

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 356**

51 Int. Cl.:

H02M 7/49 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013** **E 13156985 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016** **EP 2773036**

54 Título: **Método de conversión de CC - CA**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.05.2016

73 Titular/es:

OPTISTRING TECHNOLOGIES AB (100.0%)
Tulegatan 20
113 53 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

LINDGREN, ANDERS;
MODEER, TOMAS y
BERGQUIST, GUSTAV

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 570 356 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

Método de conversión de CC - CA

5 Campo de la técnica

La invención que se divulga en el presente documento se refiere a convertidores de CC/CA para paneles fotovoltaicos. Más concretamente, esta se refiere a un método de control de convertidores de CC/CA dispuestos para recibir una tensión y una corriente continua de entrada de un panel fotovoltaico y para entregar una tensión y una corriente alterna de salida.

Antecedentes

Se sabe que los elementos fotovoltaicos (FV), tales como, por ejemplo, paneles solares, convierten energía solar en corriente continua (CC). La energía solar se puede introducir en la red eléctrica de CA por medio de un inversor de cadena, en el que unos paneles conectados en serie están directamente conectados a la entrada del inversor de cadena. Un convertidor elevador de CC/CC se usa en la fase de entrada del inversor de cadena para adaptar la tensión a un nivel deseado para la siguiente fase de convertidor de CC/CA. La fase de convertidor de CC/CA convierte la tensión intermedia en una corriente alterna (CA) la cual se puede introducir en redes eléctricas existentes. Debido a que la potencia de salida de un panel FV, está determinada por una relación no lineal entre la tensión y la corriente, un ensombrecimiento parcial de un panel FV puede dar lugar a una gran reducción en su salida y aumentar en gran medida su resistencia interna. Debido a que los paneles están conectados en serie, una falta de concordancia de potencia entre paneles FV puede conducir a una pérdida de potencia drástica y desproporcionada desde la totalidad de la agrupación solar. Sucesos como el paso de una sombra o diferencias en el rendimiento de panel debido a la contaminación, el envejecimiento diferencial o diferencias durante la fabricación, pueden dificultar que la agrupación como un todo opere en su punto máximo de eficiencia.

Un intento de abordar esta cuestión es conectar un microinversor a cada panel FV. Cada microinversor sintoniza la salida de su panel FV respectivo y emite directamente una CA que se puede alimentar a la red eléctrica existente. Mediante la conexión de las salidas del microinversor en paralelo, la agrupación de paneles FV puede ser menos sensible al ensombrecimiento o fallo de paneles FV individuales. Un inconveniente de este enfoque es, no obstante, el coste relativamente alto de los microinversores. Otra desventaja es la gran relación de conversión de tensión, la cual da como resultado una eficiencia relativamente baja.

Un intento diferente de abordar la misma cuestión es añadir convertidores de CC/CC, así denominados optimizadores de potencia, a cada panel FV. Las salidas de estos convertidores de CC/CC están conectadas en serie y se alimentan a un inversor de cadena. Esto también permite sintonizar la salida de los paneles FV respectivos. Los inconvenientes son similares a los inconvenientes de los microinversores, es decir, una eficiencia reducida y un coste aumentado.

Por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar un método alternativo de introducir energía solar en la red eléctrica de tal modo que se mejore el rendimiento y la eficiencia de conversión, también en potencias de panel con falta de concordancia y en sombra parcial.

Filho F. y col. describe un inversor vinculado a la red eléctrica de CC - CA de múltiples niveles en cascada en el documento "11-Level cascaded H-bridge grid-tied inverter interface with solar panels", *Applied power electronics conference and exposition (APEC)*, 2010, 25ª anual de IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, EE. UU., v21 febrero de 2010, páginas 968 - 972.

50 Sumario

Un objetivo de por lo menos algunas de las realizaciones de la presente invención es superar de forma completa o parcial los inconvenientes anteriores y proporcionar una alternativa mejorada a la técnica anterior.

En general, un objetivo de por lo menos algunas de las realizaciones de la presente invención es proporcionar un método de control de convertidores de CC/CA de una forma tal que se mejora el rendimiento y la eficiencia de conversión, también en potencias de panel con falta de concordancia y en sombra parcial, y posibilitar un sistema modular que tiene flexibilidad y tiempo útil.

Este y otros objetivos de la presente invención se logran por medio de un método que tiene las características que se definen en la reivindicación independiente. Realizaciones preferibles de la invención están caracterizadas por las reivindicaciones dependientes.

Por lo tanto, se proporciona un método de control de una pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada, en el que cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA está dispuesto para recibir una tensión y una corriente continua de entrada de un panel fotovoltaico respectivo y para entregar una salida. El método

comprende recibir una información que representa por lo menos uno de frecuencia, fase, amplitud y armónicos de una CA requerida, y recibir una información acerca de por lo menos uno de tensión y corriente de entrada para cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA. Basándose en la información recibida, cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se controla de forma individual de tal modo que la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida. Por lo menos una unidad ficticia está conectada adicionalmente a la pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada. La unidad ficticia comprende un elemento de almacenamiento de energía y un convertidor de CC/CA. De acuerdo con la presente realización, la unidad ficticia se usa para producir la salida combinada de tal modo que la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida. La expresión "unidad ficticia" se debería entender como una unidad que comprende un convertidor de CC/CA en configuración en cascada y un elemento de almacenamiento de energía, convertidor de CC/CA que no está conectado directamente a un elemento FV. No obstante, la unidad ficticia se puede abastecer indirectamente con energía desde los elementos FV en el sistema a través de la conexión en cascada. El uso de una unidad ficticia posibilita que se instale en el sistema un circuito que comprende un número arbitrario de paneles FV que están conectados a unos convertidores de CC/CA. Por lo tanto, los paneles "ausentes" se pueden compensar mediante una unidad ficticia respectiva lo que posibilita unos circuitos que tienen un número arbitrario de paneles FV, mejorando de ese modo la flexibilidad y la modularidad del convertidor de CC/CA. La presente realización también es ventajosa ya que esta proporciona una posibilidad de desconectar un panel FV de un convertidor de CC/CA respectivo tras la instalación, o en una fase posterior, tal como durante el funcionamiento. Por ejemplo, el panel FV se puede desconectar debido a ensombrecimiento, daño, bajo rendimiento o reconfiguración. Por lo tanto, la presente realización posibilita que una salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA produzca una CA que concuerda con la CA requerida incluso a pesar de que uno o varios de los paneles FV estén fuera de servicio o ausentes.

La presente invención hace uso de la comprensión de que la adición de fases de conversión en el trayecto de la energía da como resultado una eficiencia baja y un coste alto. Además, para maximizar el rendimiento energético del sistema, es necesario un control individual de los paneles FV. Esto requiere un convertidor separado para cada panel FV. En la presente invención solo se usa una fase de conversión. Cada convertidor de panel FV convierte directamente la potencia de entrada en una CA de baja tensión. Cada uno de los convertidores de CC/CA se opera de forma individual en respuesta a la tensión y la corriente continua de entrada de cada uno de los convertidores de CC/CA y la CA requerida. La presente invención es ventajosa ya que esta proporciona la posibilidad de adaptar de forma individual los convertidores de CC/CA al rendimiento real de cada uno de los paneles FV y las características de, por ejemplo, una red eléctrica de CA existente. Al tener solo una fase de conversión, se posibilita una eficiencia de conversión de CC/CA global alta, y se proporciona una CA que tiene, por ejemplo, una tensión, una fase, una frecuencia y unos armónicos que concuerdan con la CA requerida.

Además, la presente invención prevé la supervisión de paneles FV individuales. Por ejemplo, la supervisión de la producción de energía de cada panel puede dar a un operador una indicación temprana en lo que respecta a la necesidad de la limpieza y el mantenimiento de los paneles, dando como resultado una mejor utilización. La supervisión y el control de paneles FV en lugar de cada elemento (o célula) FV de los paneles, prevé de forma ventajosa un sistema convertidor modular y con un coste más bajo. Adicionalmente, mediante el control de los convertidores de CC/CA respectivos basándose en la entrada de panel FV recibida, la tensión y la corriente continua de entrada se pueden convertir de forma eficiente incluso si algunos de los elementos FV están ensombrecidos.

Mediante el uso de convertidores de CC/CA capaces de convertir una tensión y una corriente continua de entrada variables en la salida combinada, se puede eliminar cualquier convertidor elevador, es decir, un convertidor de potencia de CC a CC que aumenta la tensión que es entregada por el panel FV a un nivel deseado, lo que puede aumentar la eficiencia y reducir los costes en relación con, por ejemplo, la fabricación y el mantenimiento.

Se debería observar que la pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada se puede denominar como un inversor de CC/CA que está adaptado para convertir una tensión y una corriente continua de entrada desde una pluralidad, o agrupación, de paneles FV (que comprende por lo menos dos elementos o células FV) en una salida combinada. Además, cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA puede comprender un convertidor de puente en H que tiene, por ejemplo, cuatro transistores de efecto de campo de metal - óxido - semiconductor (MOSFET, *metal oxide semiconductor field effect transistor*) o transistores bipolares de puerta aislada (IGBT, *insulated gate bipolar transistor*), y se puede controlar mediante una circuitería de control que comprende, por ejemplo, un microcontrolador.

De acuerdo con una realización, el método comprende además cargar un elemento de almacenamiento de energía que está eléctricamente conectado a por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA. De forma ventajosa, el elemento de almacenamiento de energía se puede cargar mediante una corriente de salida desde por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA en la configuración en cascada, la red eléctrica, y/o el panel fotovoltaico (FV) que está conectado al convertidor de CC/CA.

De acuerdo con una realización, una tensión y una corriente continua se introducen en el convertidor de CC/CA desde el elemento de almacenamiento de energía en respuesta a que la tensión y la corriente de entrada para un convertidor de CC/CA que se reciben del panel fotovoltaico se encuentren por debajo de un umbral, y/o a que la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA se encuentre por debajo de un umbral. El método comprende además convertir, en el convertidor de CC/CA, la tensión y la corriente continua de entrada recibidas en una salida de tal modo que la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida.

Usar un elemento de almacenamiento de energía, tal como, por ejemplo, un elemento de almacenamiento capacitivo, para introducir una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA puede aumentar la redundancia y la tolerancia a averías de una instalación FV. La presente realización es ventajosa ya que esta posibilita que un convertidor de CC/CA esté activo en la entrega de una salida incluso a pesar de que se reduzca la entrada procedente de su panel FV relacionado, por ejemplo, debido a ensombrecimiento. Ya existen soluciones alternativas a este problema (véase: el documento EP 2200 152). El elemento de almacenamiento de energía permite que los convertidores de CC/CA participen en la producción de la salida combinada por medio de un flujo de potencia reactiva, el cual permite la entrega de la salida también cuando el panel FV está fuera de servicio o incluso desconectado.

En el caso de que la tensión y la corriente continua de entrada desde el panel FV se encuentren por debajo de un umbral, el cual se puede cambiar de forma dinámica, o de que el panel FV esté desconectado, el elemento de almacenamiento de energía se puede cargar de forma ventajosa mediante, por ejemplo, la salida desde por lo menos uno de los otros convertidores de CC/CA en la configuración en cascada, o mediante la red eléctrica. Esto también posibilita un sistema robusto que puede continuar operando si un panel falla.

Mediante la conexión de convertidores de CC/CA controlados con cada uno de los paneles FV, se puede cortar la salida respectiva. Esta capacidad facilita la limpieza y el mantenimiento de los paneles y los hace más seguros.

De acuerdo con una realización, un almacenamiento de energía se usa para cubrir la falta de concordancia entre la energía que es producida por los paneles FV y la energía que se suministra a la red eléctrica. Las etapas de cargar y descargar el elemento de almacenamiento de energía se realizan durante un tiempo más corto que 1 segundo, preferiblemente durante un periodo, es decir, un ciclo, de la CA requerida.

De acuerdo con una realización, cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se controla de forma individual de tal modo que cada uno de los paneles fotovoltaicos respectivos se opera en sus respectivos puntos de trabajo óptimos. La característica de corriente - tensión (I - V) de un panel FV es no lineal. A lo largo de esta curva de I - V, se puede hallar un punto de trabajo óptimo, o punto de potencia de salida máxima, del panel FV para una determinada corriente y un determinado nivel de tensión. Por lo tanto, el panel FV puede entregar una potencia de salida máxima (o por lo menos cercana a la máxima) cuando se aplica una carga apropiada al panel FV. Por ejemplo, esto se puede lograr mediante el uso de seguimiento de punto de potencia máximo (MPPT, *Maximum Power Point Tracking*), en el que el punto de trabajo óptimo de cada panel FV se determina mediante la supervisión de la salida de potencia respectiva a varias tensiones de salida, o mediante otras técnicas fácilmente entendidas por un experto en la materia. Por lo tanto, la presente realización es ventajosa ya que esta posibilita que los paneles FV se operen con una eficiencia mejorada.

De acuerdo con una realización, la información que representa la tensión y la corriente de entrada para cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se recibe de forma repetida durante el funcionamiento. Esto proporciona la posibilidad de ajustar de forma dinámica el funcionamiento de los convertidores de CC/CA durante el funcionamiento, preferiblemente de forma automática, de tal modo que se pueden compensar los cambios en la potencia de entrada causados por, por ejemplo, el ensombrecimiento de los paneles FV. La información se puede recibir en función de un intervalo de tiempo, el cual se puede elegir para que sea tan corto que este es equivalente a recibir la información de una forma continua.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, el método puede comprender además recibir una información acerca de por lo menos uno del número de convertidores de CC/CA en configuración en cascada, el número de convertidores de CC/CA actualmente conectados a un panel fotovoltaico, el número de convertidores de CC/CA actualmente conectados a un panel fotovoltaico no operativo, y el número de unidades ficticias actualmente conectadas en la configuración en cascada.

Por ejemplo, esta información se puede recibir tras la conexión con una red eléctrica existente, lo que posibilita que los convertidores de CC/CA se controlen de forma eficiente de acuerdo con las condiciones imperantes (es decir, por ejemplo, la CA requerida y el rendimiento de los paneles FV) y la configuración de la agrupación de paneles FV y la pluralidad de convertidores de CC/CA (es decir, el número de convertidores de CC/CA, el número de unidades ficticias, y el número de paneles FV no operativos). También se apreciará que la información se puede recibir durante el funcionamiento, por ejemplo en función de un intervalo de tiempo, lo que posibilita de forma ventajosa que los convertidores de CC/CA se controlen en respuesta a cambios, tales como, por ejemplo, paneles FV que fallan.

De acuerdo con una realización, cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA está dispuesto para integrarse en un panel FV respectivo, lo que de forma ventajosa puede facilitar la fabricación y la instalación. Además, se puede eliminar la necesidad de cableado de CC entre los paneles FV y los convertidores de CC/CA. De ese modo, se puede reducir la pérdida de potencia entre los paneles FV y el convertidor de CC/CA, así como el coste para conectores y cableado de CC.

La invención se puede incorporar como instrucciones legibles por ordenador para controlar un ordenador programable de una forma tal que este realiza el método de control que se ha esbozado en lo que antecede. Tales instrucciones se pueden distribuir en la forma de un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador que almacena las instrucciones. En particular, las instrucciones se pueden cargar en una circuitería de control de conmutación o un microcontrolador responsable de controlar los convertidores de CC/CA.

Objetivos, características y ventajas adicionales de la presente invención se volverán evidentes cuando se estudie la siguiente divulgación detallada, los dibujos y las reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la materia observarán que diferentes características de la presente invención se pueden combinar para crear realizaciones que no sean las que se describen en lo sucesivo.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores objetivos, características y ventajas de la presente invención, así como otros adicionales, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de realizaciones preferidas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra el esbozo de un método para controlar una pluralidad de convertidores de CC/CA de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 2 muestra de forma esquemática una pluralidad de convertidores de CC/CA y un panel FV; y
la figura 3 muestra un convertidor de CC/CA de acuerdo con una realización de la presente invención.

La totalidad de las figuras son esquemáticas, no están necesariamente a escala y, en general, solo muestran etapas y partes las cuales son necesarias con el fin de aclarar la invención, en las que otras partes se pueden omitir o meramente sugerirse.

Descripción detallada

Con referencia a la figura 1, se muestra un esbozo esquemático de un método de acuerdo con una realización de la presente invención, en el que se controla una pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada. Cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA está dispuesto para recibir una tensión y una corriente continua de entrada de un panel FV respectivo y para entregar una salida eléctrica.

El método comprende recibir 102 una información acerca de una CA requerida, en el que la información puede representar por lo menos uno de frecuencia, fase, amplitud y armónicos. Por ejemplo, la CA requerida se puede corresponder con una red eléctrica de CA existente en la cual se introduce la CA de salida desde los convertidores de CC/CA, y ser entregada por un amperímetro, dispuesto en un punto de medición de la red eléctrica de CA, a un microcontrolador dispuesto para controlar los convertidores de CC/CA. La información se puede recibir, por ejemplo, de forma repetida durante el funcionamiento con el fin de posibilitar la supervisión de la CA requerida.

El método comprende además recibir 104 una información acerca de la tensión y la corriente continua de entrada para cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA, que representa, por ejemplo, corriente y tensión. Por ejemplo, la información se puede captar mediante un amperímetro dispuesto en un terminal de salida de cada uno de los paneles FV y entregarse al microcontrolador. En un ejemplo, la información se recibe en función de un intervalo de tiempo el cual se elige para que sea tan corto que este es equivalente a recibir la información de una forma continua. De ese modo, se posibilita una supervisión continua del rendimiento de paneles FV individuales.

En la siguiente etapa, cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se controla de forma individual 106 para entregar una salida combinada que produce una CA que concuerda con la CA requerida. El control se basa en la información recibida en torno a la CA requerida y la entrada que se suministra a cada uno de los convertidores de CC/CA mediante, por ejemplo, un panel FV respectivo. Cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se puede controlar, por ejemplo, mediante seguimiento de punto de potencia máximo (MPPT) de tal modo que estos se operan en sus respectivos puntos de trabajo óptimos.

El método también puede comprender una etapa de cargar 108 un elemento de almacenamiento de energía, tal como, por ejemplo, un condensador, que está eléctricamente conectado a por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA. El elemento de almacenamiento de energía se puede cargar usando una salida desde otro de la pluralidad de convertidores de CC/CA, la red eléctrica, la red eléctrica de CA, o desde el panel FV que está conectado al convertidor de CC/CA.

Además, el elemento de almacenamiento de energía puede introducir 110 una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA. Por ejemplo, esto se puede realizar en respuesta a que la entrada generada por el panel FV se encuentre por debajo de un umbral, por ejemplo indicando que la tensión y/o la corriente continua de entrada es demasiado baja para que se convierta en una tensión y una corriente alterna que se pueden combinar para producir una CA que concuerda con la CA requerida. El elemento de almacenamiento de energía también puede introducir una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA si la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA se encuentra por debajo de un valor determinado de forma dinámica.

En la siguiente etapa, el convertidor de CC/CA convierte 112 la tensión y la corriente continua de entrada recibidas desde el elemento de almacenamiento de energía de tal modo que la salida combinada produce una CA que concuerda con la CA requerida.

Las etapas de cargar el elemento de almacenamiento de energía e introducir una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA se pueden realizar durante un intervalo de tiempo más corto que 1 segundo.

El método también comprende una etapa de usar 114 una unidad ficticia para producir una salida combinada que produce una CA que concuerda con la CA requerida. Por ejemplo, el elemento ficticio puede comprender un convertidor de CC/CA el cual está conectado a un elemento de almacenamiento de energía, que se abastece con una potencia de entrada desde un elemento de almacenamiento de energía tal como se describe con referencia a la etapa anterior de cargar 108 un elemento de almacenamiento de energía, pero que no está eléctricamente conectado a un panel FV.

Con referencia a la figura 2, se muestran de forma esquemática cuatro convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24 que están conectados a una agrupación de tres paneles FV 11, 12, 13. Los convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24 están dispuestos para recibir una tensión y una corriente continua de entrada respectivas, y para entregar una salida respectiva. Una CA, que concuerda con la CA requerida, se produce mediante la salida combinada y se introduce en una red eléctrica de CA por medio de un terminal de CA 50. Cada uno de los convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24 está eléctricamente conectado a un almacenamiento de energía 31, 32, 33, 34 que está adaptado para cargarse mediante una salida desde, por ejemplo, otro convertidor de CC/CA o mediante la red eléctrica de CA. El elemento de almacenamiento de energía 31, 32, 33, 34 puede estar activo en la conversión, por ejemplo, mediante el suministro al convertidor de CC/CA 21, 22, 23, 24 de una tensión y una corriente continua de entrada.

De acuerdo con la realización de la figura 2, tres de los convertidores de CC/CA 21, 22, 23 están eléctricamente conectados a un panel FV respectivo 11, 12, 13 el cual está adaptado para entregar una tensión y una corriente continua de entrada durante el funcionamiento. Además, se puede proporcionar un conmutador 41, 42, 43, 44 en la entrada del convertidor de CC/CA 21, 22, 23, 24 con el fin de posibilitar que el panel FV 11, 12, 13, 14 se desconecte del convertidor de CC/CA 21, 22, 23, 24, por ejemplo, en respuesta a que el panel FV 11, 12, 13, 14 entregue una potencia reducida debido a ensombrecimiento. El cuarto panel de CC/CA 24, el cual no está asociado con un panel FV, es una unidad ficticia 24 que convierte una tensión y una corriente de entrada desde un elemento de almacenamiento de energía 34 de acuerdo con el funcionamiento de los otros tres convertidores de CC/CA 21, 22, 23. Se aprecia que los presentes convertidores de CC/CA 21, 22, 23 se pueden usar tanto con paneles FV como sin ellos. Agrupaciones que comprenden un número arbitrario de paneles se pueden realizar a través de la combinación de unidades como 21, 22, 23 y unidades como 24. Además, se aprecia que uno cualquiera de los convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24 puede estar desconectado en cualquier momento, por ejemplo, debido a un panel FV 11, 12, 13 no operativo o dañado, convirtiendo de este modo la funcionalidad del convertidor de CC/CA en la de una unidad ficticia 24.

Por último, la figura 3 muestra una realización a modo de ejemplo de un convertidor de CC/CA 21, más concretamente un diagrama de circuitos de un convertidor de puente en H 21, que comprende cuatro elementos de conmutación Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 en la forma de cuatro transistores de efecto de campo de metal - óxido - semiconductor (MOSFET) Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 . No obstante, se puede usar cualquier otro elemento de conmutación apropiado, tal como transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) o transistores de unión bipolar (BJT, *bipolar junction transistor*).

El drenador D_1 del primer transistor Q_1 y el drenador D_2 del segundo transistor Q_2 están eléctricamente conectados a un polo positivo 15 de la entrada procedente del panel FV (que no se muestra), mientras que las fuentes S_1 y S_2 del primer y el segundo transistores Q_1 y Q_2 respectivos están eléctricamente conectadas a los drenadores D_4 y D_3 del cuarto y el tercer transistores Q_4 , Q_3 , respectivamente. Las fuentes S_3 , S_4 del tercer y el cuarto transistores Q_3 , Q_4 están eléctricamente conectadas a un polo negativo 43 de la entrada procedente del panel FV. La fuente S_1 del primer transistor Q_1 está eléctricamente conectada al drenador D_4 del cuarto transistor Q_4 en un primer terminal de salida 52, mientras que la fuente S_2 del segundo transistor Q_2 está eléctricamente conectada al drenador D_3 del tercer transistor Q_3 en un segundo terminal de salida 54.

Los terminales de puerta G_1 , G_2 , G_3 , G_4 de los cuatro transistores Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 están eléctricamente conectados a una circuitería de control de conmutación 60 que está adaptada para controlar los MOSFET Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 mediante el suministro de una tensión de puerta a sus puertas G_1 , G_2 , G_3 , G_4 respectivas. La circuitería de control de conmutación puede comprender un microcontrolador 60, por ejemplo, montado sobre una placa de circuito impreso

(que no se muestra) junto con el convertidor de puente en H 21. El microcontrolador 60 también se puede conectar a amperímetros y/o voltímetros (que no se muestran) que proveen al microcontrolador de una información acerca de la tensión y/o la corriente continua de entrada desde el panel FV, la salida en el primer y el segundo terminales de CA, y la CA requerida (la entrada representada por flechas).

5 El microcontrolador 60 se puede usar para controlar el convertidor de CC/CA 21 de una forma tal que la salida combinada desde la pluralidad de los convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24 produce una CA que concuerda con la CA requerida. Esto se puede lograr por medio de técnicas de modulación por anchura de pulsos (PWM, *pulse-width modulation*) que están adaptadas para considerar la CA requerida, la tensión, la corriente y la frecuencia de la salida desde cada uno de los convertidores de CC/CA 21, 22, 23, 24, y la posible corriente y tensión de entrada desde sus paneles FV 11, 12, 13 respectivos.

10 Además, el microcontrolador 60 también puede estar adaptado para operar un conmutador 43 dispuesto en la entrada del convertidor de puente en H 21. El conmutador 43 está adaptado para desconectar el convertidor de puente en H 21 del panel FV y, por ejemplo, se puede realizar mediante un quinto MOSFET.

15 El microcontrolador 60 puede comprender un módulo de procesamiento de señales y/o datos para procesar datos recibidos, tales como la información que se recibe de los amperímetros, y/o para el procesamiento adicionalmente de datos refinados, así como una unidad de procesamiento central (CPU, *central processing unit*). Además, el microcontrolador 60 puede comprender una unidad de almacenamiento o memoria para almacenar la información recibida y/o para almacenar otros datos, tales como datos procesados adicionalmente por el microcontrolador. El microcontrolador también puede comprender un soporte lógico de ejecución con capacidad de E/S de periféricos adecuado, por ejemplo, para analizar información de entrada. También se pueden usar otros tipos de soporte físico, por ejemplo, un ordenador personal.

20 Un condensador 31 está conectado en paralelo al convertidor de puente en H 21 y está adaptado para filtrar potencia de entrada para, o actuar como, un elemento de almacenamiento para el convertidor de puente en H 21 durante el funcionamiento, por ejemplo, cuando el puente en H 21 se desconecta del panel FV 11 mediante el conmutador 43. El condensador 31 se puede cargar mediante potencia desde otro de los convertidores de CC/CA 22, 23, 24, por los paneles FV 12, 13 o, por ejemplo, mediante la red eléctrica.

25 Tal como se ha esbozado en lo que antecede, el método ilustrado por la figura 1 se puede incorporar como instrucciones ejecutables por ordenador que se distribuyen y se usan en la forma de un producto de programa informático que incluye un medio legible por ordenador que almacena tales instrucciones. A modo de ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios de almacenamiento informático y medios de comunicación. Como es bien conocido por un experto en la materia, los medios de almacenamiento informático incluyen medios tanto volátiles como no volátiles y tanto extraíbles como no extraíbles implementados en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información tales como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de almacenamiento informático incluyen, pero no se limitan a, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD, *digital versatile disk*) u otro almacenamiento en disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otro dispositivo de almacenamiento magnético. Además, es conocido por el experto que los medios de comunicación por lo general incorporan instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información. A pesar de que la invención se ha ilustrado y descrito con detalle en los dibujos y la descripción anterior, tales ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones divulgadas.

35 40 45 50 55 Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden ser entendidas y efectuadas por los expertos en la materia en la puesta en práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "comprendiendo/que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Ninguno de los símbolos de referencia en las reivindicaciones se debería interpretar como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un método de control de una pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada, estando dispuesto cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA (21, 22, 23) para recibir una tensión y una corriente continua de entrada de un panel fotovoltaico (FV) (11, 12, 13) respectivo, y para entregar una salida, comprendiendo el método:
- 5 recibir (102) una información que representa por lo menos uno de frecuencia, fase, amplitud y armónicos de una CA requerida;
- 10 recibir (104) una información que representa por lo menos una de corriente y tensión de la tensión y la corriente continua de entrada para cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA; y basándose en la información recibida, controlar de forma individual (106) cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA de tal modo que la salida combinada de la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida, **caracterizado por que** una o más unidades ficticia (24) está conectada adicionalmente a la pluralidad de convertidores de CC/CA en configuración en cascada, comprendiendo dichas una o más unidades ficticias un elemento de almacenamiento de energía (34) que está adaptado para cargarse y para emitir una tensión y una corriente continua, y un convertidor de CC/CA, y usar (114) las una o más unidades ficticias para producir una salida de tal modo que la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- cargar un elemento de almacenamiento de energía (31, 32, 33) que está eléctricamente conectado a por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA.
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cargar el elemento de almacenamiento de energía comprende cargar el elemento de almacenamiento de energía usando una corriente de salida desde por lo menos uno de:
- 30 por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA en la configuración en cascada, la red eléctrica, y el panel fotovoltaico que está conectado al convertidor de CC/CA.
- 35 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, que comprende además:
- en respuesta a que por lo menos una de:
- 40 por lo menos una de corriente y tensión de la tensión y la corriente continua de entrada para un convertidor de CC/CA que se reciben del panel fotovoltaico, y la salida combinada desde la pluralidad de convertidores de CC/CA, se encuentre por debajo de un umbral respectivo,
- 45 introducir (110) una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA desde el elemento de almacenamiento de energía, y convertir, en el convertidor de CC/CA, la tensión y la corriente continua de entrada recibidas en una salida de tal modo que la salida combinada de la pluralidad de convertidores de CC/CA produce una CA que concuerda con la CA requerida.
- 50 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 - 4, en el que las etapas de cargar el elemento de almacenamiento de energía e introducir una tensión y una corriente continua en el convertidor de CC/CA desde el elemento de almacenamiento de energía se realizan durante un tiempo inferior a 1 segundo.
- 55 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA comprende un conmutador (41, 42, 43) colocado entre el por lo menos un convertidor de CC/CA y un panel fotovoltaico, y en donde el método comprende además la etapa de alterar el conmutador para desconectar el por lo menos un convertidor de CC/CA del panel fotovoltaico.
- 60 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se controla de forma individual (106) de tal modo que cada uno de los paneles fotovoltaicos respectivos se opera en sus respectivos puntos de trabajo óptimos.
- 65 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la información que representa por lo menos una de corriente y tensión de la tensión y la corriente continua de entrada para cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se recibe de forma repetida durante el funcionamiento.

9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además recibir una información acerca del número de convertidores de CC/CA en configuración en cascada.
- 5 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además recibir una información acerca de por lo menos uno de:
- 10 el número de convertidores de CC/CA actualmente conectados a un panel fotovoltaico,
el número de convertidores de CC/CA actualmente conectados a un panel fotovoltaico no operativo, y
el número de unidades ficticias actualmente conectadas en la configuración en cascada.
11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA de la reivindicación 1, está dispuesto para integrarse en un panel FV respectivo.
- 15 12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA se controla mediante un microcontrolador (60).
13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de la pluralidad de convertidores de CC/CA es un convertidor de puente en H (21).
- 20 14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de almacenamiento de energía es un condensador.
- 25 15. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la CA requerida es una CA de red eléctrica.

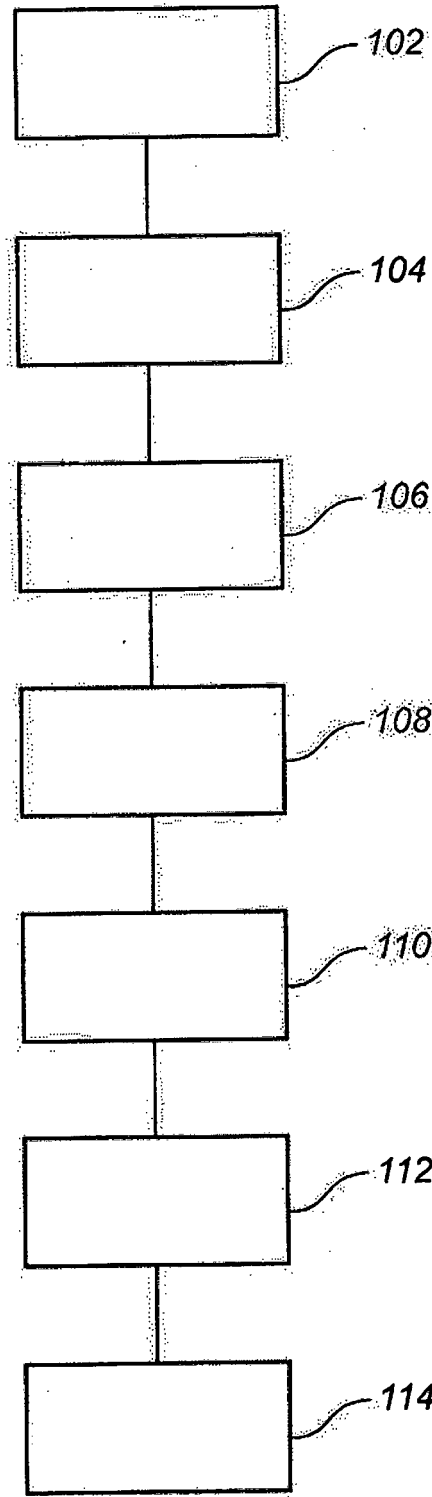


Fig. 1

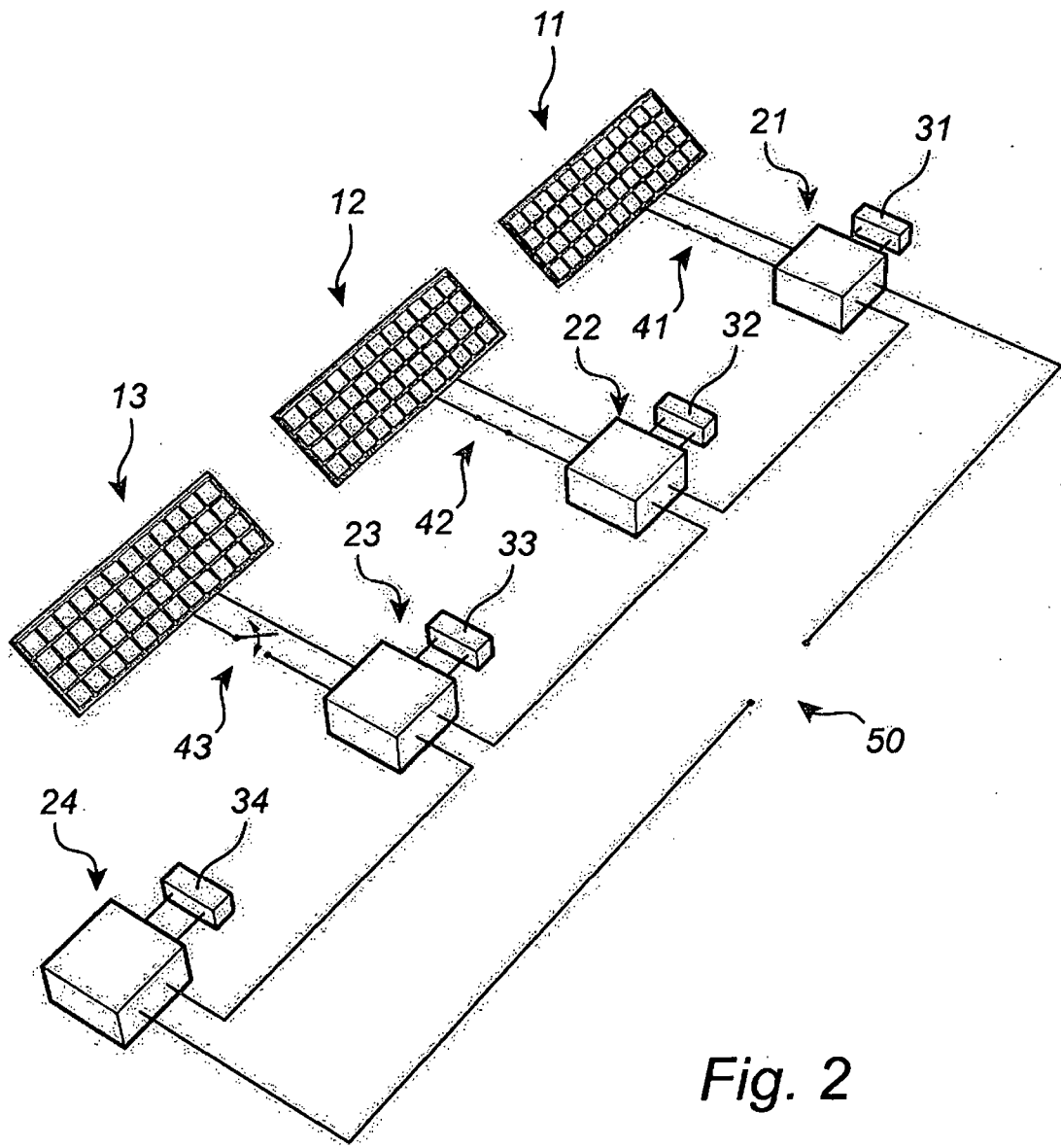


Fig. 2

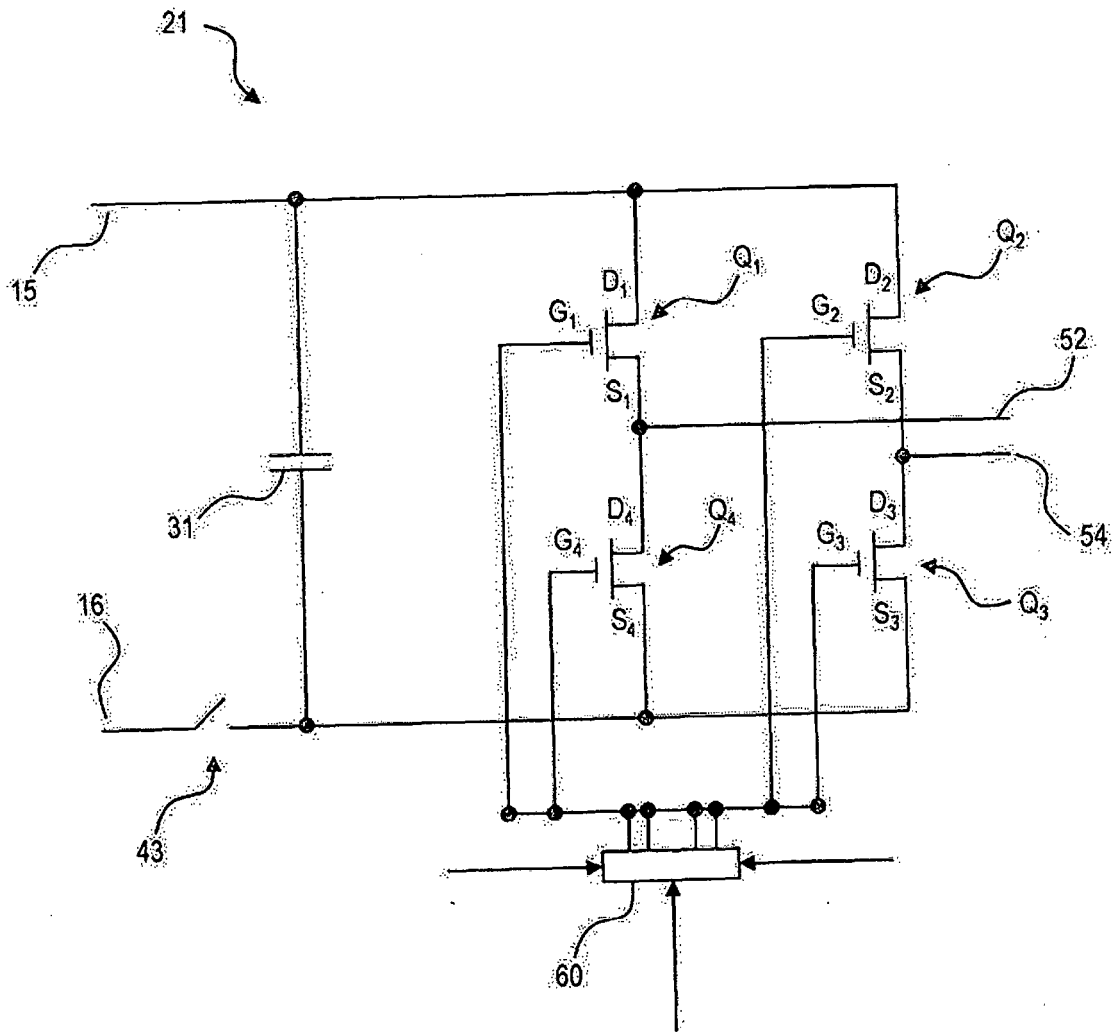


Fig. 3