



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 246 643**

⑫ Número de solicitud: 200301393

⑬ Int. Cl.:
G01R 31/26 (2006.01)
G01R 31/40 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **13.06.2003**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2006**

Fecha de la concesión: **09.03.2007**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **01.04.2007**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.04.2007

⑲ Titular/es: **Universidad Pública de Navarra
Campus Arrosadia, s/n
OTRI Edif. El Sario
31006 Pamplona, Navarra, ES**

⑳ Inventor/es: **Sanchís Gúrpide, Pablo;
Marroyo Palomo, Luis;
Gubía Villabona, Eugenio y
López Taberna, Jesús**

㉑ Agente: **Tavira Montes-Jovellar, Antonio**

㉒ Título: **Dispositivo eléctrico de prueba y medida.**

㉓ Resumen:

Dispositivo eléctrico de prueba y medida.

Un dispositivo eléctrico de prueba y medida capaz tanto de emular generadores (11) fotovoltaicos como de captar sus curvas características I-V para, de esta manera, facilitar el estudio y análisis del rendimiento de un primer (14) convertidor de energía eléctrica conectado a los generadores (11) fotovoltaicos.

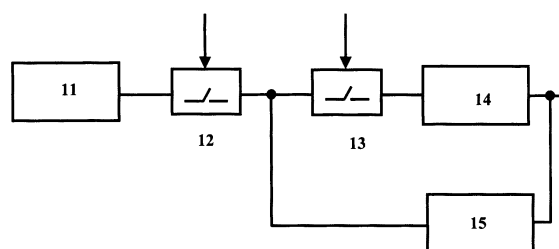


Fig. 1

ES 2 246 643 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Dispositivo eléctrico de prueba y medida.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un dispositivo eléctrico de prueba y medida adecuado para evaluar el funcionamiento de un sistema de generación de energía eléctrica que genera energía eléctrica a partir de la radiación electromagnética emitida desde una fuente de radiación.

Más concretamente, la presente invención se refiere a un dispositivo eléctrico de prueba y medida que comprende un medio de emulación adecuado para analizar el funcionamiento de una instalación solar que comprende generadores solares fotovoltaicos conectados a un medio de conversión de energía eléctrica. Asimismo, dicho medio de emulación puede simular el funcionamiento de dichos generadores solares.

Estado de la técnica

En general, una instalación solar comprende un conjunto de paneles solares conectados a un convertidor de energía eléctrica, de manera que los paneles solares convierten la luz recibida en forma de radiación electromagnética desde una fuente de radiación tal como el sol, en una primera señal eléctrica con un primer valor de tensión y corriente, siendo dichos valores función de la cantidad de radiación solar incidente en dichos paneles solares.

Dicha señal eléctrica es transformada en una segunda señal eléctrica con un segundo valor de tensión y corriente por medio del convertidor que suministra energía eléctrica a una pluralidad de cargas eléctricas conectadas a dicho convertidor.

La representación típica de la característica de salida de un generador fotovoltaico, ya sea una celda, un módulo o un conjunto, se denomina curva corriente-tensión (I-V). La corriente y tensión a la cual opera, en cada instante, el generador fotovoltaico están determinadas por la radiación solar incidente, por la temperatura ambiente, y por las características de la carga conectada al mismo.

En general, la prueba de dichas instalaciones solares se lleva a cabo probando cada uno de los elementos que la componen de forma independiente. Por ejemplo, se analiza el funcionamiento de los panel solar y, sobre la base de los datos obtenidos, se determina la distribución óptima de todos los paneles solares que conforman la instalación solar. Y, por separado, se evalúa el funcionamiento del convertidor que forma también parte de dicha instalación.

Esta metodología de prueba permite evaluar varios tipos de convertidores de modo independiente a los paneles solares. Por tanto, presenta la desventaja de que no es posible evaluar cada uno de los convertidores conectados a los paneles solares respectivamente. Consecuentemente, la metodología de prueba puede llevar a elegir una instalación solar compuesta de un convertidor conectado a unos paneles solares que presente un rendimiento inferior al óptimo.

Por tanto, se hace necesario desarrollar un sistema de prueba y medida adecuado para evaluar el funcionamiento de una instalación solar que comprende una pluralidad de generadores solares fotovoltaicos conectados a un medio de conversión para suministrar energía eléctrica a una carga eléctrica, de manera que se pueda analizar el funcionamiento de los generadores solares y del medio de conversión de modo independiente y, también, de modo conjunto bajo las

mismas condiciones, a fin permitir determinar tanto la distribución óptima de los generadores solares como del convertidor de energía eléctrica más adecuada a dicha distribución de generadores solares fotovoltaicos.

Consecuentemente, las condiciones de prueba han de ser reproducibles. Las medidas y pruebas que realiza el sistema de prueba y medida son fiables y repetibles, e independientes de la cantidad de radiación solar incidente del día en que se realiza la prueba.

Caracterización de la invención

Dispositivo eléctrico de prueba y medida adecuado para probar y medir un sistema generador de electricidad que comprende un primer medio de conversión de energía eléctrica conectable a una pluralidad de generadores fotovoltaicos; y donde el dispositivo eléctrico de prueba y medida comprende un segundo medio de conversión de energía eléctrica que está configurado para emular el funcionamiento de los generadores fotovoltaicos cuando dichos generadores fotovoltaicos están desconectados del primer medio de conversión de energía eléctrica.

Un objeto de la presente invención es mejorar el rendimiento de las instalaciones energía solar fotovoltaica.

Otro objeto de la presente invención es crear una herramienta para crear condiciones controladas en laboratorio que permitan estandarizar los criterios para el estudio, desarrollo y comparación de convertidores fotovoltaicos.

Otro objeto de la presente invención es la mejora del procedimiento de captación de curvas características corriente-tensión que permitirá, a su vez, homogeneizar la asociación en serie y paralelo de generadores solares fotovoltaicos y disminuir así las pérdidas por dispersión.

Además, otro objeto de la presente invención es estandarizar los criterios de comparación de algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) e inversores fotovoltaicos, y por tanto, colaborar en su mejora y desarrollo.

Otro objeto de la presente invención es automatizar la captación de las curvas características de corriente-tensión de los generadores solares fotovoltaicos para homogeneizar su asociación.

Creación de bases de datos de la evolución del punto de máxima potencia durante periodos de tiempo ilimitados en emplazamientos y generadores fotovoltaicos particulares.

Breve enunciado de las figuras

Una explicación más detallada de la invención se da en la siguiente descripción basada en las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 muestra en un diagrama de bloques un sistema de generación de electricidad de acuerdo a la invención,

La figura 2 muestra una curva característica de corriente-tensión de acuerdo a la invención, y

La figura 3 muestra en un diagrama de bloques un medio de prueba y medida de acuerdo a la invención.

Descripción de la invención

La figura 1 muestra en un diagrama de bloques una representación de una instalación solar que se desea estudiar, dicha instalación solar comprende una pluralidad de generadores 11 solares fotovoltaicos que están conectados a un primer medio 14 de conversión de energía eléctrica a través de un primer y un segundo medio de interrupción 12, 13. Una car-

ga eléctrica (no mostrada) recibe la energía eléctrica suministrada desde el primer convertidor 14.

Un dispositivo 15 eléctrico de prueba y medida, a saber, emulador 15 es conectable entre el primer y segundo 12, 13 interruptor por medio de unos primeros terminales de entrada/salida. También es conectable entre el primer convertidor 14 y la carga eléctrica por medio de unos segundos terminales de entrada/salida, de modo que el emulador 15 es conectable en paralelo al primer convertidor 14.

Cuando el primer 12 interruptor está cerrado y el segundo 13 interruptor está abierto, el emulador 15 es capaz de hacer un seguimiento de los valores de tensión y corriente, esto es, curvas características corriente-tensión I-V que suministran los generadores 11 solares en todo momento, ver figura 2. Volviendo a la figura 1, ambos interruptores 12,13 son controlados por medio de un medio 17 de mando y control incluido en el emulador 15, mostrado en la figura 3.

Si los generadores 11 solares reciben energía luminosa desde una fuente de radiación tal como el sol, dichos generadores 11 convierten la luz recibida en energía eléctrica, de manera que suministran una primera señal de tensión y corriente al emulador 15. Para ello, el primer 12 interruptor está cerrado y el segundo 13 está abierto.

La unidad 17 de mando y control es capaz de tomar y almacenar, en tiempo real, muestras de los valores de tensión y corriente que en cada instante son suministrados por cada uno de los generadores 11 solares y, por tanto, del conjunto de los mismos. Con dichas muestras, la unidad 17 de mando y control genera y almacena las curvas características I-V relativas al funcionamiento de los generadores 11 fotovoltaicos en un predeterminado periodo de tiempo.

Resumiendo, las curvas I-V de la figura 2, representan la evolución del comportamiento eléctrico de los generadores 11 fotovoltaicos a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado.

Volviendo a la figura 3, el emulador 15 incluye también un segundo medio 16 de conversión de energía eléctrica que actúa como una carga electrónica variable bajo la supervisión de la unidad 17 de mando y control, a fin de tomar las muestra de tensión y corriente de los generadores 11 fotovoltaicos a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado, por ejemplo, un día soleado de verano, de invierno, un día nublado, un día con nubes y claros, etc. Las curvas características I-V obtenidas se pueden utilizar como patrón para los ensayos.

El segundo 16 convertidor comprende un lazo exterior, por ejemplo, lazo de tensión sobre el que actúa la unidad 17 de mando y control a fin de que el segundo 16 convertidor varíe su tensión de salida en el rango que permita el generador 11 fotovoltaico, esto es de OV a tensión en circuito abierto (Vca), a la vez la unidad 17 de mando y control registra los valores de tensión y corriente a la salida de los generadores 11 fotovoltaicos. Con estos valores se obtiene la curva característica I-V de los generadores 11, pudiendo ser obtenidas muestras de varios generadores 11 para obtener sus curvas características I-V respectivamente.

El lazo exterior de tensión proporciona una referencia a un lazo de corriente por histéresis variable implementado, también, en el segundo 16 convertidor.

Recorrer la curva característica I-V de un generador 11 fotovoltaico en tensión significa imponerle

una tensión variable entre sus bornes de salida, a saber primer terminal de entrada/salida, que tome todos los valores comprendidos entre 0 y Vca a la vez que se registra el valor de la corriente que suministra. El recorrido se puede hacer desde circuito abierto, $V=V_{ca}$ e $I=0$ hasta cortocircuito, $V=0$ e $I=I_{cc}$, o viceversa

Retornando a la figura 2, el motivo de recorrer la curva en tensión y no en corriente es la forma de la curva I-V tipo. En ella se pueden apreciar dos tramos bien diferenciados. Uno en el que la variación de corriente respecto a la tensión es muy pequeña y otro donde la tensión es la que varía poco respecto a la corriente. Y, de los dos, el de menos pendiente relativa es el segundo tramo

La unidad 17 de mando y control incluye un primer algoritmo que, sobre la base de las curvas características I-V obtenidas, permite determinar cual es el tipo de distribución óptimo de los generadores 11 fotovoltaicos.

La unidad 17 de mando y control comprende un medio de visualización a través del cual es posible visualizar tanto las curvas características I-V obtenidas, como la distribución óptima de los generadores 11 solares.

Una vez que han sido obtenidas las curvas características I-V, es posible probar diferentes convertidores 14 en las mismas condiciones de prueba. Para tal fin, la unidad 17 de mando y control genera una señal con el objeto de abrir el primer interruptor 12 y cerrar el segundo 13 interruptor. Como resultado, el primer convertidor 14 queda conectado únicamente al emulador 15, concretamente al segundo 16 convertidor.

Entonces, el emulador 15 genera entre sus primeros terminales una señal de tensión y corriente que corresponde, en todo momento, con las curvas características I-V obtenidas.

Como resultado, el emulador 15 está funcionando como generador 11 fotovoltaico. Para realizar dicha tarea, el segundo 16 convertidor debe trabajar de acuerdo a las curvas I-V obtenidas y, por tanto, el emulador 15 suministra corriente eléctrica al primer 14 convertidor bajo prueba.

El segundo 16 convertidor es conectable a una fuente de energía eléctrica tal como la red de distribución de energía eléctrica, por ejemplo. Así, la energía que absorbe de la red la transforma y la transmite a la carga eléctrica a través del convertidor 14 bajo prueba.

Para conseguir que la salida del segundo 16 convertidor sea semejante a las curvas características I-V obtenidas, el segundo 16 convertidor comprende un lazo de control, por ejemplo, lazo de corriente que obliga al convertidor 16 a trabajar de acuerdo a las deseadas curvas características I-V obtenidas.

El segundo 16 convertidor puede ser construido de acuerdo a diversas topologías de conversión de energía eléctrica ampliamente conocidas en el estado de la técnica, por ejemplo, un convertidor reductor, elevador, o similar.

También, la unidad 17 de mando y control incluye un segundo algoritmo que permite evaluar el rendimiento del convertidor 14 bajo prueba, sobre la base de los datos obtenidos de la segunda señal de tensión y corriente generada por el segundo 16 convertidor a través de los segundos terminales.

Repitiendo el proceso anteriormente descrito, esto es, desconectando el convertidor evaluado anteriormente y conectando otro convertidor diferente y, si se

le suministra la primera señal de tensión y corriente, y se toman muestra de la segunda señal de tensión y corriente suministrada por el convertidor bajo prueba, es posible determinar que convertidor conectado a los

paneles solares presenta mejor rendimiento, esto es, suministra la misma potencia con mayor rendimiento y menor disipación de energía.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo eléctrico de prueba y medida adecuado para un sistema generador de electricidad que comprende un primer medio (14) de conversión de energía eléctrica conectable a una pluralidad de generadores (11) fotovoltaicos; **caracterizado** porque el dispositivo (15) eléctrico de prueba y medida comprende un segundo medio (16) de conversión de energía eléctrica que está configurado para emular el funcionamiento de los generadores (11) fotovoltaicos cuando dichos generadores (11) fotovoltaicos están desconectados del primer medio (14) de conversión de energía eléctrica.

2. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 1; **caracterizado** porque el dispositivo (15) eléctrico de prueba y medida comprende una unidad (17) de mando y control que está adaptada para tomar y almacenar muestras, durante un predeterminado periodo de tiempo, de una primera señal de corriente y tensión suministrada desde los generadores (11) fotovoltaicos al segundo medio (16) de conversión de energía eléctrica, estando los generadores (11) fotovoltaicos desconectados del primer medio (14) de conversión de energía eléctrica.

3. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 2; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control está adaptada para generar varias curvas características de corriente-tensión a partir de las muestras obtenidas.

4. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 3; **caracterizado** porque las curvas características de corriente-tensión pueden ser visualizadas en una pantalla.

5. Dispositivo eléctrico de acuerdo a las reivindicaciones 1 a 3; **caracterizado** porque el segundo medio (15) de conversión de energía eléctrica está adaptado para operar como una carga electrónica gobernada por la unidad (17) de mando y control.

6. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 5; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control actúa sobre un lazo exterior del segundo medio (16) de conversión de energía eléctrica a fin de que trabaje como carga electrónica.

7. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 4; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control comprende un primer algoritmo para determinar la distribución óptima de los generadores (11) fotovoltaicos sobre la base de las curvas características corriente-tensión obtenidas.

8. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 2; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control está adaptada para generar una primera señal de apertura y cierre que es aplicada a un primer medio (12) de interrupción conectado en serie a una salida de los generadores (11) fotovoltaicos.

9. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 8; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control está adaptada para generar una segunda señal de apertura y cierre que es aplicada a un segundo medio (13) de interrupción conectado en serie a una entrada del primer medio (14) de conversión de energía eléctrica.

10. Dispositivo eléctrico de acuerdo a las reivindicaciones 3 y 9; **caracterizado** porque el segundo medio (16) de conversión de energía eléctrica suministra energía eléctrica al primer medio (14) de conversión de energía eléctrica de acuerdo a las curvas características de corriente-tensión obtenidas.

11. Dispositivo eléctrico de acuerdo a la reivindicación 8; **caracterizado** porque la unidad (17) de mando y control comprende un segundo algoritmo para determinar el rendimiento del primer medio (14) de conversión de energía eléctrica.

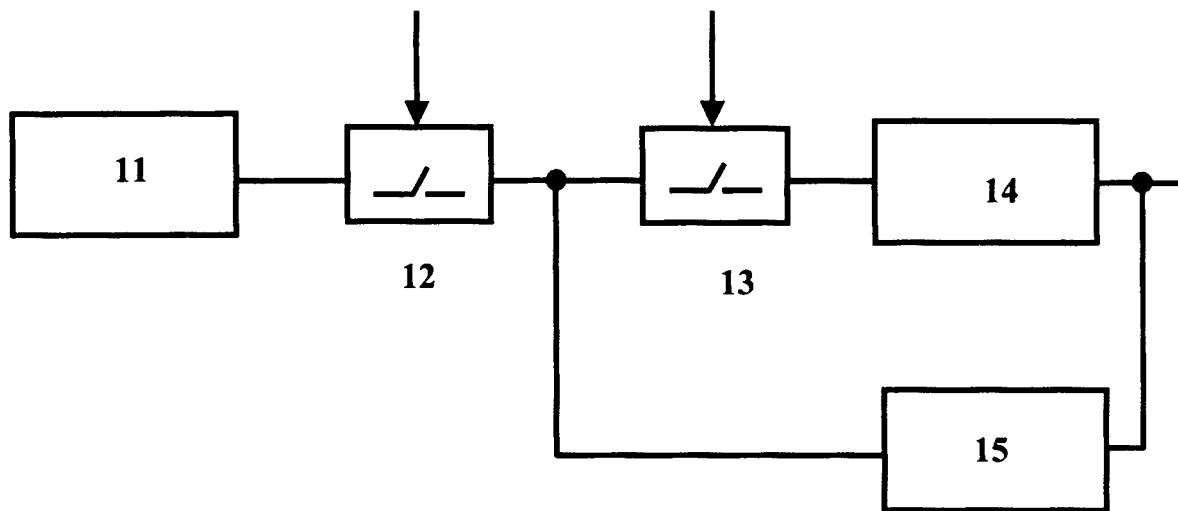


Fig. 1

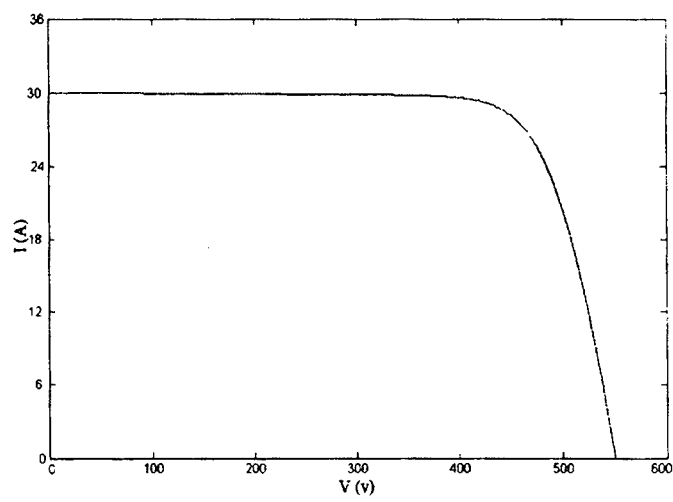


Fig. 2

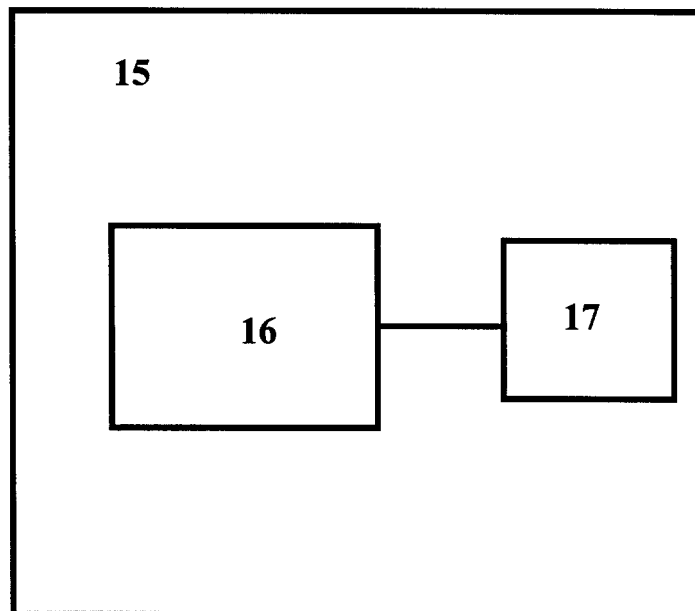


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 246 643

⑫ Nº de solicitud: 200301393

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 13.06.2003

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **G01R 31/26** (2006.01)
G01R 31/40 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4528503 A (COLE) 09.07.1985, columna 3, línea 40 - columna 4, línea 2; columna 6, línea 50 - columna 7, línea 57; reivindicaciones 6-8; figuras 1,3,4.	1-5,7-10
A	JP 59160218 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 10.09.1984, resumen; figura. Extraída de la Base de Datos PAJ en EPODOC.	1-4,7
A	US 4163194 A (ROSS) 31.07.1979, resumen; reivindicaciones 1,11,12; figuras.	1,3-5

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

09.01.2006

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1