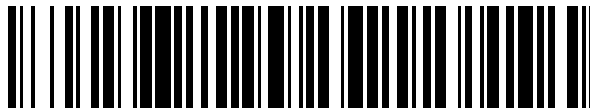


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 426**

51 Int. Cl.:
H02J 1/10 (2006.01)
H02M 7/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09167379 .8**
96 Fecha de presentación: **06.08.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2284973**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2011**

54 Título: **Sensor de corriente de retorno para módulos solares conectados en paralelo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.07.2012

73 Titular/es:
SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE

72 Inventor/es:
Hackenberg, Gerd

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 384 426 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

Sensor de corriente de retorno para módulos solares conectados en paralelo

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

5 La invención se refiere a un dispositivo para inyectar en una red de corriente energía eléctrica procedente de una pluralidad de cadenas que comprenden cada una varios módulos fotovoltaicos conectados en serie, con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1, así como a una planta fotovoltaica dotada de un dispositivo de este tipo. El dispositivo proporciona las unidades que se requieren, además de las cadenas y de su cableado, para inyectar en una red de corriente la energía eléctrica procedente de las cadenas. Esta clase de dispositivos distintos a las cadenas y su cableado, suelen ser suministrados para una planta fotovoltaica frecuentemente por otras empresas especializadas.

10 El concepto técnico de cadena se basa en el hecho de que generalmente se conectan en serie varios módulos fotovoltaicos para aumentar la tensión de salida de un generador fotovoltaico con respecto a la tensión elemental de un módulo fotovoltaico. En la presente descripción se emplea el concepto de cadena de hecho principalmente para una conexión pura en serie de módulos fotovoltaicos. Pero salvo donde esto no esté excluido explícitamente, una cadena también puede contener una conexión en paralelo de módulos fotovoltaicos, si bien dentro del marco de la presente invención esto no se prefiere.

15 La red de corriente en la cual se inyecta mediante un dispositivo conforme a la invención o en la que se inyecta corriente procedente de una planta fotovoltaica conforme a la invención es generalmente una red de corriente alterna monofásica o trifásica. Pero también se puede tratar de una red de corriente alterna pública.

ESTADO DE LA TÉCNICA

20 En una planta fotovoltaica usual se conectan en paralelo una pluralidad de cadenas de módulos fotovoltaicos para alcanzar la potencia eléctrica deseada con una tensión limitada. Al hacerlo, es preciso proteger las distintas cadenas contra la aparición de corrientes de retorno, es decir de corrientes que presenten un sentido del flujo inverso en comparación con las corrientes generadas durante el funcionamiento reglamentario de los módulos fotovoltaicos de la cadena respectiva. En principio solo puede aparecer una corriente de retorno si es diferente la tensión en bornas abiertas o tensión de vacío de las cadenas conectadas en paralelo. Normalmente esto se evita en el caso de cadenas de igual longitud, es decir compuestas por un número igual de módulos solares, lo cual representa el caso normal. Incluso al desconectar los módulos solares de una cadena individual no aparece una corriente de retorno apreciable a través de esta cadena ya que la desconexión no tiene influencia apreciable sobre la tensión en bornas.

25 La aparición de corrientes de retorno presupone más bien la presencia de un fallo, por ejemplo como consecuencia de un cortocircuito de uno o varios módulos solares de una cadena, debido al cual cae la tensión en bornas abiertas de las cadenas conectadas en paralelo con aquella. Debido a la estructura interna de diodos de los módulos solares, una corriente de retorno solamente puede fluir a través de la cadena defectuosa, que según la intensidad de corriente da lugar a un intenso calentamiento e incluso a la destrucción de los módulos solares de esta cadena. El cortocircuito del módulo fotovoltaico puede estar provocado por el cortocircuito de una o varias células del módulo fotovoltaico o por una doble derivación a tierra de un módulo fotovoltaico o de su cableado. Si bien estos fallos son muy improbables, es decir que en la práctica ocurren muy raras veces, sin embargo es preciso tomar medidas ya que entrañan un alto potencial de daños y riesgos, puesto que pueden quedar dañados todos los módulos fotovoltaicos de la cadena afectada, y debido al calentamiento local pueden aparecer además daños secundarios.

30 Se trata por lo tanto de la exigencia de evitar la aparición de corrientes de retorno a través de algunas cadenas individuales conectadas en paralelo en una planta fotovoltaica.

35 Para evitar las corrientes de retorno se conoce en el producto Sunny String Monitor (<http://download.sma.de/smaprosa/dateien/7356/SSM-UDE091221.pdf>), Catálogo de Productos: Sunny Family 2009/2010 pág. 82) de proteger las distintas cadenas dentro del marco de su conexión en paralelo mediante fusibles de cadena que separen una cadena defectuosa de las restantes cadenas conectadas en paralelo. En el caso de dispararse un fusible de cadena a causa de un fallo en la cadena correspondiente se emite una advertencia que identifique la cadena defectuosa. Esta clase de fusibles de cadena van siendo cada vez más complejos y correspondientemente más caros, dada la tendencia hacia unas tensiones de salida de las distintas cadenas cada vez mayores, que actualmente alcanzan valores superiores a 1000 voltios. El empleo de protecciones fusibles usuales entraña además una pérdida de potencia permanente. Esta también aparece si en lugar de fusibles se prevén diodos que bloqueen la corriente de retorno para las distintas cadenas. Para la vigilancia permanente de las distintas cadenas en cuanto a fallos menores o mermas de potencia que sean indicio de un fallo lento o que se está aproximando, el producto Sunny String Monitor presenta sendos sensores de corriente para varias cadenas. Este sensor de corriente capta la magnitud de la corriente generada por la cadena respectiva. Para la vigilancia de los fallos de las cadenas conectadas en paralelo se evalúan de forma colectiva las corrientes que durante el funcionamiento fluyen de todas las cadenas, es decir que se evalúan las magnitudes relativas de las corrientes que fluyen de las distintas cadenas.

50 El producto Sunny String Monitor está previsto para ser utilizado junto con un ondulator para inyectar la energía eléctrica de las cadenas en una red de corriente alterna, donde un sistema de control controla un puente rectificador

de tal modo que la tensión del sistema presente entre las conducciones de uso a las cuales están conectadas las cadenas en una conexión en paralelo se ajusta con vistas a obtener la máxima potencia eléctrica de las cadenas. Esta forma de proceder se conoce como seguimiento MPP (Maximum Power Point), en el que se ajusta la potencia eléctrica máxima de las cadenas generalmente dentro de un campo de tensiones de sistema básicamente posibles, la llamada ventana MPP.

Por el documento WO 2007/048421 A2 se conoce una planta fotovoltaica que presenta las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1, y un dispositivo que puede emplearse para su establecimiento, que presenta las características del preámbulo de la reivindicación independiente 2. Aquí está previsto adicionalmente que en una línea de conexión de cada una de las cadenas figure un conmutador mecánico que se abre en el caso de un fallo en el que aparezca una corriente de retorno, para separar la cadena respectiva de las conducciones de bus. Para proteger este conmutador mecánico contra daños debidos a un trayecto de chispas que se forme entre sus contactos, está previsto un conmutador semiconductor entre las conducciones de bus para cortocircuitar estas de modo pasajero al abrir y también en el caso de un eventual cierre del conmutador.

OBJETIVO DE LA INVENCIÓN

La invención se basa en el objetivo de presentar un dispositivo con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1 así como una planta fotovoltaica equipada con un dispositivo de esta clase, que con un gasto mínimo de aparatos esté en condiciones de dominar los riesgos que surgen al aparecer corrientes de retorno a través de cadenas individuales.

SOLUCIÓN

El objetivo de la invención se resuelve por medio de un dispositivo para inyectar en una red de corriente energía eléctrica procedente de una pluralidad de cadenas, que presente las características de la reivindicación independiente 1 y mediante una planta fotovoltaica equipada con un dispositivo de esta clase y con las características de la reivindicación 2. Unas formas de realización preferentes del nuevo dispositivo y de la nueva planta fotovoltaica se definen en las reivindicaciones dependientes.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCIÓN

De acuerdo con la invención está previsto para cada cadena un sensor de corriente que capta por lo menos si fluye una corriente de retorno y que comunica al sistema de control la existencia de una corriente de retorno. En este caso una corriente de retorno significa una corriente significativa que presenta, en comparación con las corrientes generadas durante el funcionamiento reglamentario de los módulos fotovoltaicos de la cadena respectiva, un sentido de flujo inverso, que se debe a un fallo en la cadena respectiva. Como reacción ante el mensaje que comunica la existencia de una corriente de retorno, el sistema de control reduce la tensión del sistema que está presente entre las conducciones de bus con el fin de parar la corriente de retorno. La tensión presente entre las conducciones de bus es la tensión que provoca la corriente de retorno. Si esta se reduce, se puede alcanzar una tensión o incluso bajar de una tensión que la cadena defectuosa presenta todavía como tensión en bornas, o al menos se la puede bloquear. De este modo se impide que siga fluyendo la corriente de retorno sin que para ello sea preciso que exista un fusible o cualquier otro elemento de conmutación para la cadena afectada. Después de reducir la tensión entre las conducciones de bus, las demás cadenas siguen suministrando energía eléctrica que es inyectada en la red de corriente por el ondulador mientras que la tensión reducida entre las conducciones de bus sea todavía suficiente para efectuar la inyección de energía eléctrica en la red de corriente. Especialmente cuando el sistema de control tenga que reducir la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus solo ligeramente por debajo del punto MPP actual para detener la corriente de retorno, las pérdidas de energía eléctrica que ya no se inyectan en la red de corriente se limitan esencialmente a la contribución de la cadena defectuosa, que tampoco se podría seguir inyectando en el caso de efectuar una desconexión de la cadena mediante elementos de conmutación, como alternativa a la presente invención. A esto hay que añadir una ligera pérdida que aparece debido a una adaptación defectuosa de la tensión óptima del sistema (abandono del MPP).

Si el sistema de control ha de seguir reduciendo más por debajo del MPP la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus, dentro de la ventana MPP actual, porque de otro modo no se puede detener la corriente de retorno, entonces la potencia eléctrica inyectada en la red de corriente se reduce notablemente por debajo de la potencia máxima potencialmente inyectable por las cadenas que siguen en funcionamiento. Ahora bien, las pérdidas de potencia que esto supone son en muchos casos muy pequeñas, en particular no tienen importancia debido a la poca frecuencia de aparición de corrientes de retorno en la práctica y del reducido gasto para la realización de la nueva planta fotovoltaica o del nuevo dispositivo, ya que en esta se puede renunciar a todo fusible o todo elemento de conmutación para las distintas cadenas, y porque a diferencia de un fusible, de cualquier otro elemento de conmutación y a un diodo que bloquee la corriente de retorno, un sensor de corriente no entraña unas pérdidas de potencia constantes significativas.

Si para parar la corriente de retorno el sistema de control tuviera que reducir la tensión del sistema presente entre las conducciones del bus por debajo de un valor del que no se debe bajar para efectuar la inyección en la red, entonces se reduce a cero la tensión del sistema y se deja de inyectar energía en la red. Para ello el sistema de

control puede poner en cortocircuito la tensión del sistema presente entre las conducciones del bus. En el caso de un ondulator convencional con un puente de rectificadores que comprenda un conmutador cíclico empleado como ondulator para inyectar en una red de corriente alterna, esto puede efectuarse de modo que primeramente se separe el ondulator de la red de corriente alterna abriendo para ello contactores que sirven para conectar la planta fotovoltaica a la red de corriente alterna, y se descarga un condensador tampón a través de una resistencia de descarga, y porque las conducciones del bus se unen directamente entre sí cerrando para ello el conmutador del puente de rectificadores. Si bien esta forma de cortocircuitar las conducciones del bus da lugar al resultado de que ya no se inyecta energía eléctrica de la planta fotovoltaica a la red de corriente. Pero también las pérdidas que esto entraña son solo escasas a la vista de la poca frecuencia que aparezcan y del considerable ahorro de aparatos en la preparación de la nueva planta fotovoltaica o del nuevo dispositivo y su elevado grado de rendimiento durante el régimen de funcionamiento normal.

Los sensores de corriente están previstos situados preferentemente en varias unidades de conexión dispuestas de forma descentralizada, y mediante ellos se conectan en paralelo varias cadenas a una pareja de conducciones de conexión, antes de que estas conducciones de conexión se conduzcan a una unidad central que comprenda el ondulator, en la cual estén previstas conexiones a las conducciones de bus para las unidades de conexión descentralizadas.

Dado que el sistema de control del ondulator se encuentra en la unidad central, mientras que los sensores de corriente están previstos en las unidades de conexión, es preciso establecer unos trayectos de comunicación entre las unidades de conexión y la unidad central. Para ello se puede tratar de líneas de comunicación o también de trayectos de radio o de otros trayectos de transmisión inalámbrica de señales, mediante las cuales se ahorra el tendido adicional de líneas de comunicación. También es más sencillo efectuar un equipamiento posterior de plantas fotovoltaicas existentes en el sentido de la invención si los sensores de corriente situados en las unidades de conexión comunican la existencia una corriente de retorno por vía inalámbrica al sistema de control del ondulator en la unidad central.

Los sensores de corriente que se emplean conforme a la invención pueden ser de estructura muy sencilla, si solamente están previstos para comunicar la aparición de una corriente de retorno que rebase un valor límite predeterminado. En este caso, la señal del sensor de corriente de retorno comprende en un caso mínimo únicamente la existencia de la corriente de retorno, y el sistema de control del convertidor ni siquiera tiene que reconocer en qué cadena aparece la corriente de retorno, si bien está información adicional es útil para corregir la avería original. Un sensor de corriente de esta clase que solamente tiene que determinar la presencia de una corriente de retorno que rebase un determinado valor límite, se puede realizar de forma muy sencilla, por ejemplo por medio de un contacto que se cierre como consecuencia de un campo magnético provocado por la corriente de retorno. Básicamente el sensor de corriente de retorno empleado conforme a la invención tiene la ventaja de que durante el funcionamiento normal de la cadena no da lugar a ninguna potencia de pérdidas que reduzca el grado de rendimiento de la planta fotovoltaica. En esto se diferencia esencialmente la instalación de fusibles o diodos para las distintas cadenas.

En la nueva planta fotovoltaica y en el nuevo dispositivo, los sensores de corriente pueden medir adicionalmente la magnitud de las corrientes que fluyen desde las cadenas en sentido directo, comunicándolo a una instalación de vigilancia para las cadenas. Esto puede corresponderse con la supervisión de fallos de las cadenas, de por sí conocida.

Dicho de otra manera, los sensores de corriente de un sistema de vigilancia de fallo de las cadenas que midan la magnitud y el sentido de las corrientes que fluyen procedentes de las cadenas y que transmitan estos valores al sistema de control del ondulator, se pueden aprovechar para realizar la planta fotovoltaica o dispositivo conforme a la invención. Puede ser entonces suficiente modificar el sistema de control del ondulator mediante la incorporación de un software de control modificado.

Tal como ya se ha indicado, se prefiere en la nueva planta fotovoltaica y en el nuevo dispositivo que las conexiones para las distintas cadenas no presenten diodos ni/o protecciones de sobreintensidad, sino que las cadenas que presentan cada una solo módulos fotovoltaicos conectados en serie tampoco están protegidas ellas mismas con esta clase de diodos o protecciones contra la sobreintensidad. Más bien se ahorra de modo selectivo en la presente invención el gasto incurrido para ello, tanto en lo que se refiere a los aparatos como también con respecto a las pérdidas permanentes de potencia. Las unidades de conexión de la nueva planta fotovoltaica y del nuevo dispositivo se pueden formar por lo tanto, no solo por los sensores de corriente, sino esencialmente por barras colectoras de corriente que también pueden asumir las funciones de diseño de las unidades de conexión.

Unos perfeccionamientos ventajosos de la invención se deducen de las reivindicaciones, de la descripción y de los dibujos. Las ventajas de características y de combinaciones de varias características que se citan en la introducción a la descripción lo son únicamente a título de ejemplo y pueden actuar de modo alternativo o acumulativo sin que sea necesario que las ventajas se consigan forzosamente por las formas de realización conformes a la invención. Otras características se pueden deducir de los dibujos, especialmente de las geometrías representadas y de las dimensiones relativas de varios componentes entre sí, así como de su disposición relativa y su conexión activa. También es posible efectuar la combinación de características de distintas formas de realización de la invención o de

características de diferentes reivindicaciones, difiriendo de las conclusiones de las reivindicaciones, y se sugiere por la presente realizarlo. Esto se refiere también a esas características que estén representadas en dibujos independientes o que se citen en el curso de su descripción. Estas características se pueden combinar también con características de diferentes reivindicaciones. Del mismo modo las características citadas en las reivindicaciones pueden omitirse para otras formas de realización de la invención.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La invención se explica y describe con mayor detalle a continuación sirviéndose de un ejemplo de realización y haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La fig. 1 muestra esquemáticamente la disposición de la nueva planta fotovoltaica y

10 La fig. 2 muestra esquemáticamente la disposición del ondulador central de la planta fotovoltaica según la fig. 1.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La fig. 1 muestra esquemáticamente una planta fotovoltaica 1 para inyectar energía eléctrica en una red de corriente 2, en este caso es una red de corriente alterna 3. Para ello se genera la energía eléctrica por una pluralidad de módulos fotovoltaicos 4, que van conectados respectivamente en serie formando cadenas 5. Las cadenas 5 están conectadas en paralelo por grupos por medio de unas unidades de conexión descentralizadas 6, antes de ir conectadas en una unidad central 7 en paralelo entre sí a unas conducciones de bus 8 y 9. En cada cadena 5 está prevista para ello en las unidades de conexión 6 un sensor de corriente 10, que avisa a un sistema de control 11 situado en la unidad central 7 si aparece una corriente de retorno a través de la respectiva cadena 5, es decir una corriente que fluye en sentido contrario a la dirección en la que fluye normalmente una corriente generada por los módulos fotovoltaicos 4. Para transmitir las señales de los sensores de corriente 10 al sistema de control 11 está previsto aquí en cada unidad de conexión 6 un transmisor 22 que se comunica por vía inalámbrica con el sistema de control 11. Para ello el sensor 22 no solamente puede enviar una señal cuando aparece la corriente de retorno sino que también puede comunicar cual de las cadenas 5 está afectada por ello. Además de esto, puede comunicar las corrientes que fluyen en todas las cadenas 5, de modo que mediante la supervisión del colectivo de estas corrientes resulta posible vigilar el fallo de una cadena. Si aparece una corriente de retorno importante, es decir que rebase un valor límite, es indicio de un fallo en la cadena correspondiente 5. No solamente significa una pérdida de potencia, porque esta corriente de retorno generada por las demás cadenas no se inyecta en la red de corriente 2, sino que supone principalmente un potencial de riesgo, especialmente para la cadena 5 afectada. Por este motivo, el sistema de control 11 situado en la unidad central 7 interviene en el funcionamiento de un convertidor 12 con el cual se inyecta la energía eléctrica de las cadenas 5 en la red de corriente. El convertidor 12 está indicado en este caso como ondulador trifásico 13 que está conectado a la red de corriente 2 a través de unos contactores 14. Por el lado de entrada están conectadas las líneas de conexión 15 de las unidades de conexión 6 a las líneas de bus 8 y 9, a través de las cuales fluye la corriente generada de forma fotovoltaica al ondulador 13 a través de un interruptor de potencia 16 que conmuta todos los polos. Las corrientes de retorno comunicadas modifican el funcionamiento del sistema de control 11 que sin la aparición de la corriente de retorno está diseñado para ajustar la tensión de entrada del convertidor 12 aplicada entre las conducciones de bus 8 y 9 de tal modo que se genere una potencia eléctrica máxima por los módulos solares 4. Para detener una corriente de retorno que pueda aparecer el sistema de control 11 reduce la tensión del sistema que está presente entre las conducciones de bus 8 y 9, que también está aplicada a través de la cadena individual 5. La reducción prosigue hasta que la tensión aplicada a través de la corriente de retorno de la cadena afectada ya no sea suficiente para provocar la corriente de retorno. Esto puede significar en un caso individual que la tensión entre las conducciones de bus 8 y 9 se reduzca hasta cero. Mientras esto no suceda o mientras la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus 8 y 9 sea todavía suficiente para que el convertidor 12 pueda inyectar energía eléctrica en la red de corriente 2, las cadenas que no presentes defecto siguen inyectando energía eléctrica en la red de corriente 2.

La fig. 2 muestra esquemáticamente una disposición del ondulador 13 y de los contactores 14 situados a su salida. El ondulador 13 comprende un puente de onduladores 17 con seis conmutadores 18 que son accionados cíclicamente por el sistema de control 11 según la fig. 1 para inyectar normalmente una corriente alterna trifásica en la red de corriente conectada a la entrada del ondulador 13 está previsto un condensador tampón 19 entre las conducciones de bus 8 y 9. El ondulador 13 puede comprender además unos circuitos intermedios que aquí no están representados. Cuando la tensión del sistema presente en las conducciones de bus 8 y 9 se haya tenido que reducir hasta cero para detener una corriente de retorno a través de una de las cadenas 5 según la fig. 1, entonces el sistema de control 11 según la fig. 1 desconecta la planta fotovoltaica de la red de corriente, abriendo para ello los contactores 14. Entonces, al cerrar un conmutador 20, se descarga el condensador tampón 19 a través de una resistencia de descarga 21. A continuación se cierran todos los conmutadores 18 para poner en cortocircuito las conducciones de bus 8 y 9. Los conmutadores 18 que generalmente están presentes en un ondulador 13 son perfectamente adecuados para soportar un cortocircuito de esta clase, ya que en cualquier caso han de estar diseñados para la tensión de vacío de las cadenas conectadas a las conducciones de bus 8 y 9 y para las corrientes máximas que puedan fluir.

LISTA DE REFERENCIAS

- 1 Planta fotovoltaica
- 2 Red de corriente
- 3 Red de corriente alterna
- 5 4 Módulo solar
- 5 Cadena
- 6 Unidad de conexión
- 7 Unidad central
- 8 Conducción de bus
- 10 9 Conducción de bus
- 10 Sensor de corriente
- 11 Sistema de control
- 12 Convertidor
- 13 Ondulador
- 15 14 Contactador
- 15 Línea de conexión
- 16 Interruptor de potencia
- 17 Puente de onduladores
- 18 Conmutador
- 20 19 Condensador tampón
- 20 Conmutador
- 21 Resistencia de descarga
- 22 Transmisor

25

30

35

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para inyectar en una red de corriente (2) energía eléctrica procedente de una pluralidad de cadenas (5) que comprenden cada una varios módulos fotovoltaicos (4) conectados en serie, con unas conducciones de bus (8, 9) con conexiones para cada cadena para conectar las cadenas (5) en paralelo entre sí a las conducciones de bus (8, 9), con un sensor de corriente (10) para cada cadena (5) que capta por lo menos si fluye una corriente de retorno hacia la cadena (5) y con un convertidor (12) que comprende un sistema de control (11), y que inyecta la energía eléctrica procedente de las conducciones de bus (8, 9) en la red de corriente (2), donde mediante el sistema de control (11) se puede ajustar la tensión del sistema del convertidor (12) que cae entre las conducciones de bus (8, 9), **caracterizado porque** cada sensor de corriente (10) le comunica al sistema de control (11) del convertidor (12) si fluye una corriente de retorno a la cadena (5) que está conectada, y donde el sistema de control (11) del convertidor (12) reduce la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus (8, 9) para detener la corriente de retorno, donde después de reducir la tensión del sistema entre las conducciones de bus (8, 9), las restantes cadenas (5) siguen suministrando energía eléctrica que es inyectada por el convertidor (12) en la red de corriente (2) mientras la tensión reducida del sistema entre las conducciones de bus (8, 9) sea suficiente para efectuar una inyección de energía eléctrica en la red de corriente (2).
2. Planta fotovoltaica (1) con un dispositivo según la reivindicación 1 y con una pluralidad de cadenas (5) que comprenden cada una varios módulos fotovoltaicos (4) conectados exclusivamente en serie, y que están conectadas en paralelo entre sí a las conexiones del dispositivo.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el sistema de control (11) reduce la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus (8, 9), dentro de una ventana MPP actual.
4. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el sistema de control (11) reduce hasta cero la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus (8, 9), en la medida en que no se pueda detener de otro modo la corriente de retorno.
5. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el sistema de control (11) pone en cortocircuito la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus (8, 9), si no se puede detener de otro modo la corriente de retorno.
- 6] Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el sistema de control (11) separa al convertidor (12) de la red de corriente (2), descarga un condensador tampón (19) situado a la entrada del convertidor (12) y pone en cortocircuito la tensión del sistema presente entre las conducciones de bus (8, 9) por medio de los conmutadores (18) de un puente ondulador (17) del convertidor (12).
7. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sensores de corriente (10) están previstos en varias unidades de conexión (6) que se han de disponer descentralizadas.
8. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en una unidad central (7) que incluye el convertidor (12) están previstas conexiones para líneas de conexión (15) a las conducciones de bus (8, 9) desde las unidades de conexión (6) que se han de situar de modo descentralizado.
9. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sensores de corriente (10) comunican al sistema de control (11) la corriente de retorno por medio de unas líneas de comunicación o por vía inalámbrica.
10. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sensores de corriente (10) comunican la corriente de retorno cuando esta rebasa un valor límite predeterminado.
11. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sensores de corriente (10) miden la magnitud de la corriente que fluye desde la cadena (5) y la transmiten a una instalación de supervisión.
12. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los sensores de corriente (10) miden las corrientes que fluyen desde las cadenas (5), en cuanto a magnitud y sentido.
13. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** no estar previstos diodos para las distintas cadenas (5).
14. Dispositivo o planta fotovoltaica (1) según la reivindicación 13, **caracterizado porque** no están previstos fusibles de protección contra la sobretensión para las distintas cadenas (5).

15. Utilización de un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores 1 y 3 a 14 para inyectar en una red de corriente (2) energía eléctrica, procedente de una pluralidad de cadenas (5) que comprenden cada una varios módulos fotovoltaicos (4) conectados en serie.

5

10

15

20

25

30

35

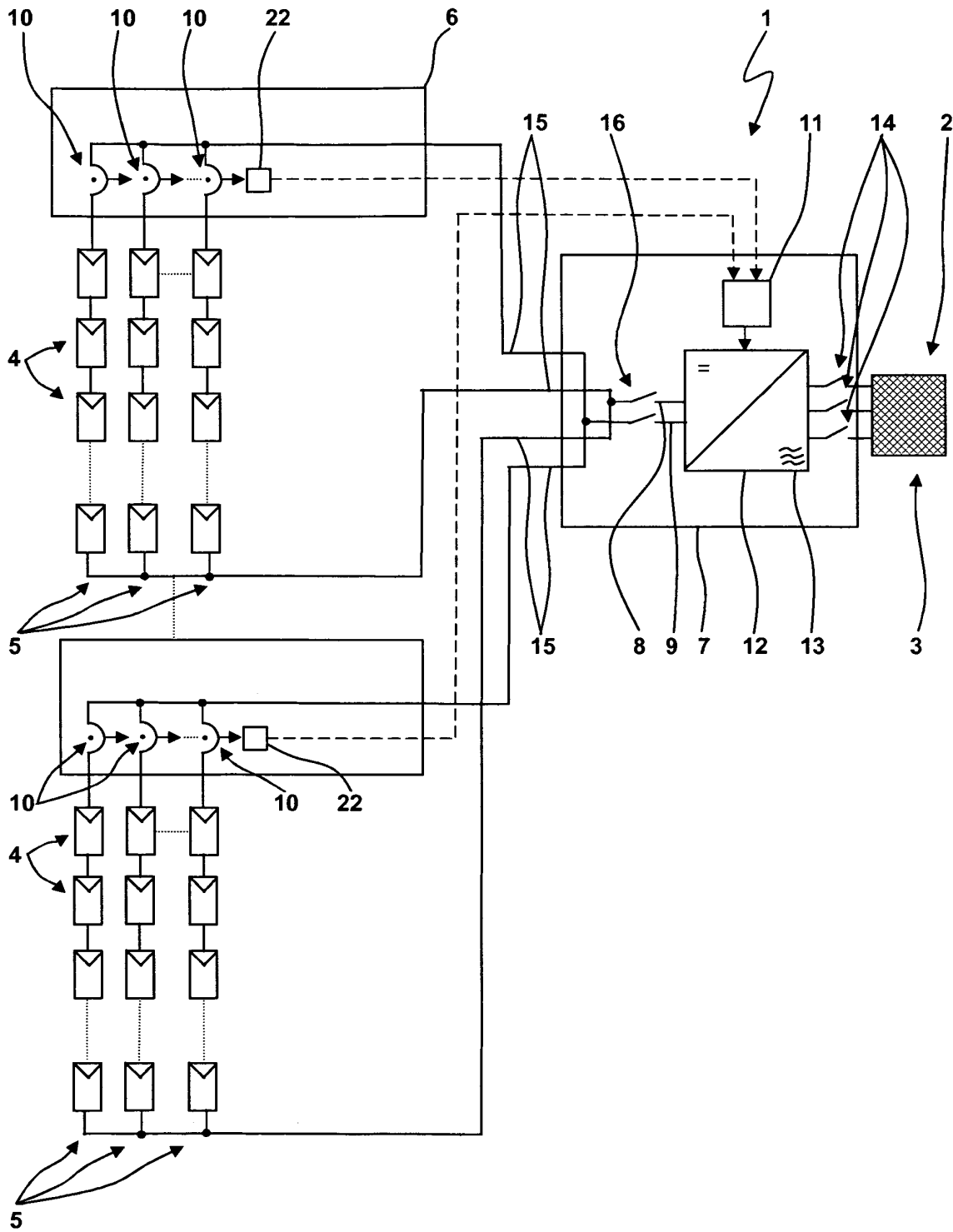


Fig. 1

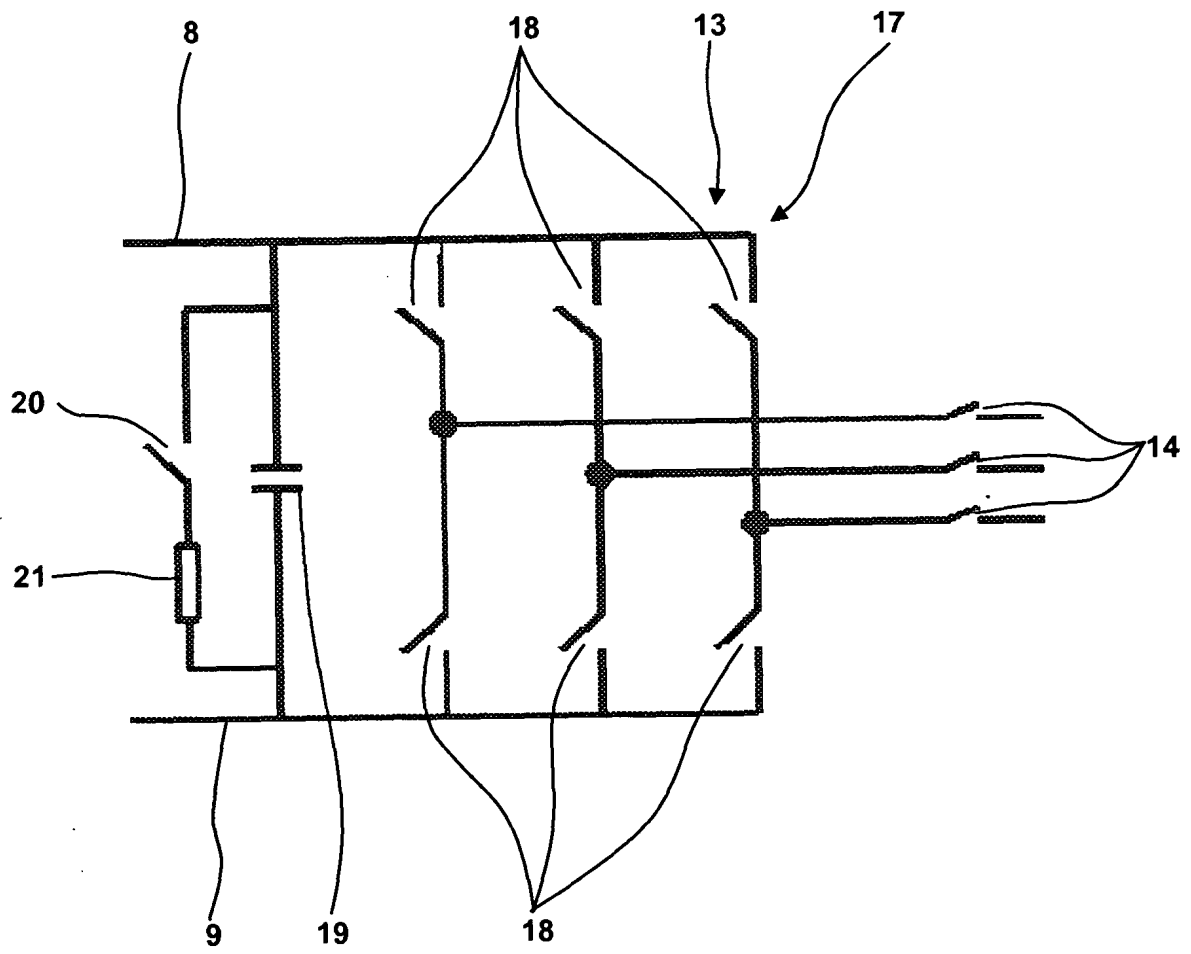


Fig. 2