(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 578 940**

(21) Número de solicitud: 201531691

(51) Int. CI.:

H02S 50/10 (2014.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

20.11.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

02.08.2016

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

11.10.2017

Fecha de concesión:

23.10.2017

(45) Fecha de publicación de la concesión:

30.10.2017

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA (40.0%)
Ed. "La Milagrosa" Plaza Cronista Isidoro Valverde, s/n
30202 Cartagena (Murcia) ES;
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (40.0%) y
UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA (20.0%)

(72) Inventor/es:

CAMPELO RIVADULLA, José Carlos;
GARCÍA SÁNCHEZ, Tania María;
MOLINA GARCÍA, Ángel;
SERRANO MARTÍN, Juan José y
GÓMEZ LÁZARO, Emilio

(74) Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

(54) Título: **PROCEDIMIENTO, DISPOSITIVO Y SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO**

Procedimiento, dispositivo y sistema de monitorización y caracterización de un módulo solar fotovoltaico**.**
Procedimiento, dispositivo y sistema de monitorización y caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico que implica: medir una tensión de vacío (V_0) del módulo (1); medir una intensidad de cortocircuito (I_{CC}) del módulo (1); medir una tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1) del módulo (1); estimar una curva tensión-intensidad a partir de la medida de tensión de vacío (V_0), de la medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) y de la medida de tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1). El dispositivo tiene: un equipo de medida para medir una tensión de vacío (V_0), una intensidad de cortocircuito (I_{CC}) y una tensión (V_1) e intensidad (I_1) en un punto de trabajo del módulo (1). El sistema de monitorización transmite las medidas hacia una central de control (2) que centraliza las medidas de los dispositivos y estima curvas tensión-intensidad a partir de las medidas recibidas

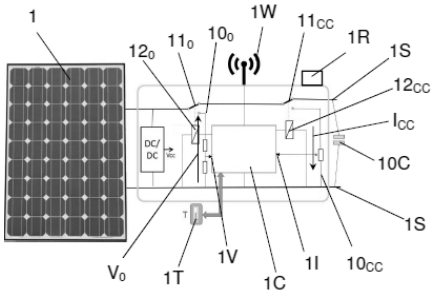

FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

ES 2 578 940 B2

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO, DISPOSITIVO Y SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO

Campo de la invención

La invención se encuadra en el sector de la energía fotovoltaica, concretamente en las plantas solares fotovoltaicas. El objeto de la invención es la determinación en campo del estado de los módulos a través de la estimación de su curva tensión-intensidad, sin necesidad de ensayos de laboratorio, sin modificar la producción de potencia eléctrica y por tanto sin alterar la operación de la planta solar. Esta invención se incluye dentro de un sistema de monitorización en tiempo real de una línea de paneles solares para el conocimiento del estado de los módulos, la detección de posibles averías o mal funcionamiento, a partir de los resultados obtenidos en la curva de tensión-intensidad. Este sistema de monitorización emplea una red inalámbrica de sensores para distribuir la información.

Estado de la técnica

Actualmente, dentro del sector solar fotovoltaico, la estimación de rendimiento y estado de los módulos fotovoltaicos ha adquirido una especial relevancia, sobre todo en grandes instalaciones o en instalaciones de difícil acceso, donde los ensayos que incluyan mano de obra o necesidades de personal resultan prácticamente inviables. Así, mientras que el acceso a variables eléctricas a nivel de inversor es un tema bien conocido y solucionado tanto técnica como comercialmente, el conocimiento del rendimiento de los módulos y su curva tensión-intensidad en funcionamiento en campo, posee actualmente grandes dificultades para implementarlo en la práctica de manera autónoma y sin alterar la normal operación de la planta.

CN103888075 establece un sistema para medir tensión e intensidad de un módulo fotovoltaico utilizando una mesa rotatoria que permita emular condiciones solares, pero no son medidas en campo ni en instalaciones en funcionamiento. Para la detección de sombras y de fallos en celdas se ofrece en KR101245827 una solución basada en estimar la potencia generada por la celda en base a los niveles de temperatura e irradiación, y compararla con valores predeterminados. Esta aportación no calcula valores de la curva tensión-intensidad en funcionamiento de planta, sino que sólo ofrece una comparativa entre potencia generada y potencia estimada. Para los módulos fotovoltaicos con concentración, en US2010066382 se tiene una solución que necesita de una fuente de iluminación y un sistema de lentes de

concentración, así como instrumentos de medida de salida del módulo fotovoltaico.

En KR20140058481 se estiman niveles de polución en las superficies de módulos fotovoltaicos, y en KR101026139 se incorporan fuentes adicionales de potencia en caso de ausencia de suministro por parte de los módulos solares.

La mayoría de los trabajos desarrollados en el campo de la monitorización de instalaciones solares fotovoltaicas proponen soluciones para conocer los datos de potencia generada y comparar con previsiones de potencia en función de variables climatológicas, sobre todo temperatura y nivel de irradiación solar.

Hasta ahora, la comparativa de datos medidos con estimaciones de producción o con la obtención de curvas tensión-intensidad se basa en el ajuste de modelos de módulo solar que incluyen funciones implícitas y que no están exentas de problemas de convergencia y de alto coste computacional. Además, no se propone una estimación de los parámetros de los modelos en base a medidas de campo, sino que en la mayoría de casos se debe a ajustes previos que no incluyen actualización. Entre los modelos más utilizados están los de diodo simple y los de doble diodo.

Estos inconvenientes que presentan los sistemas y métodos conocidos se subsanan con la invención.

Descripción de la invención

La invención permite la obtención *in situ* o en campo de curvas tensión-intensidad de módulos solares fotovoltaicos sin necesidad de desconexión de los módulos solares ni de apoyo técnico presencial. Además, emplea procesos para estimación de las curvas tensión-intensidad en los que se han eliminado los problemas de convergencia y de coste computacional, por lo que los requerimientos del equipo para llevar a cabo el procedimiento son mucho menores y los tiempos de ejecución del procedimiento son totalmente despreciables.

El dispositivo de la invención puede instalarse en cada módulo solar fotovoltaico de forma autónoma y programable. Se despliega un conjunto de nodos inalámbricos (uno asociado a cada panel solar a monitorizar), funcionando bajo la forma de una red inalámbrica de sensores que permiten monitorizar en tiempo real el comportamiento de la instalación

fotovoltaica. Este sistema de monitorización realiza las medidas necesarias para realizar un seguimiento y obtener conclusiones sobre el estado, rendimiento, funcionamiento y/o localización de averías en los módulos fotovoltaicos. El dispositivo de la invención mide la tensión de vacío, la intensidad de cortocircuito y la tensión e intensidad en el punto de trabajo del módulo, permitiendo, con las medidas tomadas en estos tres puntos, la estimación completa de la curva tensión-intensidad para obtener una curva tensión-intensidad caracterizadora del módulo, con un tiempo de cómputo prácticamente instantáneo.

La comparación de estos datos, es decir, de la curva tensión-intensidad caracterizadora del módulo, con las curvas tensión-intensidad teóricas permite la determinación de rendimientos, del estado de los módulos, la estimación de anomalías y la realización de un mantenimiento preventivo de las plantas solares fotovoltaicas independientemente de su tamaño y de su accesibilidad.

Además de que el procedimiento de la invención requiere un tiempo de ejecución despreciable, es aplicable a cualquier tipo de módulo fotovoltaico, independientemente de su tecnología y de la configuración de la instalación solar. El dispositivo, el sistema y el procedimiento de la invención permiten realizar un mantenimiento preventivo de la instalación solar, así como la detección de fallos o anomalías en el funcionamiento de los módulos solares.

No sólo resulta despreciable el tiempo de cómputo necesario para la estimación de la curva tensión-intensidad caracterizadora a partir de tres puntos medidos durante el funcionamiento del módulo, sino que también se obtiene dicha curva de forma precisa. En efecto, frente a los métodos conocidos que manejan hasta nueve variables y ecuaciones implícitas que precisan recurrir a algoritmos de convergencia para resolver estas ecuaciones implícitas y que además son sensibles a los puntos de partida para alcanzar una solución obtenida tras numerosas iteraciones, el tiempo requerido por el procedimiento de la invención es de milisegundos. Asimismo, el error máximo en la estimación de la curva está entre 5-8%, siendo aplicable tanto para módulos de Silicio como de Teluro de Cadmio.

El dispositivo comprende un sistema microcontrolador con etapa de radiofrecuencia (RF) incluida para poder formar una red de sensores inalámbrica. Cada dispositivo comprende dos relés que sirven para medir durante el funcionamiento normal del módulo la tensión a

circuito abierto y la corriente de cortocircuito. Estas medidas de tensión de vacío (tensión a circuito abierto) y de corriente de cortocircuito se realizan en unos pocos segundos, y para evitar transitorios, se puede colocar un condensador a la salida del módulo. La medida puede ser realizada a intervalos de tiempo prefijados de antemano, o a petición de una central de control si se detecta alguna anomalía en el conjunto de un lineal formado por varios módulos. El dispositivo puede medir también la temperatura del panel solar y la tensión y corriente durante el funcionamiento normal del panel. Como la central de control dispone de la medida de la radiación solar en el huerto solar, se pueden hacer medidas en el dispositivo para tener curvas tensión-intensidad caracterizadoras con distintos valores de la radiación solar. Alternativamente, el dispositivo también puede incorporar medios de medida de radiación solar.

Conforme a la invención, todos los módulos o paneles solares de un lineal pueden tener el dispositivo, de manera que se puede medir y conocer en un tiempo muy corto, y durante el funcionamiento normal del huerto solar, las características y rendimiento que se obtienen de cada uno de los módulos o paneles solares de todos los lineales del huerto solar.

El dispositivo se puede integrar en la caja de conexiones del módulo o panel durante la fabricación del mismo, con lo que se obtiene un panel solar que se puede llamar inteligente, ya que puede saber el rendimiento del mismo durante el funcionamiento del panel sin desconectarlo. Con un coste muy bajo durante el proceso de fabricación, se puede tener un valor añadido muy alto al poder tener controlados en todo momento cada uno de los paneles solares de un huerto solar.

El dispositivo puede trabajar en instalaciones de un solo módulo o panel, pocos módulos o paneles solares o en instalaciones de huertos solares de cualquier dimensión. Teniendo en cuenta que el envío de datos por parte de los nodos o medios de comunicación vía radio incorporados en el dispositivo hacia los puntos de recogida de información (sumideros de la red o medios de recepción situados en una central de control) se hará en intervalos de minutos, no aparece ningún tipo de problema relativo a la simultaneidad de envío de datos y/o de colapso de nodos/medios de comunicación o sumideros/medios de recepción. Esta propiedad favorece la implementación de la solución propuesta incluso en el caso de plantas con un elevado número de módulos y por tanto con un alto número de posibles nodos a ubicar en cada panel fotovoltaico.

Como se ha indicado, el dispositivo de la invención puede ser utilizado como un dispositivo medidor de diferentes puntos de funcionamiento de curvas tensión-intensidad de un módulo o panel solar para estimar, en tiempo real, en campo y sin desconexión del módulo o panel solar, la curva tensión-intensidad caracterizadora del módulo o panel solar, el rendimiento del módulo o panel solar, detectar posibles fallos en el módulo o panel solar y poder realizar un mantenimiento preventivo de la instalación.

Conforme a un procedimiento de caracterización del módulo, el dispositivo mide la tensión a circuito abierto, la intensidad de cortocircuito y la tensión e intensidad en un punto de trabajo. Con estos tres puntos es suficiente para determinar una curva tensión-intensidad caracterizadora. Los datos pueden ser enviados a una central de control donde se estima el funcionamiento de los módulos y, si es necesario, generar un aviso de cambiar o reparar algún módulo.

El dispositivo puede formar parte del módulo o panel solar, ya que se puede integrar en la caja de conexiones del módulo o panel y cerca de la misma se puede colocar el sensor de temperatura del módulo o panel. Para estimar la potencia que debe dar el módulo o panel se puede usar la medida de radiación solar disponible en el huerto solar.

Los sensores de medida pueden constituir una red de sensores inalámbrica, aunque también se puede implementar de forma cableada. El sistema de la invención permite enviar a una central de control los datos para determinar a nivel de lineal el módulo o panel que no funciona de forma correcta.

El procedimiento y el dispositivo comprenden la medida de variables climatológicas, como temperatura y radiación solar, así como la medida de variables eléctricas, como la tensión y la intensidad de módulo.

Una realización básica del procedimiento de la invención se define en la reivindicación 1. Una realización básica del dispositivo de la invención se define en la reivindicación 8. Una realización básica del sistema de la invención se define en la reivindicación 14. Las reivindicaciones dependientes definen características adicionales de la invención.

Descripción de las figuras

La figura 1 es un esquema de un dispositivo de la invención.

La figura 2 es un esquema de un lineal de paneles o módulos provistos del dispositivo de la invención.

La figura 3 muestra curvas tensión-intensidad en magnitudes relativas:

- el eje de abscisas representa la tensión de módulo por unidad (pu) con respecto a las condiciones estándar, 1000W/m^2 a 25ºC;
- el eje de ordenadas representa la intensidad de módulo por unidad (pu) con respecto a las condiciones estándar, 1000W/m^2 a 25ºC.

Los valores relativos de tensión e intensidad se referencian respecto a unas condiciones estándar para un módulo que recibe una radiación solar de 1000W/m^2 a 25ºC. Utilizar estas condiciones estándar 1000W/m^2 a 25ºC, permite trabajar con módulos de diferentes características.

Se indican a continuación las referencias numéricas de los elementos de la invención:

Medida de tensión de vacío (V_0)

Medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC})

Estimación de tensión e intensidad en un punto estimado de trabajo (V_{1*}, I_{1*})

Medida de tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1)

Curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C), estimada a partir de tres puntos:

medida de tensión de vacío (V_0);

medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC});

estimación de tensión e intensidad en un punto estimado de trabajo (V_{1*}, I_{1*}) representado por un asterisco (*) sobre la curva; este punto estimado de trabajo (V_{1*}, I_{1*}) se estima a partir de las medidas de radiación (G) y temperatura (T)

Curva tensión-intensidad teórica (V_t-I_t), determinada por las especificaciones técnicas del módulo (1); en esta curva se encuentra el punto de máxima potencia del módulo

Módulo (1)

Medios de medida de tensión (1V),

Medios de medida de intensidad (1I)

Relé de vacío (11_0, 12_0)

Contactor de vacío (11_0)

Mando de vacío (12_0)

Circuito de vacío (10_0)

Relé de cortocircuito (11_{CC}, 12_{CC})

Contactor de cortocircuito (11_{CC})

Mando de cortocircuito (12_{CC})

Circuito de cortocircuito (10_{CC})
Medios de medida de temperatura (1T)
Medios de medida de radiación solar (1R).
Microcontrolador (1C)
Terminales de salida (1S)
Medios de comunicación vía radio (1W)
Condensador (10C)
Central de control (2)
Medios de almacenamiento (21)
Medios de recepción (22)
Medios de proceso (23)
Medios de comparación (231)
Medios de calificación (232)
Medios de calificación (233)
Medios de actuación (234)

Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un procedimiento, dispositivo y sistema de monitorización y caracterización del estado de un módulo (1) solar fotovoltaico que implica: medir una tensión de vacío (V_0) del módulo (1); medir una intensidad de cortocircuito (I_{CC}) del módulo (1); medir una tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1) del módulo (1); estimar una curva tensión-intensidad a partir de la medida de tensión de vacío (V_0), de la medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) y de la medida de tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1).

El dispositivo tiene: un equipo de medida para medir una tensión de vacío (V_0), para medir una intensidad de cortocircuito (I_{CC}) y para medir una tensión (V_1) e intensidad (I_1) en un punto de trabajo del módulo (1).

El sistema de monitorización realiza las medidas en cada uno de los módulos fotovoltaicos de interés y las transmite hacia una central de control (2) que centraliza las medidas proporcionadas por los dispositivos y estima curvas tensión-intensidad a partir de las medidas recibidas, proporcionando a usuarios y administradores del huerto solar la información de monitorización para efectuar un seguimiento, caracterización y conocimiento del estado de cada uno de los módulos, la identificación de anomalías y el rendimiento de los mismos, sin que sea necesario la intervención humana ni la desconexión de los módulos.

La figura 1 muestra un dispositivo de la invención que comprende la medición de la tensión a circuito abierto, o tensión de vacío (V_0), la intensidad de corto circuito (I_{CC}) y temperatura del módulo (1). El dispositivo también puede medir la tensión (V_1) e intensidad (I_1) con carga, que correspondería, por ejemplo al punto de trabajo (V_1, I_1).

El dispositivo puede comprender un microcontrolador (1C) que, a su vez puede comprender medios de comunicación vía radio (1W), para enviar los datos medidos a una central de control (2). La central de control (2) comprende medios de recepción (22) para recibir datos y medidas del huerto solar.

La radiación solar puede ser medida a través de sensores ubicados en el huerto solar. La medición de estos datos permite la obtención de tres puntos clave para poder definir la curva tensión-intensidad caracterizadora del módulo (1) fotovoltaico. Estos tres puntos pueden ser la tensión a circuito abierto o tensión de vacío (V_0), la intensidad de cortocircuito (I_{CC}), así como la tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1).

En la figura 3 se detallan las curvas tensión-intensidad (V-I) estimadas a partir de estos tres puntos. Como se ve en la figura 3, la tensión a circuito abierto (V_0) y la intensidad de cortocircuito (I_{CC}) definen los puntos correspondientes con el corte con los ejes X e Y; asimismo, la figura 3 muestra la tensión e intensidad en un punto de trabajo (V_1, I_1) coincidente teóricamente con el punto de máxima potencia del módulo (1).

En la figura 3 se muestran curvas con diferentes valores de radiación solar (G) y temperaturas (T) que representan el funcionamiento del módulo a distintas potencias. En estas curvas se muestran también las diferencias entre los puntos teóricos de trabajo y los puntos estimados de trabajo en base a los valores de temperatura y de radiación.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico que comprende:

1a) medir una tensión de vacío para obtener una medida de tensión de vacío (V_0) del módulo (1); las medidas de tensión de vacío (V_0) se representan como estrellas en el eje X de la figura 3;

1b) medir una intensidad de cortocircuito para obtener una medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) del módulo (1); las medidas de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) se

representan como cuadrados en el eje Y de la figura 3;

1c) estimar una tensión de trabajo y una intensidad de trabajo en un punto de trabajo para obtener una estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) del módulo (1) y una estimación de intensidad de trabajo (I_{1*}) del módulo (1); las estimaciones de la tensión de trabajo (V_{1*}) y de la intensidad de trabajo (I_{1*}) se representan como asteriscos en la figura 3;

1d) estimar una curva tensión-intensidad a partir de tres puntos determinados por:

1d1) la medida de tensión de vacío (V_0);

1d2) la medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC});

1d3) la estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) y la estimación de intensidad de trabajo (I_{1*});

1d4) para obtener una curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C) del módulo (1) a partir de magnitudes medidas (V_0, I_{CC},) y magnitudes estimadas (V_{1*}, I_{1*}) durante un funcionamiento del módulo (1).

Conforme a otras características de la invención:

El procedimiento puede comprender:

2a) medir una radiación solar (G) sobre el módulo (1);

2b) medir una temperatura (T) del módulo (1);

2c) obtener la estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) y la estimación de intensidad de trabajo (I_{1*}) a partir de la medida de radiación solar (G) y de la medida de temperatura (T);

3a) medir una tensión de trabajo y una intensidad de trabajo en un punto de trabajo para obtener una medida de tensión de trabajo (V_1) del módulo (1) y una medida de intensidad de trabajo (I_1) del módulo (1);

3b) comparar

3b1) un elemento seleccionado entre:

3b1a)la curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C);

3b2b)la medida de tensión de trabajo (V_1) y la medida de intensidad de trabajo (I_1);

3b3c)y combinaciones de los mismos;

3b2) con una curva tensión-intensidad teórica (V_t-I_t) del módulo (1);

3c) obtener valores de parámetros representativos de funcionamiento del módulo (1) a partir de la comparación con la curva tensión-intensidad teórica (V_t-I_t);

4a) determinar un estado de funcionamiento del módulo (1) en función de los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1).

5a) El estado de funcionamiento del módulo (1) bajo unas condiciones de operación puede estar seleccionado entre:

5a1) normal, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están dentro de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

5a2) alerta, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están cerca de sobrepasar valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

5a3) parada, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están por encima de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

El procedimiento puede comprender:

6a) mantener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es normal;

6b) vigilar un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de alerta;

6c) detener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de parada.

7. El procedimiento puede comprender enviar datos de medidas tomadas a una central de control (2).

8. El procedimiento puede ser ejecutado en campo.

9. Un segundo aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico que comprende:

9a) medios de medida de tensión (1V), configurados para obtener una medida de tensión de vacío (V_0) del módulo (1);

9b) medios de medida de intensidad (1I) configurados para obtener una medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) del módulo (1);

donde:

9c) los medios de medida de tensión (1V) y los medios de medida de intensidad (1I) están configurados para obtener una medida de tensión de trabajo (V_1) del módulo (1) y una medida de intensidad de trabajo (I_1) del módulo (1), en un punto de trabajo durante un

funcionamiento del módulo (1).

Conforme a otras características de la invención, el dispositivo puede comprender:

10a) un relé de vacío (11_0, 12_0) configurado para conectar/desconectar un circuito de vacío (10_0); el relé de vacío (11_0, 12_0) puede comprender un contactor de vacío (11_0) y un mando de vacío (12_0);

10b) un relé de cortocircuito (11_{CC}, 12_{CC}) configurado para conectar/desconectar un circuito de cortocircuito (10_{CC}); el relé de cortocircuito (11_{CC}, 12_{CC}) puede comprender un contactor de cortocircuito (11_{CC}) y un mando de cortocircuito (12_{CC});

11a) un condensador (10C) conectado entre terminales de salida (1S) del módulo (1);

12. medios de medida de temperatura (1T) del módulo (1);

13. medios de medida de radiación solar (1R);

14. un microcontrolador (1C) que comprende medios de comunicación de radio (1W) configurado para enviar datos de medidas tomadas en el módulo (1).

El microcontrolador (1C) puede estar configurado para tomar medidas de tensión de vacío (V_0) y de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) durante el funcionamiento normal del módulo. Para ello, el microcontrolador (1C) puede ser conectado al circuito de vacío (10_0) y al circuito de cortocircuito (10_{CC}). El microcontrolador (1C) puede enviar órdenes de apertura/cierre al mando de vacío (12_0) y al mando de cortocircuito (12_{CC}) para que el contactor de vacío (11_0) y el contactor de cortocircuito (11_{CC}) abran/cierren el circuito de vacío (10_0) y el circuito de cortocircuito (10_{CC}). Estas medidas se realizan en pocos segundos y, para evitar transitorios, el dispositivo puede incorporar el condensador (10C) entre terminales de salida (1S) del módulo (1).

El intervalo de tiempo entre medidas puede ser fijado en una configuración inicial del dispositivo. El intervalo también puede venir determinado por una central de control (2) que determina el estado de funcionamiento del módulo (1) en función de las medidas registradas para ese módulo (1). La central de control (2) comprende medios de recepción (22) de las medidas tomadas en el módulo (1) y puede comprender medios de almacenamiento (21) para guardar las medidas tomadas en un módulo (1) durante un periodo determinado. Si los valores medidos en el módulo (1) indican una desviación de los valores aceptables para ese tipo de módulo (1) en las condiciones de funcionamiento en las que se encuentra el módulo (1), la central de control (2) puede ordenar que las medidas se tomen en intervalos de

tiempo más cortos para vigilar más estrechamente el funcionamiento del módulo y actuar de la manera adecuada a la desviación observada.

La invención también comprende una interconexión de dispositivos como el descrito en un lineal de paneles solares. Cada módulo (1) o panel puede incorporar un dispositivo medidor para poder tener controlado y medido en todo momento las características del conjunto del lineal y poder detectar con la mayor rapidez, posibles fallos que penalicen la energía obtenida cada uno de los módulo (1) comprendidos en un lineal.

Conforme a lo descrito, un tercer aspecto de la invención se refiere a un sistema de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico que comprende el dispositivo según se ha descrito anteriormente. El sistema comprende una central de control (2) que comprende:

15a) medios de recepción (22) de las medidas tomadas en el módulo (1);

15b) medios de proceso (23) configurados para

15b1) estimar una curva tensión-intensidad a partir de tres puntos determinados por:

15b1a) la medida de tensión de vacío (V_0);

15b1b) la medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC});

15b1c) la estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) y la estimación de intensidad de trabajo (I_{1*});

15b1d) para obtener una curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C) del módulo (1) a partir de magnitudes medidas (V_0, I_{CC},) y magnitudes estimadas (V_{1*}, I_{1*}) durante un funcionamiento del módulo (1).

Los medios de proceso (23) pueden comprender:

16a) medios de comparación (231) configurados para comparar:

16a1) un elemento seleccionado entre:

16a1a) la curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C);

16a1b) la medida de tensión de trabajo (V_1) y la medida de intensidad de trabajo (I_1);

16a1c) y combinaciones de los mismos;

16a2) con una curva tensión-intensidad teórica (V_t-I_t) del módulo (1);

16b) medios de cuantificación (232) configurados para obtener valores de parámetros representativos de funcionamiento del módulo (1) a partir de la comparación con la curva tensión-intensidad teórica (V_t-I_t);

17a) medios de calificación (233) configurados para determinar un estado de

funcionamiento del módulo (1) en función de los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1), donde el estado de funcionamiento del módulo (1) bajo unas condiciones de operación está seleccionado entre:

17a1) normal, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están dentro de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

17a2) alerta, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están cerca de sobrepasar valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

17a3) parada, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están por encima de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

18a) medios de actuación (234) configurados para generar una orden seleccionada entre:

18a1) mantener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es normal;

18a2) vigilar un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de alerta;

18a3) detener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de parada.

El sistema, en su conjunto, forma un sistema de monitorización que, en función de las necesidades, puede monitorizar tanto una línea como un huerto solar en su totalidad. Va a permitir un mayor control y seguimiento de los parámetros de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, del estado en el que se encuentran, de posibles averías o anomalías, así como de la generación de energía eléctrica de los mismos.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de caracterización del estado de un módulo (1) solar fotovoltaico conectado a una instalación e independientemente de su tamaño y del número de inversores, que comprende:

- medir una tensión de vacío para obtener una medida de tensión de vacío (V_0) del módulo (1);
- medir una intensidad de cortocircuito para obtener una medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC}) del módulo (1);
- medir una radiación solar (G) sobre el módulo (1);
- medir una temperatura (T) del módulo (1); y
- obtener la estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) y la estimación de intensidad de trabajo (I_{1*}) a partir de la medida de radiación solar (G) y de la medida de temperatura (T);
- medir una tensión de trabajo y una intensidad de trabajo en un punto de trabajo para obtener una medida de tensión de trabajo (V_1) del módulo (1) y una medida de intensidad de trabajo (I_1) del módulo (1); y así conocer el estado del módulo y descartar posibles averías y mal funcionamiento del mismo;
- estimar una curva tensión-intensidad del módulo (1) a partir de tres puntos determinados por:
    - la medida de tensión de vacío (V_0);
    - la medida de intensidad de cortocircuito (I_{CC});
    - la estimación de tensión de trabajo (V_{1*}) y la estimación de intensidad de trabajo (I_{1*}) a partir de las medidas de radiación y temperatura;
    - la estimación de una curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C) del módulo (1) a partir de magnitudes medidas (V_0, $I_{CC,}$) y magnitudes estimadas (V_{1*}, I_{1*}) durante un funcionamiento del módulo (1).

caracterizado porque comprende:

- medir una tensión de trabajo y una intensidad de trabajo en un punto de trabajo para obtener una medida de tensión de trabajo (V_1) del módulo (1) y una medida de intensidad de trabajo (I_1) del módulo (1);
- comparar
    - un elemento seleccionado entre:
        - la curva tensión-intensidad caracterizadora (V_C-I_C);
        - la medida de tensión de trabajo (V1) y la medida de intensidad de trabajo (I1);

- y combinaciones de los mismos;
- con una curva tensión-intensidad teórica (Vt-It) del módulo (1); y

- obtener valores de parámetros representativos de funcionamiento del módulo (1) a partir de la comparación con la curva tensión-intensidad teórica (Vt-It); y
- donde se determina un estado de funcionamiento del módulo (1) en función de los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1).

2.- Procedimiento de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el estado de funcionamiento del módulo (1) bajo unas condiciones de operación está seleccionado entre:

- normal, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están dentro de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;
- alerta, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están cerca de sobrepasar valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;
- parada, donde los valores de los parámetros representativos del funcionamiento del módulo (1) están por encima de valores aceptables de funcionamiento en las condiciones de operación;

3- Procedimiento de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico según la reivindicación 2 **caracterizado** porque comprende:

- mantener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es normal;
- vigilar un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de alerta;
- detener un funcionamiento del módulo (1) cuando el estado de funcionamiento es de parada.

4.- Procedimiento de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque comprende enviar datos de medidas tomadas a una central de control (2).

5.- Procedimiento de caracterización de un módulo (1) solar fotovoltaico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque se ejecuta en campo.

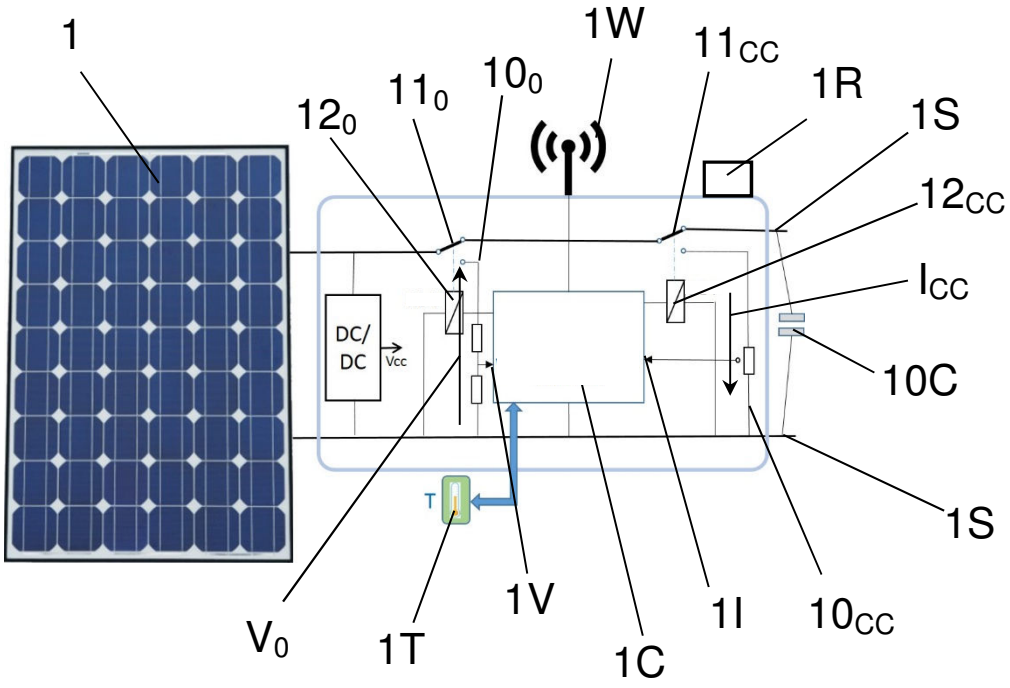
1
1W
11_{CC}
10_0
11_0
12_0
1R
1S
12_{CC}
I_{CC}
DC/
DC
Vcc
10C
T
1S
V_0
1T
1V
1C
1I
10_{CC}

FIG. 1

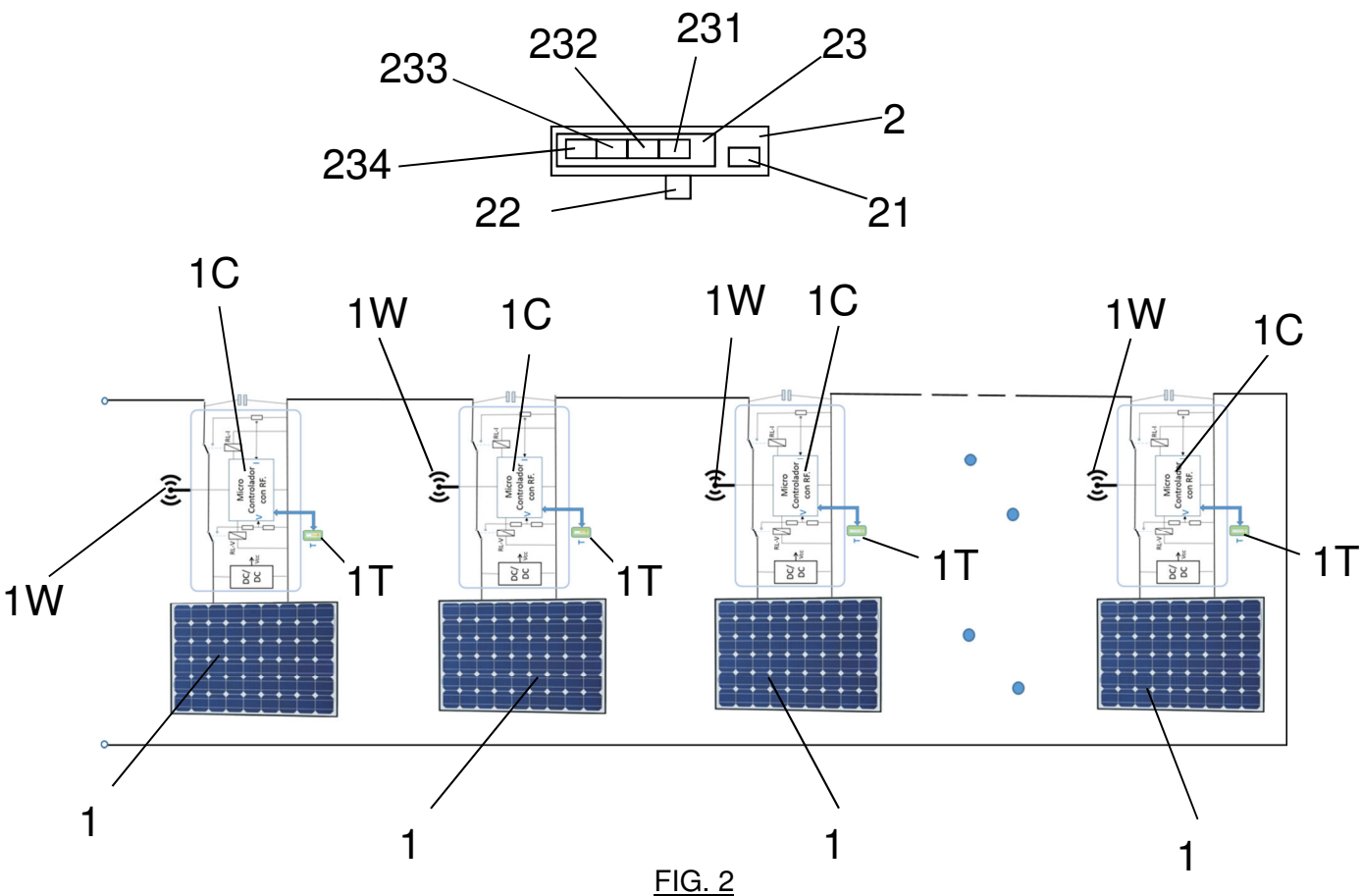
233
232
231
23
2
234
22
21
1C
1W
1C
1W
1C
1W
1C
1W
1T
1T
1T
1T
1
1
1
1

FIG. 2

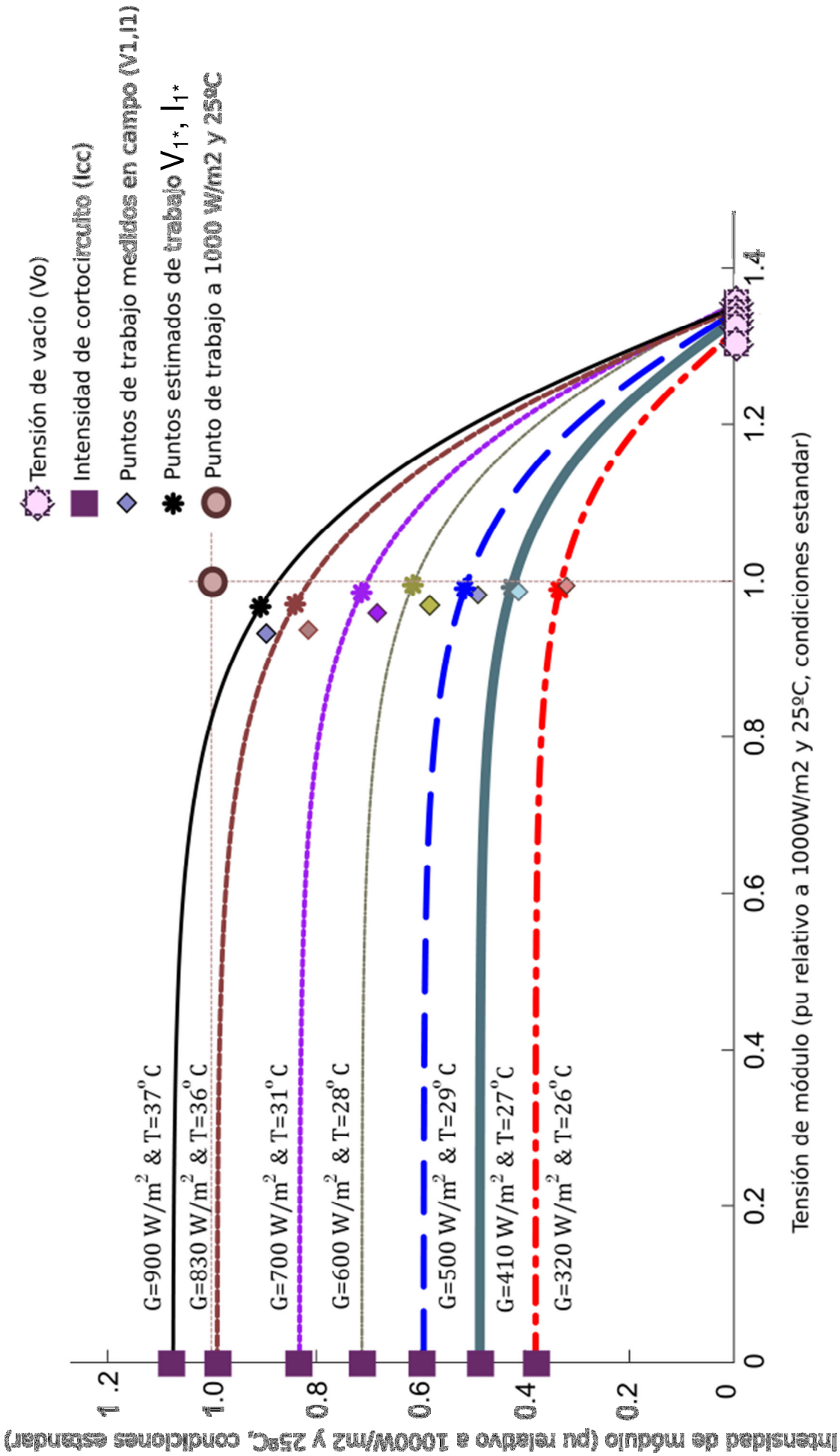
Tensión de vacío (Vo)
Intensidad de cortocircuito (Icc)
Puntos de trabajo medidos en campo (V1,I1)
Puntos estimados de trabajo V1*, I1*
Punto de trabajo a 1000 W/m2 y 25ºC
G=900 W/m2 & T=37°C
G=830 W/m2 & T=36°C
G=700 W/m2 & T=31°C
G=600 W/m2 & T=28°C
G=500 W/m2 & T=29°C
G=410 W/m2 & T=27°C
G=320 W/m2 & T=26°C
Intensidad de módulo (pu relativo a 1000W/m2 y 25ºC, condiciones estandar)
Tensión de módulo (pu relativo a 1000W/m2 y 25ºC, condiciones estandar)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4

FIG. 3

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201531691

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 20.11.2015

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***H02S50/10*** (2014.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	RIVAI AHMAD; RAHIM NASRUDIN ABD. A low-cost photovoltaic (PV) array monitoring system. 2013 IEEE Conference on Clean Energy and Technology (CEAT). 18.11.2013. pg. 169-174. doi:10.1109/CEAT.2013.6775620	1-8, 15-18
X	US 6111767 A (HELIOTRONICS INC) 29.08.2000, Columna 2, línea 30- columna 3, línea 25 Columna 4, línea 24- línea 35 Columna 7, línea 45-línea 60 Columna 11, línea 37- columna 12, línea 3	9-14
X	US 2012242320 A1 (FISCHER KEVIN C et al) 27.09.2012, Párrafos [0025]-[0026],[0042]-[004]	1-8
A	EP 1398687 A2 (SOLARNET GMBH) 17.03.2004, Párrafos [0003],[0009]-[0010],[0026]-[0028]	1-18
A	WO 2012075172 A2 (IDEAL POWER CONVERTERS INC et al) 07.06.2012, Resumen; párrafos [0034],[0037]	1-18
A	Recuperado de EPOQUE, base de datos EPODOC; PN CN 204145415 U & CN 204145415 U (SUZHOU DERUI INSTR DIVISION EQUIPMENT CO LTD). 04.02.2015. Resumen.	1-8

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	**Examinador**	**Página**
22.07.2016	L. J. García Aparicio	1/5

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

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.07.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	3-8,15-18	**SI**
	Reivindicaciones	1,2,9-14	**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1-18	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	RIVAI AHMAD; RAHIM NASRUDIN ABD. A low-cost photovoltaic (PV) array monitoring system. 2013 IEEE Conference on Clean Energy and Technology (CEAT). 18.11.2013. pg. 169-174. doi:10.1109/CEAT.2013.6775620	18.11.2013
D02	US 6111767 A (HELIOTRONICS INC)	29.08.2000
D03	US 2012242320 A1 (FISCHER KEVIN C et al)	27.09.2012
D04	EP 1398687 A2 (SOLARNET GMBH)	17.03.2004
D05	WO 2012075172 A2 (IDEAL POWER CONVERTERS INC et al)	07.06.2012
D06	Recuperado de EPOQUE, base de datos EPODOC; PN CN 204145415 U & CN 204145415 U (SUZHOU DERUI INSTR DIVISION EQUIPMENT CO LTD). 04.02.2015. Resumen.	04.02.2015

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Es objeto de la siguiente invención la determinación en campo del estado de los módulos a través de la estimación de su curva tensión-intensidad, sin necesidad de ensayos de laboratorio, sin modificar la producción de potencia eléctrica, permite una monitorización en tiempo real.
Permite la obtención in situ de curvas tensión intensidad, desplegando un conjunto de nodos inalámbricos uno por cada panel a monitorizar. El dispositivo de la invención mide la tensión de vacío, la intensidad de cortocircuito y la tensión e intensidad en el punto de trabajo del módulo. Permite la determinación de rendimientos, del estado de los módulos, la estimación de anomalías y la realización de un mantenimiento preventivo de las plantas solares fotovoltaicas.
Cada dispositivo comprende un microcontrolador con etapa de radiofrecuencia para formar una red de sensores inalámbrica, dos relés, que sirven para medir el funcionamiento del módulo a circuito abierto y a la corriente de cortocircuito, así como medir la tensión y la intensidad en el punto de trabajo, puede medir también la temperatura del panel. También puede contar con medios para medir la radiación solar y poder estimar la potencia.
El documento D1 que se considera representa el estado de la técnica más cercano divulga un procedimiento de caracterización de un módulo de energía solar fotovoltaica que obtiene una curva tensión intensión caracterizadora del módulo a partir de la tensión de vacío y la corriente de cortocircuito.
Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 2

En D1 también se divulga que se emplea la radiación solar y la temperatura para obtener la estimación de un punto de trabajo.
Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 3

R3 necesariamente está implícito en D1 que se lleva a cabo una comparación para poder monitorizar el sistema.
Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86.

Reivindicaciones 4 a 8

No representan más que alternativas de realización evidentes para un técnico en la materia y que no suponen avance técnico sobre lo ya conocido.

Por lo tanto, estas reivindicaciones carecen de Actividad Inventiva según lo establecido en el Art. 81 de la LP 11/86

Reivindicación 9

El documento D2 divulga un dispositivo de caracterización (véase figura 5) de un módulo solar fotovoltaico que comprende:

- medios para medir la tensión
- medios para medir la intensidad
- ambos medios están configurados para obtener una medida de tensión de trabajo, y una medida de intensidad de trabajo

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 10

En D1 (figura 5) hay implícito un relé (520) para conectar desconectar un circuito de vacío. También hay un relé de cortocircuito (512) para conectar desconectar un circuito de cortocircuito.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 11

En D1, en la figura 5, se puede observar que hay un condensador (530) dispuesto entre los terminales de salida del circuito.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 12

El dispositivo de D1 (figura 5) comprende medios para medir la temperatura

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 13

El dispositivo divulgado en D2 comprende medios para medir la radiación (Columna 4, línea 24- línea 35)

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicación 14

En la figura 2, se puede observar un microcontrolador 230.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art 61. De la LP 11/86.

Reivindicaciones 15 a 18

En el documento D1 estarían implícitos los elementos para realizar una comparación, y sería evidente para un técnico en la materia dotar a un sistema de unos medios de cuantificación.

La realización práctica de los medios de proceso, no es más que una mera opción evidente en su elección de entre las conocidas en el estado de la técnica de entre las cuales un técnico en la materia escogería sin intervención alguna de actividad inventiva.

Tampoco representaría actividad inventiva la configuración de los medios de actuación.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86.