles que el string A.

35

En una realización de la invención, el conjunto de strings B comprende una combinación de strings B conectados en paralelo, donde cada uno de ellos comprende "s" paneles en serie.

5 Como se puede ver en las figuras 1 y 2, el sistema descrito comprende un string A (A) con "s-n" paneles fotovoltaicos de la planta fotovoltaica, conectados en serie entre sí, sobre los que se va a medir la electroluminiscencia diurna y que están desconectados del inversor. Además, comprende un conjunto de "p" strings B (B), con "s" paneles fotovoltaicos cada uno, también desconectados del inversor. Como se ha descrito previamente, los paneles fotovoltaicos del string A (A) son los paneles que se van a polarizar. Los paneles del conjunto de p strings B
10 (B) son los paneles de la planta fotovoltaica que se emplean para polarizar a los paneles del string A (A), mediante la energía eléctrica que generan.

El sistema comprende también un dispositivo interruptor y de control (E) conectado en serie entre el string A (A) y el conjunto de p strings B (B). Este dispositivo permite polarizar de forma
15 alternativa el string A, utilizando la corriente generada por el conjunto de strings B. Además, está configurado para medir la corriente de entrada al string A (A) y determinar cuántos paneles del string A (A) es necesario desconectar ("n" paneles) para conseguir que la cantidad de corriente proveniente de los strings B (B) sea la adecuada para realizar correctamente las mediciones de electroluminiscencia diurna.

20 Asimismo, como se puede ver en la figura 1, el sistema comprende una cámara (C) de toma de imágenes, que está configurada para captar imágenes en el rango de emisión de los paneles. Esto es necesario para poder trabajar de forma diurna. El sistema comprende también un controlador (D) que, en el ejemplo de la figura 1, es una Tablet pero que podría ser otro tipo de controlador (D) como por ejemplo un ordenador portátil.
25

El dispositivo interruptor y de control (E), además de estar conectado en serie entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B), está vinculado a la cámara (C) y al controlador (D). De esta forma se sincroniza la toma de imágenes con los datos correspondientes al estado de
30 los paneles (polarizados/no polarizados).

El dispositivo interruptor y de control (E) está configurado para medir la corriente de entrada al string A (A) y proporcionar un valor de referencia a comparar con un rango adecuado y del que es función un valor "n" correspondiente a un número "n" de paneles fotovoltaicos del string
35 A (A) a desconectar en serie con el resto de los paneles fotovoltaicos de dicho string A (A).

El rango de corriente adecuado está preferentemente entre el 50% y el 100% de la corriente de cortocircuito del string A (de "s-n" paneles) que se quiere inspeccionar.

5 Es decir, el dispositivo interruptor y de control (E) mide la corriente de entrada al string A (A) y, en función de dicha medida, se conecta/desconecta un número determinado de paneles fotovoltaicos del string A (A), optimizando el número "n" de paneles desconectados, tal que se permite el paso de la corriente generada en el conjunto de strings B (B) hacia los paneles correspondientes al string A (A), polarizándolos.

10 En la figura 1 se representa un ejemplo real de un diagrama del sistema en una realización en la que un string A (A) comprende "s-n" paneles. Este string A (A) está conectado en paralelo con el conjunto de strings B (B) que, en esta realización comprende, conectados en paralelo, "p" strings B. En este ejemplo concreto cada string comprende s= 28 paneles y del string A se
 15 calcula que el número óptimo de paneles a desconectar es n=2 paneles, por lo que el string A queda como un string de s-n= 26 paneles. Asimismo, el número de strings B en el conjunto de strings B es p= 11 strings B.

Se puede ver también que el sistema dispone de un dispositivo interruptor y de control (E)
 20 situado entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B). En un ejemplo de realización, el dispositivo interruptor y de control (E) es un módulo de relé de estado sólido. El dispositivo interruptor y de control (E) también podría ser un transistor bipolar de puerta aislada (conocido generalmente por sus siglas en inglés como *IGBT*). En otro ejemplo de realización, el dispositivo interruptor y de control (E) podría ser un transistor de efecto de campo metal-óxido
 25 semiconductor (conocido generalmente por sus siglas en inglés como MOSFET). Otros dispositivos que cumplan estas mismas funcionalidades también podrían emplearse como dispositivo interruptor y de control (E). Preferentemente el dispositivo interruptor y de control (E) está controlado por radiofrecuencia.

30 El sistema comprende, asimismo, una cámara (C), que preferentemente es una cámara con alta sensibilidad en el infrarrojo próximo, y comprende un controlador (D) que preferentemente es una tablet o un ordenador que puede ser un ordenador portátil.

En la figura 2 se presenta un diagrama unifilar de un string A (A), con "s-n" paneles y un
 35 conjunto de strings B (B) conectados en paralelo con "s" paneles cada uno. Como se puede

ver, el string A (A) y el conjunto de strings B (B) están conectados a una caja de segundo nivel (F). Los “s-n” paneles fotovoltaicos del string A (A) son los paneles en los que se realiza la medición de EL diurna, y el resto de los paneles del conjunto de strings B, “s” por “p” paneles que conforman el conjunto de strings B (B) (“p” strings B de “s” paneles cada uno), se utilizan para alimentar a los paneles fotovoltaicos del string A (A). Para ello se interconectan los string A (A) y el conjunto de strings B (B) mediante el dispositivo interruptor y de control (E). Así pues, los “s” paneles de cada string B están conectados en serie entre sí y, los “p” strings del conjunto de strings B (B) están conectados en paralelo tal y como se puede apreciar en esta figura 2. Es decir, el conjunto de strings B (B) comprende a su vez, conectados en paralelo, una pluralidad de conjuntos de paneles fotovoltaicos formados por paneles fotovoltaicos conectados en serie.

Es también objeto de la presente invención un método de medida de medición de electroluminiscencia diurna (EL_d) de paneles fotovoltaicos instalados en un parque solar del tipo de los que comprenden una pluralidad de paneles fotovoltaicos y al menos un inversor. La clave del método es que permite realiza la medición de la electroluminiscencia diurna (EL_d) de los paneles sin tener que desmontarlos de su posición en la planta fotovoltaica y sin tener que recurrir a fuentes externas de alimentación o a emplear el inversor de la planta funcionando de manera inversa (lo cual, además, no es posible en la mayoría de las plantas fotovoltaicas actuales que no disponen de inversores bidireccionales).

El método comprende las etapas de:

- conformar un conjunto de strings B (B) de paneles fotovoltaicos que van a actuar como fuente de alimentación;
- conformar un string A (A) de paneles fotovoltaicos en los que se va a realizar la medición de electroluminiscencia diurna;
- conectar en serie, entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B), un dispositivo interruptor y de control (E);
- medir con el dispositivo interruptor y de control (E) la corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) de paneles fotovoltaicos, que comprende “s por p” paneles fotovoltaicos, donde “s” es el número de paneles fotovoltaicos en cada string B (B) y “p” es el número de strings B (B) conectados en paralelo en el conjunto, hasta el string A (A), que comprende “s-n” paneles fotovoltaicos, donde “n” se obtiene como una función resultado de comparar el valor obtenido al medir con el dispositivo interruptor y de control (E) el valor de corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) hasta el string A (A), con un rango adecuado;

- determinar un número "n" de paneles a conectar/desconectar del string A (A) donde "n" se obtiene como una función resultado de comparar un valor de referencia, obtenido al medir con el dispositivo interruptor y de control (E) el valor de corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) hasta el string A (A), con un rango adecuado;
- 5 - conectar o desconectar paneles fotovoltaicos del string A (A) hasta obtener el número "n" óptimo;
- tomar una pluralidad de imágenes con la cámara (C), alternativamente conectando y desconectando el conjunto de strings B (B) al string A (A), mediante el dispositivo interruptor y de control;
- 10 - analizar las imágenes mediante el controlador (D) para obtener la electroluminiscencia diurna de los paneles fotovoltaicos del string A.

Preferentemente, el rango de corriente adecuado está entre el 50% y el 100% de la corriente de cortocircuito del string A de "s-n" paneles fotovoltaicos.

- 15 En una realización de la invención, si el valor de referencia de la corriente, medido por el dispositivo interruptor y de control (E), está por debajo del rango adecuado (50% del valor de I_{sc}), el número de paneles "n" a desconectar del string A, aumenta.

- 20 En una realización de la invención, si el valor de referencia de la corriente, medido por el dispositivo interruptor y de control (E), está por encima del rango de corriente adecuado (100% del valor de I_{sc}), el número de paneles "n" a desconectar en el string A (A), disminuye.

- 25 Si la corriente medida por el dispositivo interruptor y de control (E) está fuera del rango de corriente adecuado (entre el 50% y el 100% del valor de I_{sc}), se modifica el valor de "n". Si la corriente medida está por encima del rango adecuado se disminuye "n", conectando uno o más paneles del string A (A), de forma que se obtenga una corriente que quede dentro de dicho rango considerado como válido.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos de una planta fotovoltaica de las que comprenden al menos una pluralidad de paneles fotovoltaicos y un inversor, caracterizado por que comprende:
- 5
- un string A (A) de “s-n” paneles fotovoltaicos, conectados en serie entre sí, de la planta fotovoltaica sobre los que se va a medir la electroluminiscencia diurna, desconectados del inversor;
 - un conjunto de strings B (B), donde cada string B comprende “s” paneles fotovoltaicos conectados en serie, y el conjunto comprende “p” strings B, desconectados del inversor;
 - 10 - una cámara (C) de toma de imágenes configurada para captar imágenes en el rango de emisión de los paneles;
 - un controlador (D);
 - un dispositivo interruptor y de control (E) conectado en serie entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B), y vinculado a la cámara (C) y al controlador (D);
 - 15
- donde el dispositivo interruptor y de control (E) permite conectar y desconectar eléctricamente el conjunto de strings B al string A, polarizándolo de forma alternativa y está configurado para medir la corriente de entrada al string A (A) y proporcionar un valor de referencia a comparar con un rango de corriente adecuado y del que es función un valor “n” correspondiente a un
- 20
- número “n” de paneles fotovoltaicos del string A (A) a desconectar en serie con el resto de los paneles fotovoltaicos de dicho string A (A).
- 2.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según la reivindicación 1 donde la cámara (C) dispone de un sensor sensible al infrarrojo próximo.
- 25
- 3.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 en el que el dispositivo interruptor y de control (E) es un módulo de relé de estado sólido.
- 30
- 4.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 en el que el dispositivo interruptor y de control (E) es un transistor bipolar de puerta aislada.
- 35
- 5.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 en el que el dispositivo interruptor y de control (E) es

un transistor de efecto de campo metal-óxido semiconductor.

5 6.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el dispositivo interruptor y de control (E) está configurado para ser controlado con radiofrecuencia.

10 7.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que cada string del conjunto de "p" strings B (B) tiene un mayor número de paneles que el string A.

15 8.- Sistema de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el conjunto de strings comprende una combinación de "p" strings B conectados en paralelo, donde cada uno de ellos comprende "s" paneles en serie.

9.- Método de medición de electroluminiscencia diurna de paneles fotovoltaicos instalados en un parque solar del tipo de los que comprenden una pluralidad de paneles fotovoltaicos y al menos un inversor, donde el método comprende las siguientes etapas:

20 - conformar un conjunto de strings B (B) de paneles fotovoltaicos que van a actuar como fuente de alimentación;

- conformar un string A (A) de paneles fotovoltaicos en los que se va a realizar la medición de electroluminiscencia diurna;

- conectar en serie, entre el string A (A) y el conjunto de strings B (B), un dispositivo interruptor y de control (E);

25 - medir con el dispositivo interruptor y de control (E) la corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) de paneles fotovoltaicos, que comprende "s por p" paneles fotovoltaicos, donde "s" es el número de paneles fotovoltaicos en cada string B (B) y "p" es el número de strings B (B) conectados en paralelo en el conjunto, hasta el string A (A), que comprende "s-n" paneles fotovoltaicos, donde "n" se obtiene como una función resultado de comparar el valor obtenido al medir con el dispositivo interruptor y de control (E) el valor de corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) hasta el string A (A), con un rango adecuado;

30 - determinar un número "n" de paneles a conectar/desconectar del string A (A) donde "n" se obtiene como una función resultado de comparar un valor de referencia, obtenido al medir con el dispositivo interruptor y de control (E) el valor de corriente que circula desde el conjunto de strings B (B) hasta el string A (A), con un rango adecuado;

- conectar o desconectar "n" paneles fotovoltaicos del string A (A);
- tomar una pluralidad de imágenes con la cámara (C), alternativamente conectando y desconectando el conjunto de strings B (B) al string A (A);
- analizar las imágenes mediante el controlador (D) para obtener la electroluminiscencia diurna de los paneles fotovoltaicos del string A.

5

10.- Método según la reivindicación 9 en el que el rango adecuado está entre el 50% y el 100% de la corriente de cortocircuito (I_{sc}) del string A de "s-n" paneles.

10 11.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10 en el que, si el valor de referencia de la corriente, medido por el dispositivo interruptor y de control (E), está por debajo del rango adecuado, el número de paneles "n" a desconectar del string A, aumenta.

15 12.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11 en el que, si el valor de referencia de la corriente, medido por el dispositivo interruptor y de control (E), está por encima del rango adecuado, el número de paneles "n" a desconectar en el string A (A), disminuye.

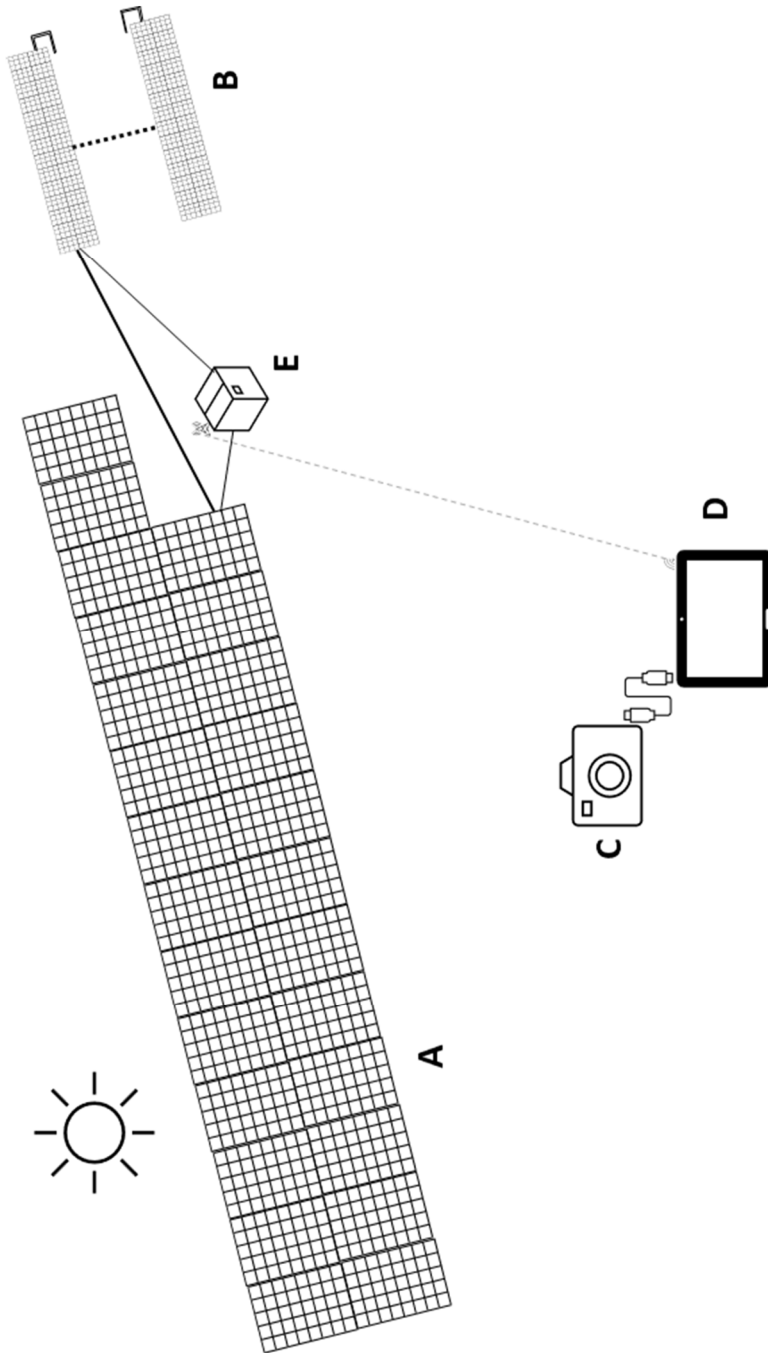


FIG. 1

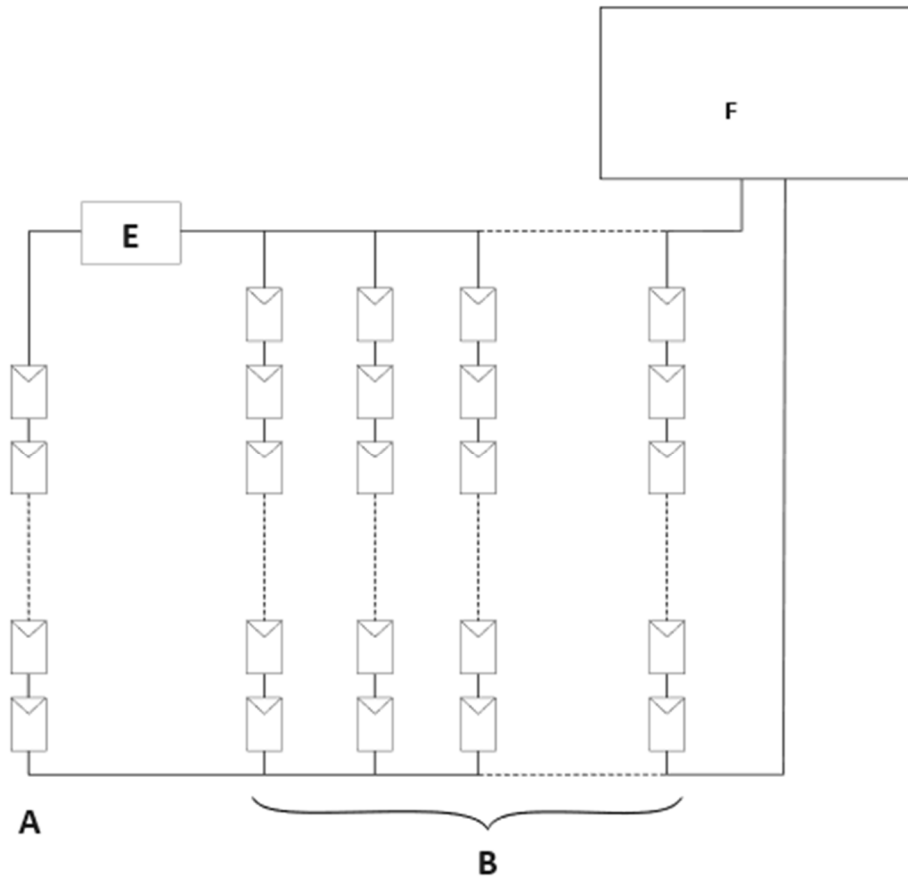


FIG. 2



- ⑰ N.º solicitud: 202331090
⑱ Fecha de presentación de la solicitud: 28.12.2023
⑳ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	US 2018262159 A1 (DECEGLIE, MICHAEL GARDNER et al.) 13/09/2018, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 3, 6, 8, 9, 18-29, 31, 38, 39, 41, 46-48, 55, 72, 73, 76.	1-8 9-12
A	CN 102449494 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG et al.) 09/05/2012, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-12
A	HØIAAS, INGEBORG et al.: "Inspection and condition monitoring of large-scale photovoltaic power plants: A review of imaging technologies". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31/03/2022 [en línea] [recuperado el 30/04/2024]. Recuperado de Internet <URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122002647 >, <DOI: doi: 10.1016/j.rser.2022.112353>, todo el documento.	1-12
A	WO 2022261719 A1 (NEWSOUTH INNOVATIONS PTY LTD) 22/12/2022, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras	1-12
A	US 2023238919 A1 (KUNZ, OLIVER et al.) 27/07/2023, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-12
A	JP 2017153177 A (HITACHI LTD) 31/08/2017, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-12
A	CN 104685349 A (UNIV STUTTGART) 03/06/2015, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
30.04.2024

Examinador
A. López Ramiro

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N21/64 (2006.01)

H02S50/10 (2014.01)

G01N21/66 (2006.01)

G01N21/95 (2006.01)

G01N21/31 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N, H02S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC