(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 469 825**

(51) Int. Cl.:

H02M 1/36 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2010 E 10781704 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2504909**

(54) Título: **Encendido de un conjunto fotovoltaico con alta tensión de circuito abierto**

(30) Prioridad:

24.11.2009 EP 09176900

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2014

(73) Titular/es:

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG (100.0%)
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE

(72) Inventor/es:

LEHMANN, REINHARD

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 469 825 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

Encendido de un conjunto fotovoltaico con alta tensión de circuito abierto

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un método para conectar un conjunto fotovoltaico (PV) a una red eléctrica de CA por medio de un inversor. Más en particular, la presente invención se refiere a un método para conectar un conjunto PV a una red eléctrica de CA por medio de un inversor que incluye un enlace de CC en su lado de entrada, en el que el enlace de entrada de CC del inversor se precarga desde la red eléctrica de CA.

Además, la presente invención se refiere en general a un aparato para suministrar energía eléctrica desde un conjunto PV a una red eléctrica de CA y, más en particular, a un aparato para suministrar energía eléctrica desde un conjunto PV a una red eléctrica de CA, en el que el aparato comprende un inversor, un enlace de CC en el lado de entrada del inversor, una unidad de control de tensión para una tensión de enlace del enlace de CC, al menos un interruptor para conectar el conjunto PV al enlace de CC y al menos un interruptor de red para conectar el inversor a la red eléctrica de CA.

Antecedentes de la invención

Se necesita precaución cuando se conecta un conjunto fotovoltaico a una red eléctrica de CA por medio de un inversor para evitar la existencia de excesivas corrientes a través de los componentes usados del sistema de circuitos y para evitar la existencia de excesivas tensiones en los componentes usados del sistema de circuitos. El peligro de sobrecargar estos componentes puede eliminarse en principio mediante una clase de tensión más alta o clase de corriente más alta de los componentes. Sin embargo, normalmente este enfoque tiene como resultado enormes aumentos del coste y pérdidas de potencia debido a la baja eficacia de los componentes de clase de tensión más alta. De esta manera, se prefieren métodos y aparatos que evitan las cargas altas en los componentes del sistema de circuitos al conectar el conjunto fotovoltaico a la red eléctrica de CA.

Esto se aplica en particular en contexto con un desarrollo hacia tensiones de salida más altas de conjuntos fotovoltaicos para poder transferir potencia eléctrica más alta sin la necesidad de incrementar la sección transversal de cable. Tales tensiones de salida más altas de los conjuntos fotovoltaicos aceptan, durante el funcionamiento normal, incluso tensiones más altas de circuito abierto de los conjuntos fotovoltaicos. Estas tensiones de circuito abierto pueden sobrepasar de inmediato la tensión aceptable a través del puente de inversor del inversor respectivo.

Se sabe que el documento DE 20 2006 001 063 U1 tiene un convertidor CC/CC, como, por ejemplo, un reductor, que precede al puente de inversor de un inversor, proporcionando el convertidor CC/CC una adaptación de tensión entre el conjunto fotovoltaico y el inversor. Sin embargo, el reductor aumenta la complejidad del aparato. También provoca pérdidas de potencia adicionales. El documento DE 20 2006 001 063 U1 no se ocupa de conectar el conjunto fotovoltaico, en altas tensiones de circuito abierto, con el inversor. Sería posible evitar cargar el puente de inversor con la tensión total de circuito abierto del conjunto fotovoltaico mediante el manejo especializado de un reductor que precede a un inversor; sin embargo, la pérdida de potencia adicional provocada por el reductor durante el funcionamiento normal permanecería, a menos que se extendiera por la trayectoria de corriente mediante medios adicionales cuando la tensión de circuito abierto se reduce a la tensión de salida que ocurre durante el funcionamiento normal del conjunto fotovoltaico.

Se sabe que el documento JP 11312022 A protege el puente de inversor de un inversor contra altas tensiones de circuito abierto de un conjunto fotovoltaico conectado mediante un divisor de tensión realizado mediante un resistor dispuesto en una de las líneas de conexión y un resistor conectado en paralelo al puente de inversor. Al acortar el resistor en la línea de conexión y apagar el resistor conectado en paralelo al puente de inversor, el divisor de tensión se desconecta en el funcionamiento normal, evitando así pérdidas continuas debido a los resistores. El divisor de tensión supone un esfuerzo adicional, particularmente para apagarlo en el funcionamiento normal.

Los inversores para suministrar energía eléctrica desde conjuntos fotovoltaicos tienen normalmente una unidad de control de tensión para un enlace de CC para permitir la ejecución de un seguimiento de Punto de Potencia Máxima (MPP). En el seguimiento MPP, la tensión de salida del conjunto fotovoltaico se ajusta por medio de la tensión del enlace de CC a un valor en el que el conjunto fotovoltaico produce una potencia eléctrica máxima en vista de las condiciones de funcionamiento actuales.

El documento US 2009/0167097 A1 divulga una interfaz de inversor fotovoltaico entre un conjunto fotovoltaico y un inversor que comprende los rasgos del preámbulo de la reivindicación independiente 9. Durante un proceso de encendido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1, se precarga un enlace de CC del inversor hasta la tensión operativa del inversor usando equipo de interruptor de arranque suave o el conjunto fotovoltaico. Después, el inversor se enciende mientras que un interruptor contactor en una de las líneas de conexión del conjunto fotovoltaico sigue abierto. Antes de que el conjunto fotovoltaico se conecte al enlace de CC del inversor al cerrar el interruptor contactor, este se cortocircuita deliberadamente mediante un interruptor derivado

para reducir la tensión de salida desde la tensión de circuito abierto hasta la tensión de salida en condiciones de funcionamiento normales.

El documento CN 2891473 Y divulga un inversor fotovoltaico. Un enlace de CC en el lado de entrada del inversor puede conectarse a un conjunto PV o a un acumulador. Una resistencia de potencia de arranque suave se conecta en paralelo a un contactor para conectar la salida de CA del inversor a una red eléctrica de CA.

El documento EP 1 463 188 A2 divulga un interruptor de potencia conectado entre el enlace de entrada de CC de un inversor fotovoltaico y un conjunto PV. Este interruptor de potencia está abierto cuando la tensión de salida del conjunto PV sobrepasa un valor de umbral. Cuando la tensión de salida del conjunto PV está por debajo de este valor de umbral o por debajo de un valor de umbral inferior, el interruptor de potencia se cierra. Además, el interruptor de potencia puede funcionar mediante un impulso para reducir de manera eficaz la tensión del enlace de CC en comparación con la tensión del conjunto PV.

El documento EP 1 914 857 A1 divulga un interruptor de cortocircuito conectado en paralelo a un conjunto PV. El interruptor de cortocircuito permite cortocircuitar el conjunto PV para reducir su tensión de circuito abierto.

Todavía existe la necesidad de un método para conectar un conjunto fotovoltaico a una red eléctrica de CA por medio de un inversor y la necesidad de un aparato que suministra energía eléctrica desde un conjunto fotovoltaico a una red eléctrica de CA, siendo capaces el método y el inversor de enfrentarse al problema de una alta tensión de circuito abierto del conjunto fotovoltaico a la vez que mantienen al mismo tiempo una baja complejidad tecnológica.

Sumario de la invención

En un aspecto, la presente invención se refiere a un método para conectar un conjunto PV a una red eléctrica de CA por medio de un inversor que incluye un enlace de CC en su lado de entrada. Este método comprende las etapas de: precargar el enlace de entrada de CC del inversor desde la red eléctrica de CA, ajustar una tensión de enlace del enlace de CC hasta un valor predeterminado mediante el inversor conectado a la red eléctrica de CA, siendo el valor predeterminado inferior a una tensión de circuito abierto del conjunto PV, y conectar el conjunto PV al enlace de CC, a la vez que se ejecuta de manera continua la etapa de ajuste. En la etapa de conexión, el conjunto PV, en su tensión de circuito abierto, se conecta directamente al enlace de CC, a la vez que la tensión de enlace se ajusta de manera continua al valor predeterminado.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un aparato para suministrar energía eléctrica desde un conjunto PV a una red eléctrica de CA. Este aparato comprende un inversor, un enlace de CC en el lado de entrada del inversor, una unidad de control de tensión para una tensión de enlace del enlace de CC, al menos un interruptor para conectar el conjunto PV al enlace de CC, al menos un interruptor de red para conectar el inversor a la red eléctrica de CA y un controlador de conexión para conectar el conjunto PV a la red eléctrica de CA por medio del inversor. El controlador de conexión cierra primero el interruptor de red para activar después la unidad de control de tensión para la tensión de enlace para ajustar la tensión de enlace a un valor predeterminado que es menor que una tensión de circuito abierto del conjunto PV, y después cierra el interruptor para conectar el conjunto PV, de manera que el conjunto PV, en su tensión de circuito abierto, se conecta directamente al enlace de CC, a la vez que la unidad de control de tensión ajusta de manera continua la tensión de enlace al valor predeterminado.

Otros rasgos y ventajas de la presente invención serán aparentes para un experto en la materia al examinar los siguientes dibujos y la descripción detallada. Se pretende que todos esos rasgos y ventajas adicionales se incluyan en el presente documento dentro del alcance de la presente invención, tal como se define mediante las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La invención puede entenderse mejor en referencia a los siguientes dibujos. Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, en vez de eso, el énfasis se ha puesto en ilustrar claramente los principios de la presente invención. En los dibujos, los números de referencia iguales designan partes correspondientes a lo largo de las varias vistas.

La **Figura 1** es un diagrama de línea única de un aparato de acuerdo con la invención.
La **Figura 2** es un diagrama de bloque de una realización de un método de acuerdo con la invención; y
La **Figura 3** ilustra una realización del inversor del aparato de acuerdo con la figura 1.

Descripción detallada

En el método para conectar un conjunto fotovoltaico a una red eléctrica de CA por medio de un inversor de acuerdo con la presente invención, se precarga un enlace de CC en el lado de entrada del inversor desde la red eléctrica de CA. La tensión de enlace del enlace de CC se ajusta a un valor predeterminado mediante el inversor conectado a la red eléctrica de CA al menos hacia el final de la etapa de precarga. Después, el conjunto PV se conecta al enlace de

CC, cuya tensión de enlace todavía se ajusta de manera continua al valor predeterminado. Esa conexión se realiza sin haber adaptado previamente o adaptando al mismo tiempo la tensión de circuito abierto del conjunto PV a la tensión de enlace. Las diferencias existentes en las tensiones se solucionan de manera difícil. Sin embargo, esto no tiene impacto negativo alguno ya que las cargas resultantes que fluyen desde el conjunto PV se limitan y ya que se absorben, por un lado, mediante la capacidad de almacenamiento del enlace de CC y, por otro lado, mediante el inversor que ya está activo y suministra la corriente a la red eléctrica de CA. La unidad de control de tensión para la tensión de enlace de inversores existentes disponibles en el mercado demuestra ser suficientemente rápida para cambiar la dirección de flujo de potencia desde la dirección para precargar a la dirección para suministrar después de la conexión del conjunto PV, evitando así un aumento de la tensión de enlace antes de que alcance un nivel crítico. Además, cuando se implementa el nuevo método, la capacidad existente del enlace de CC es suficiente y no necesita aumentarse para evitar un incremento crítico de las tensiones al conectar el conjunto PV.

Esto se aplica incluso si el valor al que se ajusta la tensión de enlace de acuerdo con la invención se establece mucho más por debajo que la tensión de circuito abierto del conjunto PV, es decir, incluso con una tensión de circuito abierto del conjunto PV que está claramente por encima de la tensión de salida del conjunto PV durante el funcionamiento normal y con una tensión de enlace ajustada al valor de esta tensión de salida inferior. Incluso si la tensión máxima de circuito abierto del conjunto PV se aplica directamente, es decir, sin ninguna adaptación previa de tensión entre el conjunto PV y el enlace de CC, al enlace de CC que tiene la tensión de enlace ajustada al valor predeterminado, el nuevo método no tiene como resultado un aumento crítico de la tensión de enlace. De esta manera, no se necesita ningún convertidor CC/CC para adaptación de tensión entre el conjunto PV y el enlace de CC.

Como ya se ha apreciado, en el método de la invención, el valor al que se ajusta la tensión de enlace antes de conectar el conjunto PV se corresponde preferentemente con una tensión de salida normal del conjunto PV en el funcionamiento normal del conjunto PV y, de esta manera, es a menudo más alto que una tensión máxima de la red eléctrica de CA. Sorprendentemente, las unidades de control de tensión que, por ejemplo, se usan para el seguimiento MPP en inversores existentes y disponibles en el mercado pueden ajustar la tensión de enlace, sacando energía eléctrica de la red eléctrica de CA, hasta un valor que está incluso por encima de la tensión máxima de la red eléctrica de CA. Para este fin, las unidades de control de tensión usan los inductores que, por lo general, se proporcionan entre el puente de inversor del inversor y la red eléctrica de CA, como un convertidor elevador. Mediante el ajuste de la tensión de enlace a un valor por encima de la tensión máxima de la red eléctrica de CA, la unidad de control para la tensión de enlace tiene un punto de funcionamiento estable, en el que es posible suministrar energía eléctrica a la red eléctrica de CA y, así, descargar el enlace de CC inmediatamente después de conectar el conjunto PV.

Para limitar un aumento de la tensión de enlace a niveles no críticos incluso con una pequeña capacidad en el enlace de CC e incluso con una unidad de control de tensión de reacción lenta para la tensión de enlace, el conjunto PV puede dividirse en segmentos que se conectan al enlace de CC uno tras otro mientras que la tensión de enlace se ajusta al valor predeterminado. En este sentido, la carga que puede fluir dentro del enlace de CC al conectar el respectivo segmento al enlace de CC y, así, el aumento de la tensión de enlace que es posible, se delimitan adicionalmente.

El nuevo método comprende las dos etapas principales de (i) ajustar la tensión de enlace al valor predeterminado y (ii) conectar el conjunto PV al enlace de CC a la vez que se ajusta la tensión de enlace al valor predeterminado. La primera etapa (i) se subdivide preferentemente en una primera etapa de precarga pasiva para el enlace de CC, siendo esta etapa inmediatamente posterior a la conexión del inversor a la red eléctrica de CA, y una etapa posterior de precarga activa, en la que los interruptores del inversor se cronometran de tal manera que la tensión de enlace se eleva por encima de la tensión máxima de la red eléctrica de CA. En la primera subetapa, es decir, la etapa de precarga pasiva, una corriente de carga que fluye desde la red eléctrica de CA al enlace de CC puede rectificarse mediante diodos de piñón libre de un puente de inversor del inversor para precargar de manera preliminar el enlace de CC. Durante esta etapa de precarga pasiva, todos los interruptores del puente de inversor están abiertos. La corriente de carga que fluye cuando se comienza a precargar el enlace puede llegar a ser muy alta si no se limita de manera sistemática mediante, por ejemplo, una bobina de choque o un resistor. Como norma general, los resistores inherentes y una bobina de choque de red del inversor y/o la impedancia de un filtro EMC en la salida del inversor son inadecuados para este fin. De esta manera, se prefiere que la corriente de carga para precargar de manera preliminar el enlace de CC se conduzca a través de una desviación que se instala en paralelo a un interruptor de red y en la que está dispuesto un dispositivo delimitador de corriente. Adicionalmente o como alternativa, puede proporcionarse un transformador para convertir la tensión de la red eléctrica de CA en dirección ascendente en la desviación para precargar el enlace de CC hasta una tensión de enlace por encima de la tensión máxima de la red eléctrica de CA. Si esta primera etapa de precarga pasiva se ha completado, el inversor se conecta a la red por medio del interruptor de red común y después se interrumpe la desviación. En este momento, la unidad de control de tensión para ajustar la tensión de enlace al valor predeterminado también se activa. La unidad de control de tensión para la tensión de enlace comprende preferentemente el mismo dispositivo y medidas que se usan en inversores conocidos y disponibles en el mercado para seguimiento MPP, con la única excepción de que en la segunda subetapa activa de la primera etapa (i) y durante la segunda etapa (ii) del nuevo método se predetermina un valor fijo para la tensión de enlace.

La segunda etapa (ii) del nuevo método puede subdividirse, según la necesidad, en subetapas de conectar segmentos individuales del conjunto PV. Tan pronto como se conecta todo el conjunto PV, la unidad de control para la tensión de enlace puede asignarse para ajustar la tensión de enlace a un valor variable que se determina mediante seguimiento MPP en lugar de mediante un valor fijo.

En caso de que la tensión de enlace al usar el nuevo método todavía aumente hasta un valor alto no deseado que pondría en peligro la integridad del inversor, el funcionamiento del inversor puede detenerse antes de una tensión crítica o para evitar daños. Después, el conjunto PV se desconecta inmediatamente del inversor. Cuando la tensión de enlace se ha reducido hasta un nivel no crítico mediante dispositivos de descarga implementados normalmente para la capacidad del enlace de CC, puede realizarse una nueva prueba para conectar el conjunto PV a la vez que se ajusta la tensión de enlace al valor predeterminado.

El aparato de acuerdo con la invención comprende un controlador de conexión que primero cierra el interruptor de red para conectar el inversor a la red eléctrica de CA, después activa la unidad de control para la tensión de enlace para ajustar la tensión de enlace a un valor predeterminado, y solo entonces cierra el interruptor para conectar el conjunto PV. Como ya se ha indicado anteriormente, el interruptor de red puede incluir varios interruptores para proporcionar trayectorias de corriente paralelas, por ejemplo, un primer interruptor para conectar primero el inversor a la red eléctrica de CA por medio de un dispositivo delimitador de corriente y un segundo interruptor para, a continuación, conectar directamente el inversor a la red eléctrica de CA, cuando el dispositivo delimitador de corriente, que disipa potencia, ya no se necesita. Además, el interruptor para conectar el conjunto PV puede subdividirse en una pluralidad de interruptores parciales, conectando cada uno únicamente un segmento del conjunto PV al inversor.

En el nuevo aparato, los interruptores del puente de inversor pueden tener una tensión de trabajo aceptable que es menor que la tensión de circuito abierto del conjunto PV y pueden, de esta manera, ser más baratos y disipar menos potencia que interruptores que tienen una tensión de trabajo aceptable más alta.

En dirección corriente arriba del puente de inversor, en particular, entre el interruptor para conectar el conjunto PV al puente de inversor, el inversor del nuevo aparato puede tener solamente el enlace de CC. Eso significa que no es necesario proporcionar un convertidor CC/CC para adaptación de tensión ni corriente arriba ni corriente abajo del interruptor para conectar el conjunto PV al inversor. Preferentemente, tales convertidores CC-CC no aparecen en absoluto en el nuevo aparato para ahorrarse el esfuerzo relacionado y evitar la pérdida de potencia relacionada.

Los detalles preferentes adicionales del nuevo aparato ya se han explicado en contexto con el método de acuerdo con la invención.

Ahora, en referencia más detallada a los dibujos, la **Figura 1** ilustra un aparato 1 que sirve para conectar un conjunto PV 2 a una red eléctrica de CA 4 por medio de un inversor 3. El conjunto PV 2 se divide en segmentos separados 5, que pueden conectarse por separado, cada uno por medio de un interruptor separado 6, a un enlace de CC 7 (no se distingue gráficamente en el presente documento), que es el enlace de entrada del inversor 3. En su salida, el inversor 3 puede conectarse a la red eléctrica de CA 4 por medio de un interruptor de red 8. Se proporciona un filtro EMC 9 entre el interruptor de red 8 y el inversor 3. Se proporciona un interruptor de red auxiliar 10 en paralelo al interruptor de red y al filtro EMC 9. Una bobina de choque 11 que tiene una impedancia mucho más alta que el filtro EMC 9 se conecta en serie al interruptor de red auxiliar 10. El problema subyacente de la presente invención es que el conjunto PV 2 y cada uno de sus segmentos 5 tienen una tensión de circuito abierto más alta de lo que sería compatible con el inversor 3. Sin embargo, la tensión de salida del conjunto PV 2 y sus segmentos 5 en el funcionamiento normal, es decir, la tensión de salida cuando la corriente se suministra a la red eléctrica de CA 4, es inocua para el inversor 3. Para conectar con seguridad el conjunto PV 2 al inversor 3 en estas condiciones, se toman las siguientes etapas tal como se muestran en la **Figura 2**.

Primero, el interruptor de red auxiliar 10 se cierra para conectar el inversor 3 a la red eléctrica de CA 4. Esto tiene como resultado que una corriente de CA fluya desde la red eléctrica de CA al inversor 3. A partir de la **Figura 3**, que muestra la configuración interior del inversor 3, es obvio que esta corriente de CA, que fluye a través de las líneas de salida 12, se rectifica mediante diodos de piñón libre 13 de un puente de inversor 14 del inversor 3, cada uno de los cuales se conecta a uno de los interruptores del puente de inversor 14 de manera antiparalela, en una corriente continua que fluye a través de las líneas de entrada 18. Esta corriente continua carga la capacidad 16 del enlace de CC 7 del inversor 3 hasta la tensión máxima de la red eléctrica de CA. La corriente de carga que fluye en este sentido se limita mediante la bobina de choque 11 de la Figura 1. Esta limitación no es necesaria durante todo el proceso de precarga hasta la tensión máxima de la red eléctrica de CA. Al contrario, durante esta etapa de precarga, el interruptor de red 8 puede estar ya cerrado y el interruptor de red auxiliar 10 puede estar abierto. Después de esta etapa de precargar pasivamente el enlace de CC 7, el inversor 3 se activa, es decir, un controlador (no se representa en el presente documento) cronometra los interruptores 15 del inversor, pero solo después de que se reduzca la diferencia de tensión entre la tensión máxima de la red eléctrica de CA y la tensión de enlace mediante la etapa de precarga pasiva. Los interruptores 15 se cronometran para ajustar la tensión de enlace a través de la capacidad 16 a un valor predeterminado que está por encima de la tensión máxima de la red eléctrica de CA 4. En esta etapa de precarga activa, los interruptores 15 del inversor 3 junto con la inductividad del filtro EMC actúan como

un convertidor elevador. Los interruptores 6 de acuerdo con la Figura 1 se cierran uno tras otro para conectar el conjunto PV 2 al inversor 3 solo cuando se ajusta el valor predeterminado de la tensión de enlace, que está en el orden de una tensión de funcionamiento típica para suministrar energía eléctrica desde el conjunto PV 2 a la red eléctrica de CA 4. Esta etapa de conexión se realiza sin tener en cuenta ninguna diferencia de tensión entre la tensión de circuito abierto del respectivo segmento 5 del conjunto PV 2 y la tensión de enlace que se ajusta continuamente al valor predeterminado. Sin embargo, este procedimiento para conectar el conjunto PV 2 de manera difícil demuestra ser no crítico, ya que las cargas que fluyen desde los respectivos segmentos 5 al enlace 7 se limitan y, debido al tamaño de la capacidad 16, tienen como resultado solamente un aumento comparativamente lento de la tensión de enlace. Este aumento es al menos lo suficientemente lento como para que la unidad de control de tensión del inversor 3 pueda reaccionar lo suficientemente rápido a un aumento inminente de la tensión de enlace y compensarla cronometrando de manera apropiada los interruptores 15, es decir, suministrando corriente a la red eléctrica de CA. De esta manera, no ocurren tensiones excesivas a través del inversor 3 a pesar de conectar el conjunto PV de manera difícil en una tensión de circuito abierto que está muy por encima del valor predeterminado de la tensión de enlace. Si en casos excepcionales la tensión de enlace aún alcanza un valor crítico, el inversor 3 se bloquea abriendo los interruptores 15, y los interruptores 6 de la Figura 1 están abiertos de nuevo. Después, la tensión de enlace a través de la capacidad 16 disminuye mediante un dispositivo de descarga 17, que se representa en la Figura 3 como un resistor de descarga. Después de eso, puede realizarse un nuevo intento de conexión. El inversor 3, que se representa en el presente documento como un inversor de tres fases, también podría ser un inversor de fase única. Tan pronto como todo el conjunto PV se conecta, la unidad de control para la tensión de enlace puede asignarse para ajustar la tensión de enlace a un valor variable que se determina mediante seguimiento MPP en lugar de mediante un valor fijo.

Lista de números de referencia

1 aparato
2 conjunto PV
3 inversor
4 red eléctrica de CA
5 segmento
6 interruptor
7 enlace de CC
8 interruptor de red
9 filtro EMC
10 interruptor de red auxiliar
11 bobina de choque
12 línea de salida
13 diodo de piñón libre
14 puente de inversor
15 interruptor
16 capacidad
17 dispositivo de descarga
18 línea de entrada

REIVINDICACIONES

1. Un método para conectar un conjunto PV (2) a una red eléctrica de CA (4) por medio de un inversor (3) que incluye un enlace de CC (7) en su lado de entrada, comprendiendo el método las etapas de:

- precargar el enlace de entrada de CC (7) del inversor (3) desde la red eléctrica de CA (4),
- ajustar una tensión de enlace del enlace de CC (7) a un valor predeterminado mediante el inversor (3) conectado a la red eléctrica de CA (4), siendo el valor predeterminado menor que una tensión de circuito abierto del conjunto PV (2), y
- conectar el conjunto PV (2) al enlace de CC (7), a la vez que se ejecuta de manera continua la etapa de ajuste;

caracterizado por que, en la etapa de conexión, el conjunto PV (2) en su tensión de circuito abierto se conecta directamente al enlace de CC (7), a la vez que la tensión de enlace se ajusta de manera continua al valor predeterminado.

2. El método de la reivindicación 1, en el que, en la etapa de ajuste, el valor predeterminado al que se ajusta la tensión de enlace es mayor que una tensión máxima de la red eléctrica de CA (4).

3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el conjunto PV (2) se divide en segmentos (5) y en el que, en la etapa de conexión, los segmentos (5) se conectan al enlace de CC (7) uno tras otro.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa de precarga, una corriente de carga que fluye desde la red eléctrica de CA (4) al enlace de CC (7) se rectifica mediante diodos de piñón libre (13) de un puente de inversor (14) del inversor (3).

5. El método de la reivindicación 4, en el que, en la etapa de precarga, una bobina de choque (11) para limitar una corriente de carga se conecta entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3), en el que la bobina de choque (11) se conecta opcionalmente entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3) solo durante una primera parte de la etapa de precarga.

6. El método de la reivindicación 4 o 5, en el que, en la etapa de precarga, un resistor para limitar una corriente de carga se conecta entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3), en el que el resistor se conecta opcionalmente entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3) solo durante una primera parte de la etapa de precarga.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que, en la etapa de precarga, un transformador para transformar una corriente de carga antes de su rectificación se conecta entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3), en el que el transformador se conecta opcionalmente entre la red eléctrica de CA (4) y el inversor (3) solo durante una parte de la etapa de precarga.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, después de completar la etapa de conexión, la tensión de enlace del enlace de CC (7) se ajusta a un valor variable que se determina mediante un seguimiento MPP.

9. Un aparato (1) para suministrar energía eléctrica desde un conjunto PV (2) a una red eléctrica de CA (4), comprendiendo el aparato:

- un inversor (3),
- un enlace de CC (7) en el lado de entrada del inversor (3),
- una unidad de control de la tensión para una tensión de enlace del enlace de CC (7),
- al menos un interruptor (6) para conectar el conjunto PV (2) al enlace de CC (7),
- al menos un interruptor de red (8, 10) para conectar el inversor (3) a la red eléctrica de CA (4), y
- un controlador de conexión para conectar el conjunto PV (2) a la red eléctrica de CA (4) por medio del inversor (3),

en el que el controlador de conexión primero cierra el interruptor de red (8, 10), después activa la unidad de control de tensión para la tensión de enlace para ajustar la tensión de enlace a un valor predeterminado que es menor que una tensión de circuito abierto del conjunto PV (2) y después cierra el interruptor (6) para conectar el conjunto PV (2),

caracterizado por que el controlador de conexión cierra el interruptor (6) de manera que el conjunto PV (2) en su tensión de circuito abierto se conecta directamente al enlace de CC (7), mientras que la unidad de control de tensión ajusta de manera continua la tensión de enlace al valor predeterminado.

10. El aparato (1) de la reivindicación 9, en el que los interruptores (15) del inversor (3) están diseñados para una tensión aceptable más baja que la tensión de circuito abierto del conjunto PV (2).

11. El aparato (1) de las reivindicaciones 9 o 10, en el que varios interruptores (6) y varios terminales de entrada de segmentos PV se proporcionan para conectar el conjunto PV (2) al enlace de CC (7) segmento a segmento.

12. El aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, en el que el inversor (3) comprende un puente de inversor (14) con diodos de piñón libre (13) que rectifican pasivamente una corriente de carga desde la red eléctrica de CA (4) al enlace de CC (7).

13. El aparato (1) de la reivindicación 12, en el que se proporciona una bobina de choque (11) para limitar una corriente de carga que es capaz de incorporarse temporalmente a una trayectoria de corriente entre el inversor (3) y la red eléctrica de CA (4).

14. El aparato (1) de las reivindicaciones 12 o 13, en el que se proporciona un resistor para limitar una corriente de carga que es capaz de incorporarse temporalmente a una trayectoria de corriente entre el inversor (3) y la red eléctrica de CA (4).

15. El aparato (1) de las reivindicaciones 12, 13 o 14, en el que se proporciona un transformador para transformar una corriente de carga que capaz de incorporarse temporalmente a una trayectoria de corriente entre el inversor (3) y la red eléctrica de CA (4).

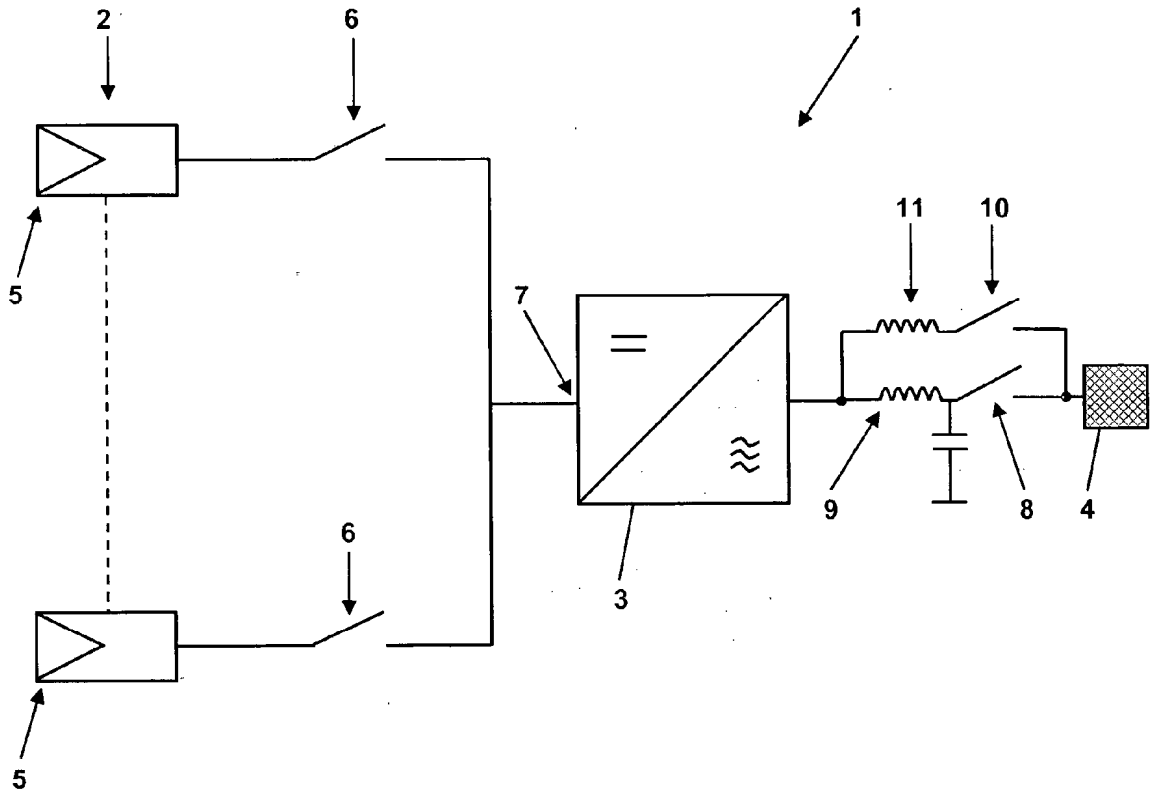
2
6
1
11
10
5
7
=
≈
9
8
4
6
3
5

Fig. 1

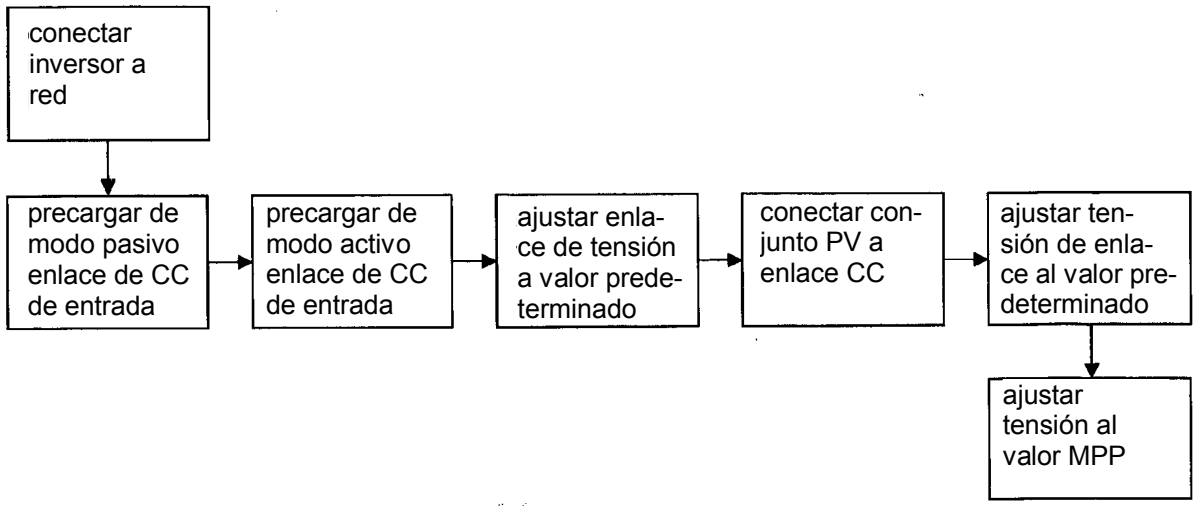
conectar inversor a red
precargar de modo pasivo enlace de CC de entrada
precargar de modo activo enlace de CC de entrada
ajustar enlace de tensión a valor predeterminado
conectar conjunto PV a enlace CC
ajustar tensión de enlace al valor predeterminado
ajustar tensión al valor MPP

Fig. 2

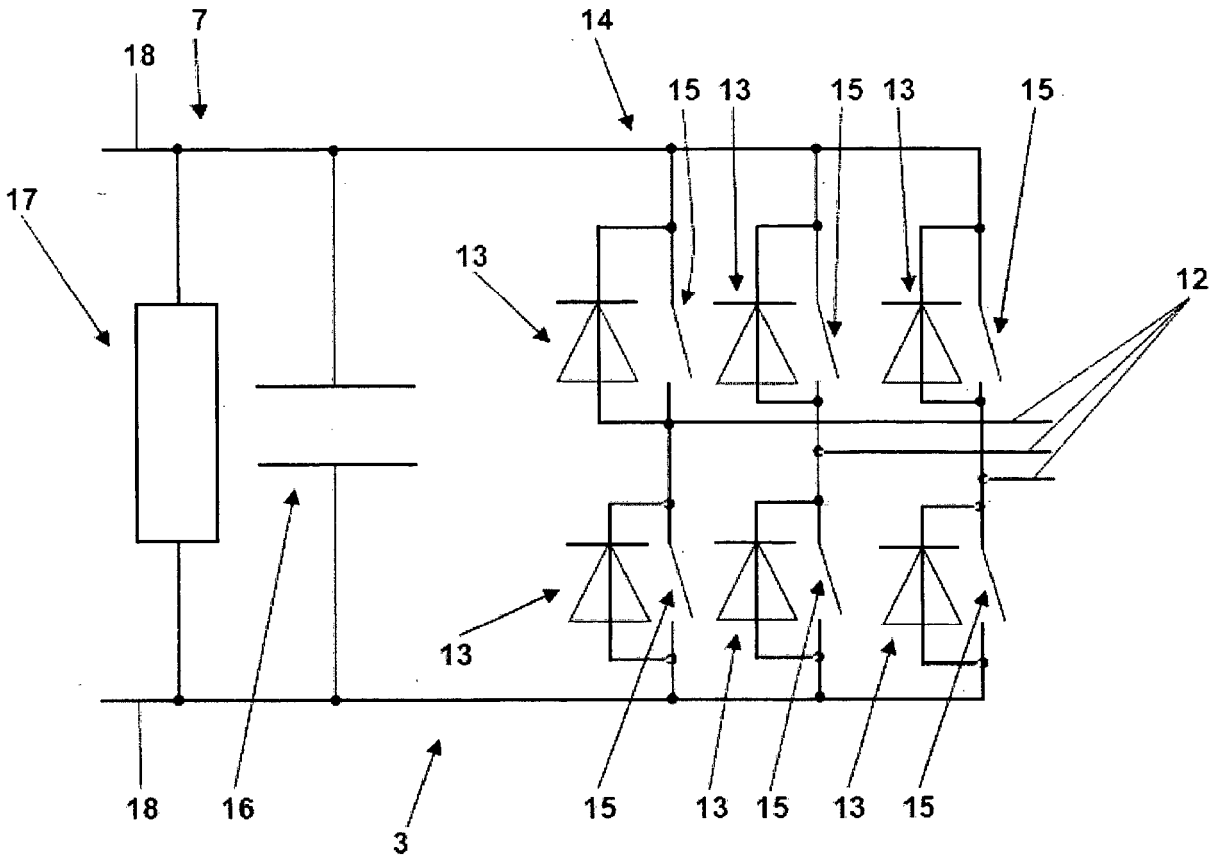

Fig. 3