

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 873**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

G05F 1/67 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2013 E 13169162 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2685582**

54 Título: **Módulo convertidor de potencia, instalación fotovoltaica con módulo convertidor de potencia y procedimiento para operar una instalación fotovoltaica**

30 Prioridad:

13.07.2012 DE 102012212287

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

07.03.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BELSCHNER, WERNER;
POHLEMANN, RENE y
SAUER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 657 873 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

Módulo convertidor de potencia, instalación fotovoltaica con módulo convertidor de potencia y procedimiento para operar una instalación fotovoltaica

5 La presente invención se refiere a un módulo convertidor de potencia, una instalación fotovoltaica con un módulo convertidor de potencia y un procedimiento para operar una instalación fotovoltaica.

Estado de la técnica

10 Las instalaciones de fotovoltaica u otras instalaciones con fuentes de corriente continua, tales como, por ejemplo, pilas de combustible, pilas voltaicas o generadores de corriente continua generalmente disponen de convertidores de potencia, que convierten la tensión continua generada por la fuente de corriente continua, por ejemplo, un módulo fotovoltaico con una o varias células solares, a las relaciones de tensión continua y/o de tensión alterna requeridas.

15 Normalmente, un módulo fotovoltaico o varios módulos fotovoltaicos se acoplan por medio de un convertidor de tensión continua de entrada, por ejemplo, un convertidor elevador o reductor, a un circuito intermedio. Desde el circuito intermedio se puede alimentar entonces la potencia a través de un convertidor de tensión continua adicional a un acumulador de batería. Adicionalmente se puede acoplar un ondulador, que dado el caso está separado voltaicamente, al circuito intermedio, que toma potencia del circuito intermedio para alimentarla a una red de corriente alterna.

20 También es conocido hacer funcionar el convertidor de tensión continua de entrada en el punto de trabajo de la máxima absorción de potencia a partir del módulo fotovoltaico, mediante la implementación de una regulación de punto de potencia máximo (*Maximum Power Point Tracking*) MPPT en una unidad de mando MPP. A este respecto, la unidad de mando MPP controla los elementos semiconductores en el convertidor de tensión continua de entrada de tal manera que la potencia tomada del módulo fotovoltaico es máxima, ya que el punto de trabajo óptimo del módulo fotovoltaico puede variar, por ejemplo, debido a variaciones en la incidencia de la radiación solar o al oscurecimiento de células solares individuales.

25 El documento DE 21 2008 000 035 U1 desvela un ondulador con un convertidor de tensión continua con regulación de potencia en el lado de entrada, un convertidor de tensión continua en el lado de salida y un ondulador en el lado de salida. El documento US 2004/0125618 A1 desvela un sistema de ondulador modular con una pluralidad de convertidores de tensión continua, que alimentan a un circuito intermedio, así como un ondulador que se alimenta desde el circuito intermedio.

30 El documento US 2011/0273130 A1 desvela un dispositivo y un procedimiento para cargar o descargar una batería. La batería se puede cargar por medio de un módulo fotovoltaico y se puede descargar a través de un consumidor de tensión alterna i. Para adaptar el nivel de tensión, el dispositivo dispone de dos convertidores de tensión continua. Un primer convertidor de tensión continua está conectado al módulo fotovoltaico, y un segundo convertidor de tensión continua está conectado con la batería. Adicionalmente, el dispositivo dispone de un ondulador, que convierte la atención continua de la batería en una tensión alterna para el consumidor.

35 En la publicación ZHAN WANG ET AL: "Integrated MPPT and bidirectional battery charger for PV application using one multiphase interleaved three-port dc-dc converter", APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION (APEC), 2011 TWENTYSIXTH ANNUAL IEEE, 6 de Marzo de 2011, ISBN: 978-1-4244-8084-5, se desvela en las páginas 295-301 convertidor de tensión continua trifásico bidireccional. Una tensión continua de una batería, así como una tensión continua de un módulo fotovoltaico, se adaptan por medio del convertidor de tensión continua y posteriormente se conducen a un ondulador.

40 Existe la necesidad de proveer soluciones para convertidores de potencia alimentados por fuentes de corriente continua, en los que se pueda simplificar la topología del convertidor de potencia, aumentar la eficiencia y minimizar la pérdida de potencia.

Exposición de la invención

45 De acuerdo con un aspecto, la presente invención crea un módulo convertidor de potencia con las características de la reivindicación independiente 1.

50 De acuerdo con otro aspecto, la presente invención crea una instalación fotovoltaica con uno o varios módulos fotovoltaicos con por lo menos una célula solar, un módulo convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención, cuya conexión de entrada de tensión continua está acoplada con una conexión de salida del módulo fotovoltaico, así como un módulo de almacenamiento de energía eléctrica que está acoplado con la conexión de salida de tensión continua del módulo convertidor de potencia.

De acuerdo con otro aspecto adicional, la presente invención crea un procedimiento para operar una instalación fotovoltaica, en particular una instalación fotovoltaica con las características de la reivindicación independiente 6.

Ventajas de la invención

Una idea de la presente invención consiste en suprimir el convertidor de tensión continua de entrada del ondulator, que acopla la fuente de corriente continua con el circuito intermedio del ondulator, y conectar la fuente de corriente continua directamente con el circuito intermedio del ondulator. De acuerdo con esto, se puede implementar una regulación del punto de potencia máximo ("maximum power point tracking", MPPT) para un ondulator alimentado desde el circuito intermedio y/o un convertidor de tensión continua alimentado desde el circuito intermedio, con el fin de optimizar la toma de potencia de la fuente de corriente continua.

Una ventaja de la presente invención es que de esta manera el ondulator puede simplificarse sustancialmente. Se suprime la necesidad de proveer un convertidor de tensión continua de entrada, de tal manera que se reducen los costes para la fabricación del convertidor de potencia. Adicionalmente, también se aumenta la eficiencia del ondulator, ya que se eliminan las pérdidas de potencia que normalmente se producen en un convertidor de tensión continua de entrada.

Es particularmente ventajoso que el circuito intermedio se pueda simplificar igualmente por la topología simplificada del ondulator, cuando la MPPT se equipa con una dinámica de regulación correspondiente. De esta manera se pueden emplear condensadores de lámina más simples, más económicos y con una mayor duración como condensadores de circuito intermedio.

Adicionalmente es ventajoso que en el ondulator se puede realizar una topología tanto monofásica como también polifásica, por ejemplo, trifásica, es decir que, según se requiera, el ondulator puede servir tanto como fuente de tensión alterna monofásica como también polifásica.

De acuerdo con una forma de realización de la instalación fotovoltaica conforme a la invención, la instalación fotovoltaica puede comprender por lo menos un consumidor de corriente alterna, que está acoplado con la conexión de salida de tensión alterna del módulo convertidor de potencia. Por ejemplo, el módulo convertidor de potencia también puede alimentar a una red de corriente alterna. Esto permite de manera ventajosa la operación de la instalación fotovoltaica en un modo de funcionamiento de red en paralelo.

De acuerdo con otra forma de realización adicional de la instalación fotovoltaica conforme a la invención, el módulo fotovoltaico puede estar diseñado para alimentar una corriente trifásica al módulo convertidor de potencia. De manera alternativa o adicional a esto, el módulo convertidor de potencia también puede estar diseñado para suministrar una corriente trifásica en la conexión de salida de tensión alterna del módulo convertidor de potencia.

De acuerdo con una forma de realización adicional del procedimiento conforme a la invención, la MPPT puede presentar una regulación de la tensión de entrada del ondulator y una fijación de la absorción de potencia del convertidor de tensión continua en función de la tensión de entrada regulada del ondulator. Por medio de este concepto de regulación modular, la absorción de potencia tanto del ondulator como también del convertidor de tensión continua puede armonizarse de manera flexible y de acuerdo con los requerimientos.

Otras características y ventajas de las formas de realización de la presente invención se derivan de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un sistema con una fuente de corriente continua, una red de corriente alterna, consumidores de corriente alterna y un acumulador de energía eléctrica de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La Fig. 2 muestra una representación esquemática de un módulo convertidor de potencia de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de un módulo convertidor de potencia adicional de acuerdo con otra forma de realización adicional de la presente invención.

La Fig. 4 muestra una representación esquemática de otro módulo convertidor de potencia adicional de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención.

La Fig. 5 muestra una representación esquemática de un procedimiento para operar una instalación fotovoltaica de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención.

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un sistema 100, por ejemplo, una instalación fotovoltaica en funcionamiento de red en paralelo. El sistema 100 presenta una fuente de corriente continua 1, por ejemplo un módulo fotovoltaico con una o varias células solares 2. El número de módulos fotovoltaicos y de células solares 2 en principio no está limitado. Adicionalmente, los módulos fotovoltaicos y/o las células solares pueden estar conectados en paralelo y/o en serie. La fuente de corriente continua 1 alternativamente también puede presentar una célula de

combustible, una célula voltaica o un generador de corriente continua.

La fuente de corriente continua 1 alimenta el módulo convertidor de potencia 10 a través de una conexión de entrada de tensión continua 10a. El módulo convertidor de potencia 10 dispone, además de la conexión de entrada de tensión continua 10a, de una conexión de salida de tensión continua 10c, que está configurada para proveer una tensión continua de salida, así como una conexión de salida de tensión alterna 10b, que está configurada para proveer una tensión alterna de salida. La conexión de salida de tensión continua 10c está acoplada con un módulo de almacenamiento de energía eléctrica 3, por ejemplo, con un acumulador u otro sistema de almacenamiento de energía.

La conexión de salida de tensión alterna 10b del convertidor de potencia 10 está acoplada con un nodo de salida 5a, al que por una parte pueden estar conectados uno o varios consumidores de corriente alterna 5. Por otra parte, en el nodo de salida 5a puede conectarse una red de corriente alterna 8 a través de un relé de separación 6. De esta manera, el sistema 100 puede operarse en un modo de red en paralelo, es decir, el módulo de almacenamiento de energía 3 y los consumidores de corriente alterna 5 pueden alimentarse según sea necesario con potencia proveniente de la fuente de corriente continua 1. La potencia restante puede alimentarse a través del relé de separación 6 a la red de corriente alterna 8. Para esto se pueden emplear contadores de corriente en los sitios correspondientes, por ejemplo un contador de rendimiento 4, que determina el rendimiento total de la fuente de corriente continua 1, y/o un contador de alimentación 7, que detecta la energía alimentada a la red de corriente alterna 8. El sistema 100 puede implementarse, por ejemplo, en un edificio residencial con consumidores domésticos 5 y sobre un módulo fotovoltaico 1 instalado en el techo de un edificio.

En la Fig. 2 se muestra una representación esquemática de un módulo convertidor de potencia en particular un módulo convertidor de potencia 10, que puede emplearse en el sistema 100 mostrado en la Fig. 1. El módulo convertidor de potencia 10 presenta una colección de entrada de tensión continua 10a, que está configurada para recibir una tensión de entrada de una fuente de corriente continua 1, por ejemplo, un módulo fotovoltaico 1. El módulo convertidor de potencia 10 presenta un circuito intermedio 12 con un nodo de circuito intermedio 11 que está acoplado directamente con la conexión de entrada de tensión continua 10a, es decir, el circuito intermedio 12 es alimentado sin conexión intermedia de un elemento convertidor de tensión activo por la fuente de corriente continua 1. Dado el caso, entre el circuito intermedio 12 y la conexión de entrada de tensión continua 10a también se puede acoplar un circuito de protección para la fuente de corriente continua 1, un disyuntor o un filtro para mejorar la tolerancia electromagnética. El circuito intermedio 12 un condensador de circuito intermedio.

El módulo convertidor de potencia 10 presenta además una conexión de salida de tensión continua 10c, que está configurada para suministrar una tensión continua de salida, así como una conexión de salida de tensión alterna 10b, que está configurada para suministrar una tensión alterna de salida. Entre el circuito intermedio 12 y la conexión de entrada de tensión continua 10c, para la toma de una tensión de entrada del circuito intermedio 12 se encuentra acoplado un transformador de tensión continua 14. Entre el circuito intermedio 12 y la conexión de salida de tensión alterna 10b, para la toma de una tensión de entrada del circuito intermedio 12 se encuentra acoplado un ondulator 13. El transformador de tensión continua 14 puede ser, por ejemplo, un transformador de tensión continua voltaicamente separado, por ejemplo, un transformador de flujo de contrafase o un convertidor con oscilador de bloqueo. Alternativamente, el transformador de tensión continua 14 también puede realizarse sin una separación voltaica, por ejemplo, como un transformador sincrónico o un transformador ascendente/descendente o un transformador inverso. El ondulator 13 también puede estar configurado sin una separación voltaica. Por ejemplo, el ondulator 13 puede ser un ondulator monofásico o polifásico de conmutación automática o de conmutación externa.

El módulo convertidor de potencia 10 presenta además un dispositivo regulador 15 que está acoplado con el transformador de tensión continua 14 y el ondulator 13. El dispositivo regulador 15 está diseñado para regular la tensión de entrada del ondulator 13 y del transformador de tensión continua 14 para una toma de potencia máxima de la fuente de corriente continua 1. En particular, el dispositivo regulador 15 puede efectuar una regulación de *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Para esto, el dispositivo regulador 15 regula la atención entrada del ondulator 13 y/o del transformador de tensión continua 14 al valor requerido. Para ello, el dispositivo regulador 15 varía la tensión por un pequeño valor. Si en esto se incrementa el producto de la corriente y la tensión, es decir, la potencia de la fuente de corriente continua 1, entonces se mantiene la nueva tensión, o de lo contrario la atención vuelve a restablecerse en el valor original. Este procedimiento iterativo es efectuado continuamente por el dispositivo regulador 15. Por lo tanto, en particular en el caso de módulos fotovoltaicos con un rendimiento corono lógicamente variable debido a las variaciones en las condiciones de irradiación, siempre se puede asegurar un funcionamiento en el punto de potencia máximo.

En la forma de realización ejemplar de la Fig. 2, el dispositivo regulador 15 presenta un primer regulador MPP 15a que está asignado al ondulator 13 y regula la atención de entrada del ondulator 13. El primer regulador MPP 15a efectúa así una MPPT para el ondulator 13. Dependiendo de la tensión de entrada regulada del ondulator 13, el primer regulador MPP 15a puede controlar el transformador de tensión continua 14 para ajustar la tensión de entrada, con el fin de coordinar entre sí la toma de potencia del ondulator 13 y del transformador de tensión continua 14 de la fuente de corriente continua 1. El primer regulador MPP 15a puede implementarse, por ejemplo, en un microprocesador de un primer componente de potencia 13a que comprende el ondulator 13.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de un módulo convertidor de potencia adicional, en particular un módulo convertidor de potencia 10 adicional, que puede implementarse en el sistema 100 mostrado en la Fig. 1. El módulo convertidor de potencia 10 en la Fig. 3 difiere del módulo convertidor de potencia mostrado en la Fig. 2 principalmente porque el dispositivo regulador 15 en lugar del primer regulador MPP 15a presenta un segundo regulador MPP 15b que se encuentra asignado al transformador de tensión continua 14 y que regula la atención de entrada del transformador de tensión continua 14. A este respecto, de manera similar al primer regulador MPP 15a, el segundo regulador MPP 15b efectúa una MPPT para el transformador de tensión continua 14 y puede implementarse en un segundo componente de potencia 14a que comprende el transformador de tensión continua 14. Dependiendo de la tensión de entrada regulada del transformador de tensión continua 14, el segundo regulador MPP 15b puede controlar el ondulator para ajustar la tensión de entrada, con el fin de coordinar entre sí la toma de potencia del ondulator 13 y del transformador de tensión continua 14 de la fuente de corriente continua 1.

La Fig. 4 muestra una representación esquemática de otro módulo convertidor de potencia adicional, en particular un módulo convertidor de potencia 10 adicional, que puede emplearse en el sistema 100 mostrado en la Fig. 1. En el módulo convertidor de potencia 10 mostrado en la Fig. 4, el dispositivo regulador 15 comprende tanto el primer regulador MPP 15a como también el segundo regulador MPP 15b como sistema de regulación distribuido. Por ejemplo, el primer regulador MPP 15a puede implementar una MPPT en cascada rápida, mientras que el segundo regulador MPP 15b implementa una MPPT en cascada lenta. Dependiendo de la dinámica de regulación de los reguladores MPP 15a y 15b, la regulación MPP puede implementarse tan rápidamente que la capacidad del módulo de almacenamiento de energía eléctrica 3 se puede usar como capacidad tampón. De esta manera se pueden reducir los requerimientos de tensión al circuito intermedio 12, lo que permite una implementación fácil y económica de un condensador de circuito intermedio, por ejemplo, por medio de un condensador de lámina con una larga vida útil.

En la Fig. 5 se muestra una representación esquemática de un procedimiento ejemplar 20 para operar una instalación fotovoltaica, en particular en un modo de funcionamiento de red en paralelo. El procedimiento 20 puede implementarse, por ejemplo, mediante el uso de los módulos convertidores de potencia 10 mostrados de manera ejemplar en las Fig. 2 a 4 en el sistema 100 mostrado en la Fig. 1.

En una primera etapa 21 se efectúa una alimentación directa de una corriente continua desde un módulo fotovoltaico 1 al circuito intermedio 12 de un módulo convertidor de potencia 10, es decir, una alimentación sin transformador de tensión. En una segunda etapa 22 se efectúa una alimentación de la tensión continua del circuito intermedio 12 a un ondulator 13 acoplado al circuito intermedio 12 del módulo convertidor de potencia 10 y a un transformador de tensión continua 14 acoplado al circuito intermedio 12. En una tercera etapa 23 se efectúa una regulación de la tensión de entrada del ondulator 13 y del transformador de tensión continua 14 para una toma de potencia máxima del módulo fotovoltaico 1, en particular mediante una regulación de *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), como se ha explicado con referencia a la Fig. 2.

La MPPT puede efectuarse, por ejemplo, mediante una regulación de la tensión de entrada del ondulator 13 y una fijación de la toma de potencia del transformador de tensión continua 14 en función de la tensión de entrada regulada del ondulator 13. Alternativamente, también se puede efectuar una regulación de la tensión de entrada del transformador de tensión continua 14 y una fijación de la toma de potencia del ondulator 13 en función de la tensión de entrada regulada del transformador de tensión continua 14. Opcionalmente, también se puede efectuar una regulación distribuida, es decir, una regulación correlacionada tanto de la tensión de entrada del transformador de tensión continua 14 como también de la tensión de entrada del ondulator 13, de tal manera que la toma de potencia del módulo fotovoltaico 1 se optimiza.

La dinámica de regulación de la MPPT del transformador de tensión continua 14 puede ser, por ejemplo, mayor que la dinámica de regulación de la MPPT del ondulator 13, por ejemplo, si para regular la tensión de entrada del transformador de tensión continua 14 se usa un regulador MPP en cascada rápida y para la regulación de la tensión de entrada del ondulator 13 se usa un regulador MPP de cascada lenta.

REIVINDICACIONES

1. Módulo convertidor de potencia (10), con:

una conexión de entrada de tensión continua (10a), que está diseñada para recibir una tensión de entrada de una fuente de corriente continua (1);

5 un circuito intermedio (12), que está acoplado a la conexión de entrada de tensión continua (10a);

una conexión de salida de tensión continua (10c), que está diseñada para suministrar una tensión continua de salida;

una conexión de salida de tensión alterna (10b), que está diseñada para suministrar una tensión alterna de salida;

10 un transformador de tensión continua (14), que se encuentra acoplado entre el circuito intermedio (12) y la conexión de salida de tensión continua (10c) para la toma de una tensión de entrada del circuito intermedio (12);

un ondulator (13), que se encuentra acoplado entre el circuito intermedio (12) y la conexión de salida de tensión alterna (10b) para la toma de una tensión de entrada del circuito intermedio (12); y

15 un dispositivo regulador (15), que se encuentra acoplado con el transformador de tensión continua (14) y el ondulator (13), y que está configurado para regular la tensión de entrada del ondulator (13) y del transformador de tensión continua (14) para una toma de potencia máxima de la fuente de corriente continua (1),

caracterizado porque

el circuito intermedio (12) está acoplado directamente a la conexión de entrada de tensión continua (10a);

20 el dispositivo regulador (15) presenta un primer regulador MPP (15a) que está asignado al ondulator (13) y regula la atención de entrada del ondulator (13);

el dispositivo regulador (15) presenta un segundo regulador de punto de potencia máximo MPP (15b) que está asignado al transformador de tensión continua (14) y que regula la tensión de entrada del transformador de tensión continua (14); y

25 la dinámica de regulación del segundo regulador MPP (15b) es mayor que la dinámica de regulación del primer regulador MPP (15a).

2. Instalación fotovoltaica (100), con:

uno o varios módulos fotovoltaicos (1) con por lo menos una célula solar (2);

un módulo convertidor de potencia (10) de acuerdo con la reivindicación 1, cuya conexión de entrada de tensión continua (10a) está acoplada a una conexión de salida de los módulos fotovoltaicos (1); y

30 un módulo de almacenamiento de energía eléctrica (3), que está acoplado a la conexión de salida de tensión continua (10c) del módulo convertidor de potencia (10).

3. Instalación fotovoltaica (100) de acuerdo con la reivindicación 2, adicionalmente con:

por lo menos un consumidor de corriente alterna (5), que está acoplado a la conexión de salida de tensión alterna (10b) del módulo convertidor de potencia (10).

35 4. Instalación fotovoltaica (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 y 3, en la que los módulos fotovoltaicos (1) están diseñados para alimentar una corriente trifásica al módulo convertidor de potencia (10).

5. Instalación fotovoltaica (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 y 3, en la que el módulo convertidor de potencia (10) está diseñado para suministrar una corriente trifásica en la conexión de salida de tensión alterna (10b) del módulo convertidor de potencia (10).

40 6. Procedimiento (20) para operar una instalación fotovoltaica (100), con las siguientes etapas:

alimentar (21) una corriente continua de uno o varios módulos fotovoltaicos (1) al circuito intermedio (12) de un módulo convertidor de potencia (10);

45 alimentar (22) la tensión continua del circuito intermedio (12) del módulo convertidor de potencia (10) a un ondulator (13) del módulo convertidor de potencia (10) que está acoplado al circuito intermedio (12) del módulo convertidor de potencia (10) y a un transformador de tensión continua (14) que está acoplado al circuito intermedio (12); y

regular (23) la tensión de entrada del ondulator (13) y del transformador de tensión continua (14) para una toma de potencia máxima de los módulos fotovoltaicos (1);

caracterizado porque

50 la alimentación (21) de la corriente continua de uno o varios módulos fotovoltaicos (1) al circuito intermedio (12) de un módulo convertidor de potencia (10) se efectúa de manera directa;

la regulación del ondulator (13) y del transformador de tensión continua (14) del módulo convertidor de potencia (10) comprende una regulación de punto de potencia máximo (*Maximum Power Point Tracking*) (MPPT); y la dinámica de regulación de la MPPT del transformador de tensión continua (14) es mayor que la dinámica de

55 regulación de la MPPT del ondulator (13).

7. Procedimiento (20) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la MPPT comprende una regulación de la tensión de entrada del ondulator (13) y una fijación de la toma de potencia del transformador de tensión continua (14) en función de la tensión de entrada regulada del ondulator (13).

Fig. 1

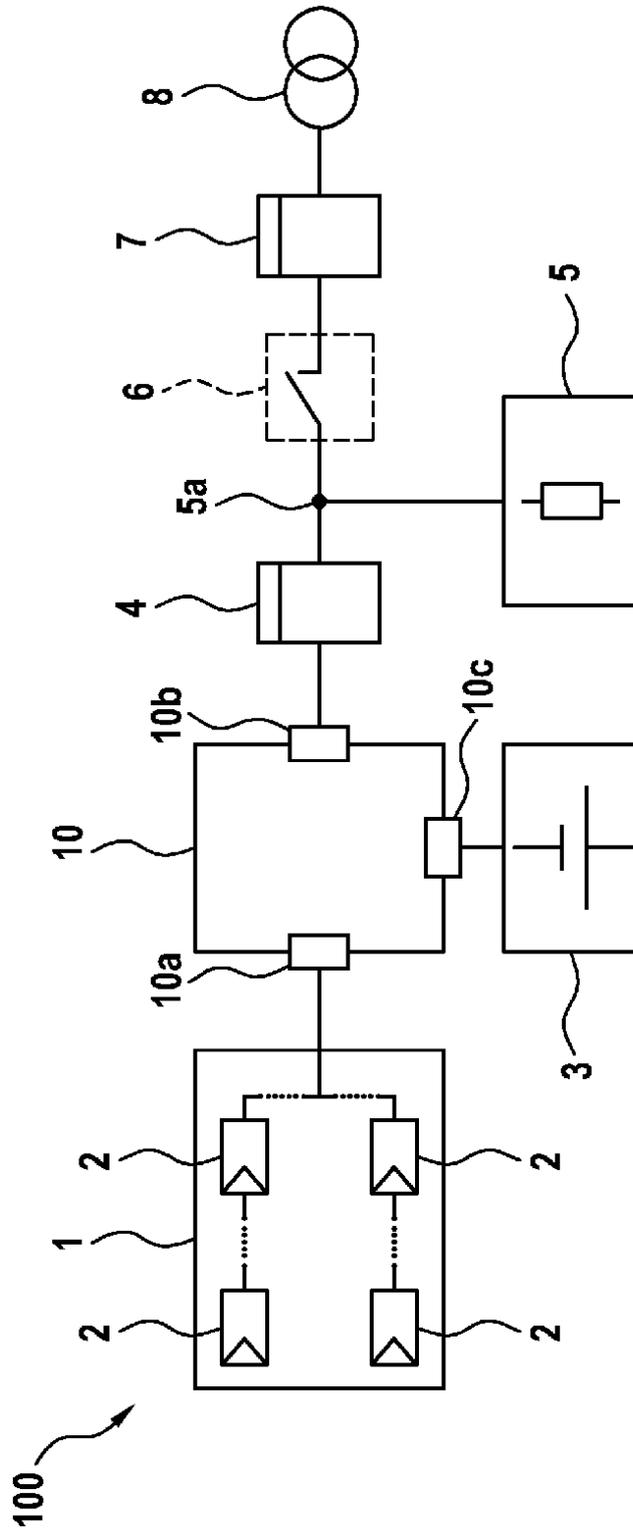


Fig. 2

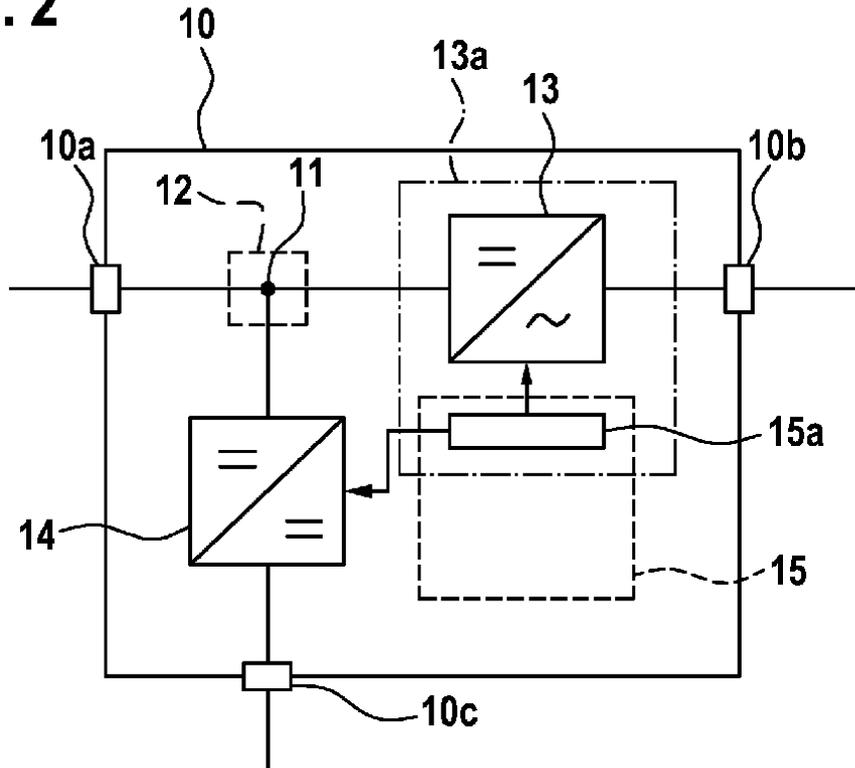


Fig. 3

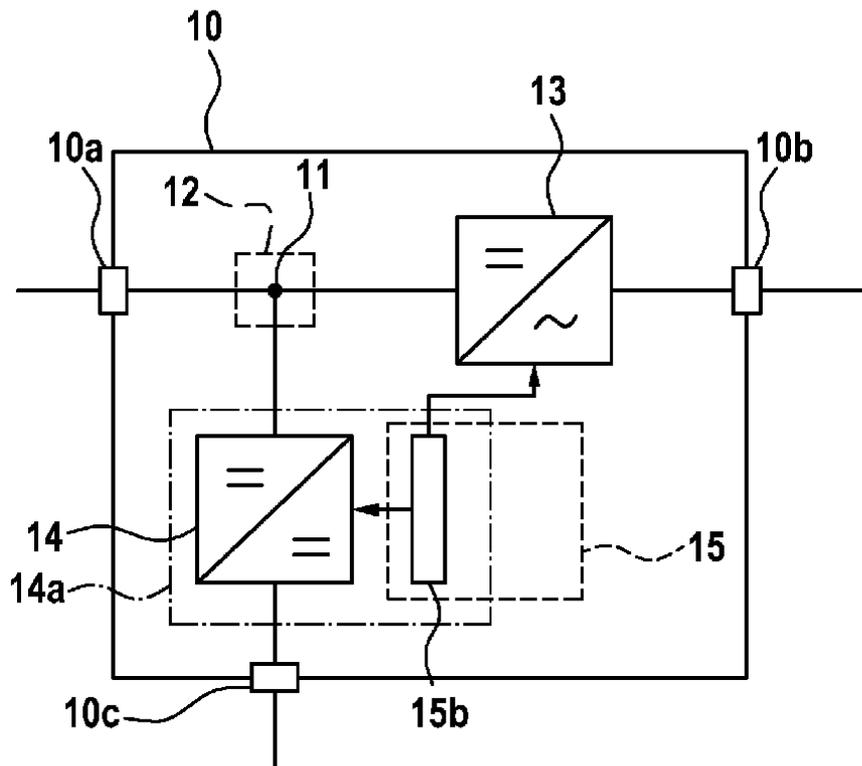


Fig. 4

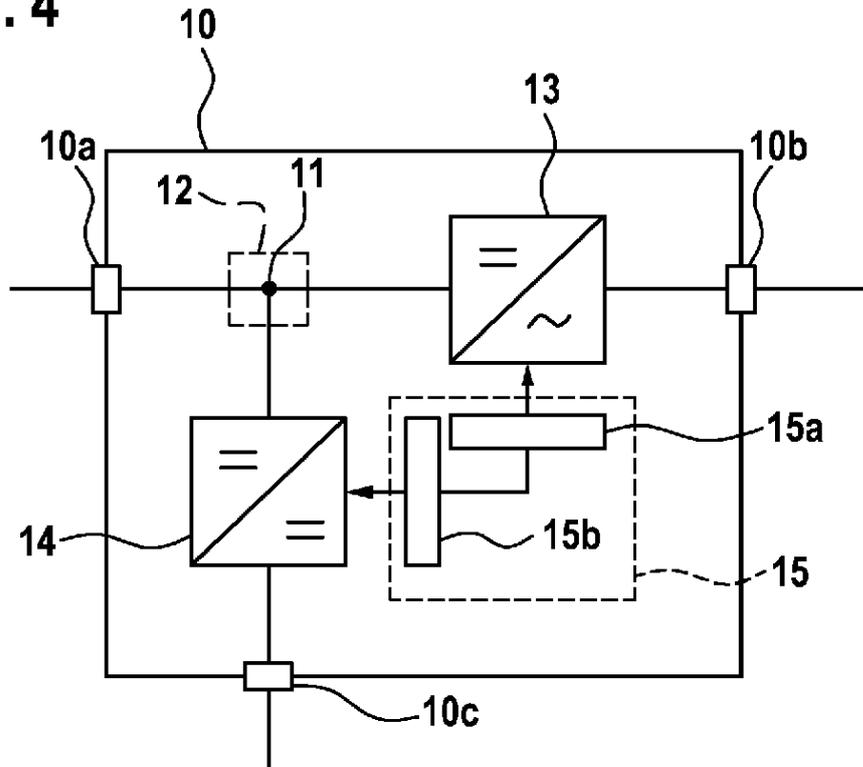


Fig. 5

