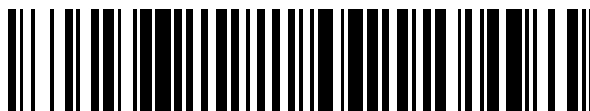


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 816**

51 Int. Cl.:

H02M 1/36 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H01L 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2012 E 12169788 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2670033**

54 Título: **Inicio de sistema fotovoltaico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2019

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

KOKKONEN, JESSE;
HELLBERG, JANNE y
UUSIMÄKI, JARI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 702 816 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Inicio de sistema fotovoltaico

Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas fotovoltaicos y, más particularmente, al inicio de sistemas fotovoltaicos.

5 Antecedentes de la invención

Los paneles fotovoltaicos se utilizan para producir potencia eléctrica a partir de la irradiación del sol. Los paneles fotovoltaicos producen tensión de CC que tiene un nivel de tensión variable. La tensión de CC se convierte comúnmente en una tensión de CC con un valor de CC constante estabilizado o en una tensión de CA. La conversión a la tensión de CA permite alimentar la potencia eléctrica producida a una red de CA de manera tal que sistemas PV de producción de potencia a mayor escala sean posibles.

La conversión de energía de los paneles PV a cualquiera de tensión CC o tensión CA se lleva a cabo por un dispositivo convertidor. El convertidor es un convertidor de CC/CC o un convertidor CC/CA que también se denomina inverter. Los dispositivos de conversión incluyen típicamente un rastreador de punto de máxima potencia (MPPT) que controla las operaciones internas del convertidor para extraer la potencia máxima disponible de los paneles PV.

Los convertidores del sistema PV están normalmente en un estado apagado durante la noche, cuando la irradiación recibida por los paneles no produce suficiente energía para ser alimentada a la red de CA. En la producción a gran escala de energía con paneles PV la potencia nominal del convertidor puede estar en el rango de cientos de kilovatios. Las pérdidas de los convertidores de potencia deben ser cubiertas con la potencia de los paneles. Esto significa que con bajas potencias de salida del panel no es necesariamente prudente encender el convertidor.

Una manera de determinar si la operación del convertidor se puede iniciar es medir la tensión de circuito abierto del panel o sistema de panel. La tensión de circuito abierto aumenta a medida que la irradiación recibida en los paneles aumenta y cuando la tensión de circuito abierto medida supera un límite establecido, se inicia la operación del convertidor.

Cuando la temperatura del sistema de panel aumenta mientras que la irradiación se mantiene en el mismo nivel, la tensión de circuito abierto disminuye. Esto significa que el convertidor del sistema se inicia demasiado tarde. En el peor de los casos, si la temperatura aumenta rápidamente, no puede iniciarse el convertidor. Correspondientemente, cuando la temperatura del sistema de panel disminuye, el sistema puede producir una tensión de circuito abierto más alta con la misma intensidad de irradiación. Esto conduce al inicio del convertidor demasiado pronto y el sistema PV no es capaz de producir electricidad para la red. Si el convertidor se inicia demasiado pronto de modo que la potencia de los paneles no es lo suficientemente alta, el convertidor puede de hecho extraer potencia de la red para continuar la operación de conversión. Una vez que haya tenido que detenerse la operación del convertidor debido a un inicio demasiado temprano, el convertidor se separa de la red. La conmutación repetida a y desde la red desgasta los componentes y puede conducir a fallos prematuros.

El documento US2010/0277002 A1 desvela un sistema de conversión de energía que tiene un conjunto fotovoltaico y un inverter. La tensión de CA del inverter se alimenta a través de un transformador de elevación a la red de utilidad.

El documento EP 2416480 A2 desvela un sistema y un procedimiento en el que se utiliza un convertidor elevador para aumentar la tensión del conjunto PV.

El documento US 2010/0275966 A1 desvela un sistema en el que la tensión del generador fotovoltaico se reduce durante la secuencia de inicio del inverter.

Breve descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento y una disposición a fin de superar los problemas anteriores. El objeto de la invención se consigue mediante un procedimiento y una disposición que se caracterizan por lo que se afirma en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se basa en el uso de la dependencia de temperatura de los paneles PV para determinar el instante de inicio correcto de un sistema de convertidor conectado a los paneles. La temperatura del panel se determina y la tensión de circuito abierto medida se compara con un valor límite que depende de la temperatura medida.

Una ventaja del procedimiento de la invención es que el inicio del convertidor puede llevarse a cabo de tal manera que la producción de energía sea posible. Además, el procedimiento de la invención garantiza que el convertidor no se inicie demasiado tarde de manera que toda la energía disponible se convierta en energía eléctrica.

Breve descripción de las figuras

A continuación, la invención se describe con mayor detalle por medio de realizaciones preferidas con referencia a las figuras adjuntas, en las que

5 La Figura 1 muestra la estructura básica de un sistema fotovoltaico conectado para suministrar energía a una red de CA.

Descripción detallada de la invención

10 La Figura 1 muestra la estructura básica de un sistema fotovoltaico. Un sistema de panel fotovoltaico 1 está conectado eléctricamente a un convertidor 2. El convertidor 2 está conectado para alimentar energía a una red de CA 3. El sistema de panel fotovoltaico 1 se puede formar de uno o más paneles, cadenas o módulos de panel. El convertidor solar en la Figura 1 se muestra como un convertidor de CC/CA, es decir, un inverter. Sin embargo, el convertidor puede ser de cualquier tipo de convertidor conocido, que incluye un convertidor de CC/CC que alimenta energía a una carga de CC o a un sistema de transmisión de CC. Además, el convertidor puede consistir en una o más etapas de energía adaptadas para procesar la energía eléctrica de una forma a otra. La energía de CA del convertidor también puede alimentarse a un transformador para transformar el nivel de tensión de modo que sea adecuado para alimentación a la red eléctrica.

15 La Figura 1 también muestra un controlador 4 que controla las operaciones de conversión. El controlador 4 recibe las mediciones requeridas para la operación del sistema y controla el convertidor de una manera seleccionada. Estas mediciones incluyen típicamente tensión del sistema de panel y corriente del sistema de panel. El controlador también recibe datos de medición del convertidor.

20 En el presente procedimiento de inicio de un convertidor solar, se determina la tensión de circuito abierto en el sistema de panel. La tensión de circuito abierto puede ser la tensión del sistema conectado al convertidor, es decir que la tensión medida es la tensión total que produce el sistema de panel. Alternativamente, la tensión de circuito abierto medida puede ser una tensión de cierta parte del sistema de panel PV. La tensión medida puede ser, por ejemplo, la tensión de uno de los subsistemas conectados en paralelo. La tensión de circuito abierto es la tensión de los paneles cuando una corriente no puede fluir de los paneles.

25 En el procedimiento, los valores límite de las condiciones de inicio se determinan de antemano. Los valores límite son un par conocido de valor de tensión de circuito abierto y valor de temperatura con los que puede llevarse a cabo el inicio del convertidor. De este modo, se determina un valor para la tensión de circuito abierto del sistema de panel en el que la tensión del convertidor se puede iniciar a una temperatura de panel conocida. Este valor puede determinarse empíricamente o a partir de los valores proporcionados por el fabricante de los paneles. Este valor de tensión y el valor de temperatura correspondiente se almacenan en una memoria que puede ser leída por el sistema de control.

30 El valor o límite de tensión almacenado debe corresponder a la tensión de circuito abierto medida, es decir, si la tensión medida es la tensión total del sistema de panel, entonces el valor límite almacenado referente al inicio de la operación del convertidor también debe ser la tensión total. Si la tensión de circuito abierto medida es alguna otra tensión del sistema de panel, entonces el valor límite determinado debe referirse a la misma tensión.

35 Además, en el procedimiento, la dependencia de temperatura de la tensión de circuito abierto del sistema de panel se determina de antemano. La dependencia de temperatura k de la tensión de circuito abierto típicamente está dada por el fabricante de los paneles como Voltios por Kelvin.

40 Los valores típicos para la dependencia de temperatura están en el intervalo de $-50 \text{ mV/K} \dots 200 \text{ mV/K}$. El valor de la dependencia de temperatura se almacena en una memoria legible.

45 En el procedimiento, durante la operación del sistema de panel solar, cuando el convertidor no está en operación, se determina la temperatura del sistema de panel. La temperatura puede ser una temperatura de un subsistema seleccionado del sistema de panel o la temperatura puede ser una temperatura promedio calculada a partir de múltiples mediciones. La temperatura medida se alimenta a un sistema de control, o el sistema de control puede incluir los circuitos para determinar la temperatura a partir de las señales obtenidas de los paneles. Independientemente de si la temperatura se mide como la temperatura de una célula o panel específico o como una temperatura promedio de múltiples celdas o paneles, la temperatura debe dar una clara indicación de la temperatura real que afecta a la tensión de circuito abierto.

50 La temperatura determinada se puede medir directamente de la superficie de uno o múltiples paneles. La temperatura determinada también se puede medir desde la proximidad de los paneles, es decir, el sensor de temperatura puede estar situado cerca de la superficie del panel o en las estructuras de soporte del panel. Además, la medición de la temperatura puede llevarse a cabo mediante la medición de la temperatura de una estructura similar a la del panel solar. La estructura similar puede ser, por ejemplo, una estructura separada que tiene una superficie de vidrio que tiene propiedades térmicas similares al panel en cuestión. Además, la temperatura de los paneles puede determinarse con exactitud cuando la estructura separada se coloca en entornos

similares a los del panel.

En el procedimiento, se establece un criterio para el inicio del convertidor. El criterio comprende al menos determinar si la temperatura determinada y la tensión de circuito abierto determinada permiten el inicio del convertidor. Si se cumple el criterio, entonces se puede iniciar el convertidor.

5 De acuerdo con una realización de la invención, la tensión de circuito abierto requerida para el inicio del convertidor se calcula utilizando la temperatura determinada y la dependencia de temperatura. La tensión de circuito abierto requerida se compara con la tensión de circuito abierto medida, y una vez que la tensión medida es mayor que la tensión requerida, se puede iniciar el convertidor.

10 Existen múltiples posibilidades de verificar si a la temperatura determinada la tensión de circuito abierto está en el nivel requerido. Una posibilidad es seguir la temperatura y calcular continuamente la tensión de circuito abierto requerida. La tensión de circuito abierto requerida se compara con la determinada. Otra posibilidad es almacenar los valores calculados para la tensión de circuito abierto y la temperatura de antemano y luego verificar si a la temperatura medida la tensión medida está en el nivel requerido. La comparación de las tensiones y temperaturas también puede llevarse a cabo de tal manera que la tensión de circuito abierto se controle continuamente y la temperatura requerida correspondiente se lea de la tabla o calcule utilizando la dependencia conocida. Una vez que la temperatura está en el nivel requerido para el inicio del convertidor con la tensión de circuito abierta determinada, se cumplen los criterios para el inicio.

20 De acuerdo con una realización de la invención, los criterios comprenden además controlar que la tensión de circuito abierto esté por encima de un cierto nivel mínimo. El nivel de tensión mínimo puede ser, por ejemplo, la tensión de operación mínima del rastreador MPP. Este límite de tensión tiene en cuenta el hecho de que el convertidor no se inicia cuando no hay posibilidad de alimentar la energía a la red debido a una tensión de salida baja. La tensión de salida puede tener tales valores bajos cuando la temperatura del panel es alta.

25 De acuerdo con una realización, los criterios comprenden además determinar si el nivel de irradiación recibido por los paneles está en un nivel deseado. El nivel de irradiación se puede medir usando un dispositivo de medición adecuado, que reacciona a la irradiación del sol. Cuando se utiliza tal criterio junto con la determinación de la tensión de circuito abierto y temperatura, el convertidor se puede iniciar de forma fiable y puede generarse suficiente energía.

30 Considérese un ejemplo en el que se determina de antemano que a la temperatura de 25°C se requiere una tensión de circuito abierto de 100 V para el inicio del convertidor del sistema de generación de energía PV. La dependencia de temperatura de la tensión de circuito abierto es $k = -0,2 \text{ V/K}$. La temperatura del panel PV medida (T_{meas}) es de 50°C y, por lo tanto, la tensión de circuito abierto requerida del sistema de panel será de $100 \text{ V} - k (25 - T_{\text{meas}}) = 95 \text{ V}$. Esto quiere decir que en el ejemplo se requiere una tensión de circuito abierto medida de 95 V para el inicio del convertidor. Si, por ejemplo, en el mismo sistema la temperatura medida es de 5°C, entonces la tensión de circuito abierto requerida será de 104 Voltios. El ejemplo anterior es para mostrar el efecto de la dependencia de temperatura. Está claro a partir del ejemplo anterior que el inicio del convertidor sobre la base de un valor de tensión fijo no es fiable.

40 El procedimiento se implementa preferentemente en el sistema de control de un convertidor que convierte la energía del sistema de panel. Un convertidor tal contiene típicamente una memoria legible en la que se pueden almacenar los datos requeridos, y capacidad de procesador para calcular los cálculos requeridos. En un caso en que el procedimiento se implementa en un convertidor, es evidente que, aunque el convertidor no esté en operación durante el procedimiento, el procesador del convertidor está operativo. Por lo tanto, el inicio del convertidor se refiere al inicio de la operación de conversión real, es decir, la modulación de los componentes de conmutación.

45 Por el otro lado, el procedimiento de la invención puede procesarse en un procesador separado fuera del convertidor propiamente dicho. En tal caso, cuando se determina que la tensión de circuito abierto del sistema de panel es mayor que el nivel requerido, el procesador separado alimenta el sistema de convertidor, que después puede iniciarse.

La invención puede implementarse en conexión con cualquier sistema de generación de energía solar conocido y la tensión generada desde el panel puede alimentarse a una red monofásica o a una red trifásica.

50 En la disposición de la invención, los medios para determinar la temperatura pueden comprender un sensor de medición de temperatura que transmite la temperatura al sistema de control.

Será evidente para aquellos con experiencia en la técnica que, el concepto inventivo puede implementarse de varias maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del ámbito de las reivindicaciones.

55

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar las condiciones de inicio de un convertidor solar en un sistema fotovoltaico, comprendiendo el sistema fotovoltaico un sistema de panel fotovoltaico que tiene uno o más paneles fotovoltaicos, comprendiendo el procedimiento

5 determinar la tensión de circuito abierto del sistema de panel fotovoltaico, **caracterizado porque** el procedimiento comprende además

determinar valores límite de antemano para las condiciones de inicio, los valores límite comprenden un valor de tensión de circuito abierto y un valor de temperatura, con cuyos valores se puede iniciar el convertidor solar, determinar de antemano la dependencia de temperatura de la tensión de circuito abierto del sistema de panel, determinar la temperatura del sistema de panel, establecer criterios para iniciar el convertidor, el criterio comprende determinar, mediante el uso de la dependencia de temperatura determinada y las condiciones de inicio conocidas, si la temperatura determinada y la tensión de circuito abierto determinada permiten el inicio del convertidor, es decir, si la tensión de circuito abierto determinada está en un nivel correspondiente al límite de tensión de circuito abierto determinada a la temperatura determinada del sistema de panel.
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** determinar los valores límite para las condiciones de inicio comprende

determinar un valor para la tensión de circuito abierto del sistema de panel en el que el convertidor solar se puede iniciar a una temperatura de sistema de panel conocida,

20 y el procedimiento comprende además calcular el límite de tensión de circuito abierto requerida para iniciar el convertidor a la temperatura determinada mediante el uso de la temperatura determinada y la dependencia de temperatura, y

determinar si la tensión de circuito abierto determinada permite el inicio del convertidor comprende

comparar si la tensión de circuito abierto determinada supera el límite de tensión de circuito abierto calculada.
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el criterio para iniciar el convertidor comprende además

determinar el nivel de irradiación recibida por los paneles, y

determinar si el nivel de irradiación determinado supera un límite establecido.
4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el criterio para iniciar el convertidor comprende además

30 establecer un nivel mínimo de tensión de circuito abierto, y

determinar si la tensión de circuito abierto determinada supera el nivel mínimo.
5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** determinar la tensión de circuito abierto comprende determinar la tensión de circuito abierto de un subsistema del sistema de panel fotovoltaico.

35
6. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado porque** determinar la temperatura del sistema de panel comprende determinar la temperatura de un subsistema del sistema de panel fotovoltaico.
7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado porque** determinar la temperatura del sistema de panel comprende determinar la temperatura como un promedio de múltiples mediciones.

40
8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado porque** la temperatura del sistema de panel se mide directamente a partir de uno o múltiples paneles.
9. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado porque** el procedimiento comprende además

45 medir la temperatura ambiente del sistema de panel, y

determinar la temperatura del sistema de panel sobre la base de la temperatura ambiente medida.
10. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado**

porque la temperatura del sistema de panel se determina mediante la medición de una temperatura relativa al sistema de panel.

- 5 **11.** Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, **caracterizado porque** el inicio del convertidor comprende iniciar la modulación del convertidor para procesar la potencia del sistema de panel fotovoltaico.
- 10 **12.** Una disposición para determinar las condiciones de inicio de un convertidor solar en un sistema fotovoltaico, comprendiendo el sistema fotovoltaico un sistema de panel fotovoltaico que tiene uno o más paneles fotovoltaicos, comprendiendo la disposición
- 10 medios para determinar la tensión de circuito abierto del sistema de panel fotovoltaico,
- 15 **caracterizado porque** la disposición comprende además
- 15 medios para determinar de antemano los valores límite de las condiciones de inicio, comprendiendo los valores límite
- 15 un valor de tensión de circuito abierto y un valor de temperatura, con cuyos valores se puede iniciar el convertidor solar,
- 20 medios para determinar de antemano la dependencia de temperatura de la tensión de circuito abierto del sistema de panel,
- 20 medios para determinar la temperatura del sistema de panel,
- 20 medios para establecer criterio para iniciar el convertidor, comprendiendo el criterio determinar, mediante el uso de la dependencia de temperatura determinada y las condiciones de inicio conocidas, si la temperatura determinada y la tensión de circuito abierto determinada permiten el inicio del convertidor, es decir, si la tensión de circuito abierto determinada está en un nivel correspondiente al límite de tensión de circuito abierto determinada a la temperatura determinada del sistema de panel.

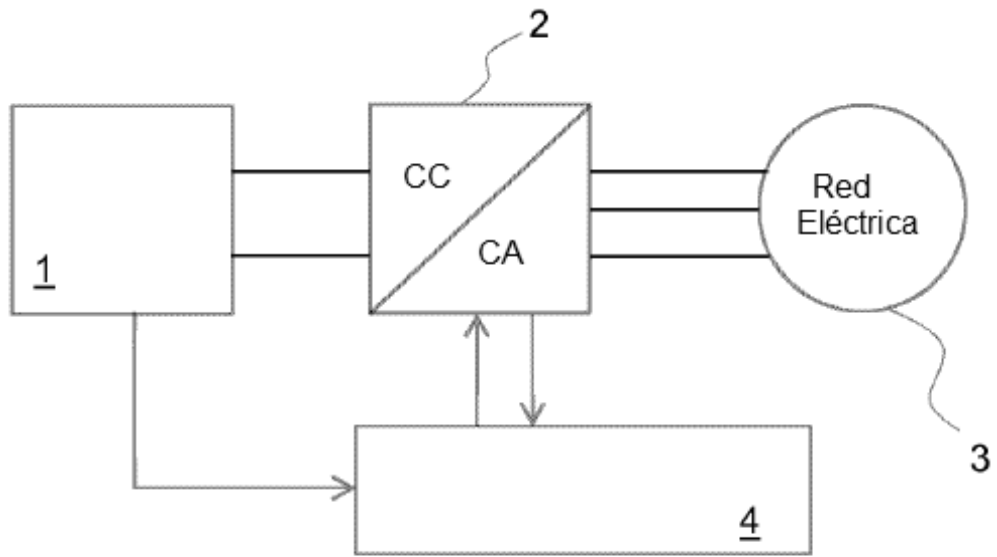


FIG 1