

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 789**

51 Int. Cl.:

H02H 3/17 (2006.01)

H02H 9/02 (2006.01)

H02H 3/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2014 PCT/EP2014/065252**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2014 E 14739192 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 3022814**

54 Título: **Procedimiento y disposición de circuito con medios para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica con varios sensores de corriente diferencia**

30 Prioridad:
18.07.2013 DE 102013107689

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2017

73 Titular/es:
**SMA SOLAR TECHNOLOGY AG (100.0%)
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE**

72 Inventor/es:
**BIENIEK, SEBASTIAN y
HOPF, MARKUS**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 623 789 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

Procedimiento y disposición de circuito con medios para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica con varios sensores de corriente diferencia

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica con los pasos del preámbulo de la reivindicación 1 independiente. Asimismo, la invención se refiere a una disposición de circuito para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica con las características del preámbulo de la reivindicación 5 independiente. Además, la invención se refiere a un inversor fotovoltaico con las características del preámbulo de la reivindicación 9 independiente. La disposición de circuito y también el inversor fotovoltaico están
10 previstos especialmente para la realización del procedimiento según la invención. El inversor fotovoltaico puede ser en este caso parte de la disposición de circuito. La instalación fotovoltaica, aparte de comprender el circuito y el inversor fotovoltaico, comprende al menos un generador fotovoltaico.

Estado de la técnica

15 Se conocen por el documento EP 2 372 857 A1 un procedimiento con los pasos del preámbulo de la reivindicación 1 independiente, una disposición de circuito con las características del preámbulo de la reivindicación 5 independiente y un inversor fotovoltaico con las características del preámbulo de la reivindicación 9 independiente. Este documento se ocupa de la determinación de la porción de corriente de defecto de una corriente diferencia que se detecta como suma de corriente a través de líneas que conducen la corriente de un generador de corriente alterna. A este fin, se genera una señal eléctrica por una corriente de referencia que provoca tensiones hacia tierra en el generador de corriente alterna a través de condensadores. Se multiplica la señal eléctrica por un factor de escalado y, como medida de una porción de corriente de fuga capacitiva, se resta la señal eléctrica escalada de esta manera con respecto a la corriente diferencia. Se reajusta entonces continuamente el factor de escalado de tal manera que se minimice el valor efectivo de la corriente diferencia después de la resta de la señal eléctrica escalada. La resta de la señal eléctrica escalada respecto de la corriente diferencia puede efectuarse con el transformador de corriente suma que capta la corriente diferencia. El valor efectivo de la corriente diferencia minimizado por resta de la señal eléctrica escalada consiste en el valor efectivo de la corriente de defecto, es decir que la corriente diferencia aún detectada por el transformador de corriente suma es la porción de corriente de defecto pura que puede ser vigilada así de manera selectiva.

20 Además, se conocen, por ejemplo, por el documento DE 10 2011 051 954 A1 unos dispositivos para transformar una tensión eléctrica continua aplicada por el lado de entrada, procedente de un generador fotovoltaico, en una tensión alterna del lado de salida. Se conocen también, por ejemplo por el documento EP 1 291 997 A2 unos sistemas para la generación de energía fotovoltaica con un interruptor de protección contra corriente de defecto.

25 Frecuentemente, es necesario que, además de una RCMU (Residual Current Monitoring Unit – unidad de vigilancia de corriente residual) requerida según la norma de producto EN 62109 como sensor de corriente diferencia dentro de un aparato eléctrico, tal como, por ejemplo, un inversor fotovoltaico, se utilicen uno o varios RCD (Residual Current Protection Devices – dispositivos de protección contra corriente residual) externos como sensores de corriente diferencia adicionales. Estos equipos de protección contra corriente de defecto vigilan una corriente diferencia en cuanto al mantenimiento de valores umbral, pero normalmente no realizan una medición cuantitativa de la misma. Aun cuando la compensación de la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia conocida por el documento EP 2 372 857 A1 se realiza dentro de un inversor fotovoltaico, no se impiden así disparos erróneos de los RCD externos por altas porciones de corriente de fuga de las corrientes diferencia vigiladas por ellos.

30 Se conoce por “ABB Technische Information, Fehlerstromschutzschaltung, unerwünschte Auslösungen von Fehlerstromschutzschaltern”, version 2010 5/C, ABB Schweiz AG, el recurso de emplear un interruptor trifásico de protección contra corriente de defecto para vigilar una carga con gran capacidad de fuga conectada entre un conductor neutro y un conductor polar. En este caso, un condensador de compensación en el lado del transformador de corrientes suma vuelto hacia la carga está conectado entre el terminal del conductor polar y un terminal de otra vía de corriente generalmente no utilizada a través del transformador de corriente suma. El terminal del lado de entrada de esta vía de corriente se une fuera del transformador de corriente suma con el terminal del lado de salida para el conductor neutro. En esta disposición de circuito, aparte de una corriente diferencia resultante de una corriente de fuga capacitiva de la carga, circula una corriente de fuga capacitiva adicional por el conductor polar hasta el condensador de compensación. Esta corriente de fuga adicional, aparte de circular por el conductor polar, circula dos veces en dirección contraria por el transformador de corriente suma, concretamente, por un lado, por la vía de corriente generalmente no utilizada y, por otro lado, por el conductor neutro. De esta manera, se compensa una parte de la corriente de fuga capacitiva que sale de la carga, es decir que esta parte no es detectada por el transformador de corriente suma. Para el condensador de compensación rigen límites destinados a que, en el caso de una carga desconectada, la corriente de fuga a través del condensador de compensación no dispare un interruptor de protección contra corriente de defecto que presente el transformador de corriente suma.

Problema de la invención

La invención se basa en el problema de aumentar significativamente de manera sencilla la robustez de la protección de una instalación fotovoltaica mediante otros equipos de protección contra corriente de defecto, especialmente equipos sin detección propia de la corriente diferencia realmente circulante, a pesar de las capacidades de fuga fuertemente fluctuantes de generadores fotovoltaicos.

Solución

El problema de la invención se resuelve mediante un procedimiento con los pasos de la reivindicación 1 independiente, una disposición de circuito con las características de la reivindicación 5 independiente y un inversor fotovoltaico con las características de la reivindicación 9 independiente. Formas de realización preferidas del procedimiento, la disposición de circuito y el inversor fotovoltaico están definidas en las reivindicaciones subordinadas.

Descripción de la invención

Cuando en esta descripción se habla de que se detecta un valor, esto significa que éste es detectado cuantitativamente, es decir, en cuanto a su magnitud actual. Sin embargo, esta magnitud no tiene que determinarse exactamente. Por el contrario, es suficiente, por ejemplo, que como resultado de la detección del valor se emita una señal que aumente y disminuya con la magnitud actual del valor, prefiriéndose una relación fija entre la amplitud de la señal y la magnitud del valor. Por tanto, el término "detección" de un valor no significa aquí forzosamente que se mide el valor en alguna unidad física para ese valor.

Cuando en esta descripción se habla de un sensor de corriente diferencia sin otras indicaciones, éste puede entonces vigilar y/o detectar una corriente diferencia. Incluso la emisión de una señal que aumenta y disminuye con la magnitud actual del valor no es forzosa para la vigilancia de una corriente diferencia con un sensor de corriente diferencia. Así, la corriente diferencia puede vigilarse también solamente de tal manera que ésta se compare con uno o varios valores límite y se emita una señal cuando esta corriente sobrepase uno de los valores límite. Esta señal puede ser el disparo de un dispositivo de protección contra corriente de defecto. Por tanto, un sensor de corriente diferencia puede ser tanto una RCMU como un RCD y también de otra clase de construcción. En general, este sensor presentará un transformador de corriente suma.

Sin embargo, cuando en esta descripción se habla de la minimización de una suma de corriente, esto significa al menos que se minimiza una señal o un valor que aumenta y disminuye con la magnitud actual de la suma de corriente. En particular, la minimización de la suma de corriente temporalmente variable significa que se minimiza su valor efectivo.

Cuando en esta descripción se habla de que una corriente alterna presenta frente a otra corriente alterna una amplitud adaptada por un factor negativo, el hecho de que el factor sea negativo significa entonces que una corriente alterna es de fase contraria a la otra corriente alterna.

Por línea conductora de corriente ha de entenderse en esta descripción una línea que está prevista dentro de una instalación fotovoltaica para conducir corriente de un generador fotovoltaico a la salida de la instalación fotovoltaica. Se cuentan entre estas líneas también los conductores neutros. Sin embargo, los conductores neutros no son líneas conductoras de corriente sometidas a tensión. Entre éstas se cuentan solamente los conductores polares o los conductores de fase en el lado de corriente alterna y las líneas de conexión unidas con los generadores fotovoltaicos en el lado de corriente continua, siempre que estas líneas no estén puestas a tierra.

En un procedimiento según la invención para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica se detecta una corriente de referencia que circula hacia tierra a través de una capacidad desde al menos una línea conductora de corriente sometida a tensión. Con la fase y la frecuencia de la corriente de referencia y con una amplitud adaptada frente a la corriente de referencia por un factor de escalado negativo se genera una corriente de compensación. Con ayuda de un primer sensor de corriente diferencia se detecta una suma de corriente, siendo los sumandos de la suma de corriente las corrientes a través de un juego completo de líneas conductoras de corrientes y la corriente de compensación. Adaptando el factor de escalado se minimiza la suma de corriente detectada. La corriente de compensación se conduce entonces a través de al menos otro sensor de corriente diferencia de modo que la corriente de compensación compense una porción de corriente de fuga en una corriente diferencia vigilada con el otro sensor de corriente diferencia.

El hecho de que la suma de corriente que comprende la corriente de compensación se detecte y se minimice según la invención con ayuda del primer sensor de corriente diferencia no significa que toda la suma de corriente tenga que ser detectada por el sensor de corriente diferencia, por ejemplo con un transformador de corriente suma. El primer sensor de corriente diferencia puede formar también solamente una suma de corriente parcial de las corrientes a través del juego completo de líneas conductoras de corriente, formándose entonces en otro sitio la suma de corriente que contiene también la corriente de compensación, por ejemplo después de digitalizar tanto la suma de

corriente parcial del sensor de corriente diferencia como la corriente de compensación. Sin embargo, es más sencillo que se conduzca también la corriente de compensación a través del transformador de corriente suma del primer sensor de corriente diferencia, de modo que éste capta directamente toda la suma de corriente.

5 Es de hacer notar que la corriente de compensación puede estar contenida también en las corrientes que circulan por el juego completo de líneas conductoras de corriente. Esto se explicará aún con más detalle.

10 Por juego completo de líneas conductoras de corriente han de entenderse, por ejemplo, todas las líneas que conducen la corriente alterna emitida por la instalación fotovoltaica, incluido un conductor neutro correspondiente. Otro juego completo de líneas conductoras de corriente comprende todas las líneas de entrada a través de las cuales el generador o los generadores fotovoltaicos están conectados a un inversor fotovoltaico de la instalación fotovoltaica.

15 En la presente invención una corriente de compensación como la que se utiliza en el documento EP 2 372 857 A1 para la detección selectiva de la porción de corriente de defecto con el fin de suprimir una porción de corriente de fuga de una corriente diferencia captada con una RCMU, se utiliza adicionalmente para compensar la porción de corriente de fuga en al menos otro sensor de corriente diferencia. A este fin, la corriente de compensación, que se optimiza continuamente en cuanto al factor de escalado inserto en ella, se conduce a través del al menos otro sensor de corriente diferencia. Dado que debe circular en principio la misma corriente diferencia a través del otro sensor de corriente diferencia que vigila el mismo juego completo u otro juego completo de líneas conductoras de corriente, se tiene que con la corriente de compensación se compensa también del mejor modo posible la porción de corriente de fuga de la misma. Un umbral de disparo del al menos otro sensor de corriente diferencia puede fijarse así en un valor relativamente bajo para lograr una alta seguridad frente a corrientes de defecto, sin que se produzca un disparo innecesario de un interruptor de protección por el sensor de corriente diferencia. Esto rige también para capacidades de fugas muy grandes y fluctuantes de generadores fotovoltaicos conectados, cuyas repercusiones son compensadas en una magnitud correspondiente por la corriente de compensación. De esta manera, se aumenta la seguridad de toda la instalación fotovoltaica constituida por generadores fotovoltaicos, inversores fotovoltaicos y equipos de seguridad externos y al mismo tiempo se reduce la probabilidad de disparos erróneos, lo que redundará a su vez en conjunto en un funcionamiento más fiable de la instalación fotovoltaica.

20 Para la realización del procedimiento según la invención todos los demás sensores de corriente diferencia no tienen que estar en condiciones de emitir un valor o bien solamente una medida de la corriente diferencia vigilada por ellos. Puede tratarse, por ejemplo, de RCDs.

30 En principio, para la realización del procedimiento según la invención se puede utilizar una vía de corriente generalmente no utilizada a través del al menos otro sensor de corriente diferencia para conducir en ésta la corriente de compensación a través del al menos otro sensor de corriente diferencia. Sin embargo, tales vías de corriente no utilizadas no están en general disponibles debido a que, por ejemplo, un sensor de corriente diferencia externo para un inversor fotovoltaico trifásico presenta solamente cuatro vías de corriente que están ocupadas por las tres fases y el conductor neutro. La situación puede parecer otra cuando se vigila un inversor monofásico con un sensor de corriente diferencia trifásico, puesto que entonces están en principio libres dos vías de corriente. En cualquier caso, en el procedimiento según la invención la corriente de compensación en el conductor neutro tiene que conducirse a través del al menos otro sensor de corriente diferencia, de modo que no se necesita para ello una vía de corriente adicional. En el caso de que se presente una corriente diferencia, circula también de todos modos en general una corriente a través del conductor neutro, la cual es reducida tendencialmente con ayuda de la corriente de la corriente de compensación. Además, la corriente de compensación en la invención circula únicamente cuando se presenta también una corriente de fuga.

45 Concretamente, la corriente de compensación puede conducirse a través de un bucle conductor que se extiende por todos los sensores de corriente diferencia en los que se compensa la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada. A este fin, el bucle puede avanzar hasta que quede delante del sensor de corriente diferencia situado a la mayor distancia del generador fotovoltaico y puede retornar a través de todos los sensores de corriente diferencia en los que se compensa la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada. Cuando el bucle conductor incluye el conductor neutro o una sección del conductor neutro, se tiene que conectar al conductor neutro la parte de dicho bucle sobresaliente delante y detrás del respectivo último sensor de corriente diferencia en el que se compensa la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada.

50 La corriente de compensación puede ser conducida también a través del primer sensor de corriente diferencia con cuya ayuda se detecta la suma de corriente que se minimiza al adaptar el factor de escalado. La suma de corriente es detectada entonces directamente en forma de la corriente diferencia detectada por el sensor de corriente diferencia, y es suficiente que la señal de salida del primer sensor de corriente diferencia, que aumenta y disminuye con la suma de corriente detectada en forma de la corriente diferencia, sea minimizada por adaptación del factor de escalado para la corriente de diferencia.

Una disposición de circuito según la invención para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica

comprende

- al menos un condensador conectado entre una línea conductora de corriente sometida a la tensión y tierra,
- un equipo de detección de corriente para detectar una corriente de referencia que circula hacia tierra a través del al menos un condensador,

5 - una fuente de corriente para generar una corriente de compensación con la fase y la frecuencia de la corriente de referencia y con una amplitud adaptada frente a la corriente de referencia por un factor de escalado negativo,

- un equipo de detección de suma de corriente que comprende un sensor de corriente diferencia para detectar una suma de corriente, siendo los sumandos de la suma de corriente las corrientes a través de un juego completo de líneas conductoras de corriente y – contenida en ellas o separada – la corriente de compensación,

10 - una lógica para minimizar la suma de corriente detectada por adaptación del factor de escalado y

- un bucle conductor para conducir la corriente de compensación a través de al menos otro sensor de corriente diferencia, de modo que la corriente de compensación compensa una porción de corriente de fuga en una corriente diferencia vigilada con el otro sensor de corriente diferencia.

15 El bucle conductor comprende preferiblemente una sección de un conductor neutro a través del al menos otro sensor de corriente diferencia. Este bucle conductor se extiende a su vez preferiblemente a través de varios sensores de corriente diferencia. Entre estos se puede contar también el sensor de corriente diferencia que se cuenta entre los equipos de detección de suma de corriente, de modo que los equipos de detección de suma de corriente detectan las sumas de corriente en forma de la corriente diferencia detectada por el primer sensor de corriente diferencia.

20 Un inversor fotovoltaico según la invención que comprende

- una entrada a la que se puede conectar un generador fotovoltaico,
- una salida para entregar una corriente alterna,
- un terminal de tierra para la conexión a tierra,
- un sensor de corriente diferencia que detecta una corriente diferencia,

25 - al menos un condensador conectado entre una línea conductora de corriente sometida a tensión y el terminal de tierra,

- un equipo de detección de corriente para detectar una corriente de referencia que circula por el al menos un condensador hasta el terminal de tierra,

30 - una fuente de corriente para generar una corriente de compensación con la fase y la frecuencia de la corriente de referencia y con una amplitud adaptada frente a la corriente de referencia por un factor de escalado negativo,

- un equipo de detección de suma de corriente que comprende el sensor de corriente diferencia para detectar una suma de corriente, siendo los sumandos de la suma de corriente las corrientes a través de un juego completo de líneas conductoras de corriente y – contenida en ellas o separada – la corriente de compensación, y

- una lógica para minimizar la suma de corriente detectada por adaptación del factor de escalado

35 se caracteriza según la invención por dos terminales en la salida entre los cuales, cuando éstos están unidos uno con otro de manera eléctricamente conductora, circula la corriente de compensación generada por la fuente de corriente.

40 Se puede conectar a estos terminales la parte de un bucle conductor que discurre externamente al inversor fotovoltaico y que conduce la corriente de compensación a través de todos los sensores de corriente diferencia en los que se debe compensar la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada.

Los dos terminales en la salida para la corriente de compensación pueden contener un terminal para un conductor neutro de la corriente alterna entregada en el terminal. El otro terminal para la corriente de compensación puede ser el terminal de tierra del inversor fotovoltaico o un terminal adicional para una llamada tierra funcional.

45 Cuando una línea se extiende desde la fuente de corriente para la corriente de compensación hasta uno de los dos terminales a través del sensor de corriente diferencia que pertenece a los equipos de detección de suma de corriente, los equipos de detección de suma de corriente detectan la suma de corriente en forma de la corriente diferencia detectada por el sensor de corriente diferencia. Esto quiere decir que la suma de corriente es formada

directamente por el primer sensor de corriente diferencia.

Perfeccionamientos ventajosos de la invención se desprenden de las reivindicaciones la descripción y los dibujos. Las ventajas de características y combinaciones de varias características citadas en la descripción tienen únicamente el carácter de ejemplos y pueden entrar en acción de manera alternativa o acumulativa, sin que tengan que lograrse forzosamente las ventajas de formas de realización según la invención. Sin que se varíe por ello el objeto de las reivindicaciones adjuntas, rige respecto del contenido divulgativo de los documentos de solicitud originales y de la patente lo siguiente: otras características pueden deducirse de los dibujos – especialmente de las disposiciones relativas y uniones operativas representadas de varios componentes. La combinación de características de formas de realización diferentes de la invención o de características de reivindicaciones diferentes es posible también de una manera diferente a la de las interrelaciones elegidas de las reivindicaciones y se estimula tal combinación con esta mención. Esto afecta también a aquellas características que están representadas en dibujos separados o que se citan en su descripción. Estas características pueden combinarse también con características de diferentes reivindicaciones. Asimismo, algunas características expuestas en las reivindicaciones pueden suprimirse para otras formas de realización de la invención.

Las características citadas en las reivindicaciones y la descripción han de entenderse respecto de su número de modo que esté presente exactamente este número o un número mayor que el número citado, sin que se requiera un empleo explícito del adverbio “al menos”. Por tanto, cuando, por ejemplo, se habla de un elemento, esto ha de entenderse en el sentido de que están presentes exactamente un elemento, dos elementos o más elementos. Estas características pueden complementarse con otras características o pueden ser las únicas características de las que conste el respectivo producto.

Los símbolos de referencia contenidos en las reivindicaciones no representan ninguna limitación del alcance de los objetos protegidos por las reivindicaciones. Sirven únicamente para la finalidad de hacer más fácilmente comprensibles las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

En lo que se sigue se explica y describe la invención con más detalle ayudándose de ejemplos de realización preferidos representados en las figuras.

La figura 1 muestra una instalación fotovoltaica con una disposición de circuito según la invención en una primera forma de realización.

La figura 2 muestra una instalación fotovoltaica con una disposición de circuito según la invención en una segunda forma de realización.

Descripción de las figuras

En la instalación fotovoltaica mostrada en la figura 1 un inversor fotovoltaico 1 está conectado con una entrada 2 a un generador fotovoltaico 3. En una salida 4 del inversor fotovoltaico 1 se entrega una corriente alterna, aquí trifásica, por unas líneas L1, L2, L3 y N, estando previsto para el conductor N un terminal 21. Todas las líneas conductoras de corriente L1, L2, L3 y N se extienden a través de un sensor de corriente diferencia externo 5 que protege externamente al inversor fotovoltaico 1, juntamente con el generador fotovoltaico 3, como un equipo de protección contra corriente de defecto. Concretamente, el sensor de corriente diferencia 5 consiste en un Residual Current Protection Device (RCD). El inversor fotovoltaico 1 presenta en su salida 4 un terminal adicional 6 para tierra PE.

En el inversor fotovoltaico 1 está previsto entre la entrada 2 y la salida 4 un convertidor CC/CA 7 que convierte una corriente continua de entrada del generador fotovoltaico 3 en la corriente alterna entregada. En el lado de CC del convertidor CC/CA 7 las dos líneas 8 y 9 conductoras de corriente están unidas con el terminal 6 y, además, con tierra a través de un respectivo condensador C1 o C2. Se detecta con un equipo de detección de corriente 10 una corriente de referencia que circula por esta unión. Se aplica una señal de salida 11 del equipo de detección de corriente 10 a una entrada de control de una fuente de corriente 12. La fuente de corriente 12 genera una corriente de compensación que, a través de un factor de escalado negativo -G, depende de la corriente de referencia que es detectada con el equipo de detección de corriente 10. Esta corriente de compensación circula en un bucle conductor 13, tal como se ha insinuado por medio de puntas de flecha 14. La dirección de las puntas de flecha 14 indica en este caso la naturaleza contrafásica de la corriente de compensación con respecto a la corriente de referencia, cuya dirección se ha indicado con una punta de flecha 15. El bucle conductor 13 comprende una sección del conductor neutro N en el lado de CA del convertidor CC/CA 7. Entre el convertidor CC/CA 7 y un sensor de corriente diferencia 16 configurado como una RCMU con un transformador de corriente suma 17, el bucle conductor 13 se deriva hacia la fuente de corriente 12. Este bucle se extiende desde la fuente de corriente 12, a través de una resistencia de limitación R_b , hasta el terminal 6 y desde allí se extiende a través de una sección de una línea conductora hacia la tierra PE que está nuevamente unida con el conductor neutro N en el lado de salida del transformador de corriente diferencia 5. La corriente de compensación circula así tanto a través del sensor de corriente diferencia externo 5

como a través del transformador de corriente suma 17 del sensor de corriente diferencia 16. La suma de corriente 18 detectada por el transformador de corriente suma 17 comprende así también la corriente de compensación. Una lógica 19 actúa independientemente del valor efectivo de la suma de corriente 18 sobre la fuente de corriente 12 por variación del factor de amplificación -G para minimizar el valor efectivo de la suma de corriente 18. Debido a la corriente de compensación contrafásica con respecto a la corriente de referencia, la suma de corriente 18 alcanza un mínimo exactamente cuando la corriente de compensación compensa completamente la porción de corriente de fuga de la corriente diferencia detectada con el transformador de corriente suma 17. La porción de corriente de fuga de la corriente diferencia retorna especialmente a unas capacidades de fuga del generador fotovoltaico 3, pero comprende también la corriente de referencia que circula por los condensadores C1 y C2, estando la porción de corriente de fuga completa en fase con la corriente de referencia. Como quiera que la corriente de compensación a través del bucle conductor 13 es conducida también a través del sensor de corriente diferencia 5, se compensa también del mejor modo posible la corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada por éste. Gracias a la adaptación continua del factor de escalado -G esta compensación sigue a las capacidades de fuga actuales reales y a las corrientes de fuga reales que circulan por tal motivo. Así, se evitan disparos erróneos del sensor de corriente diferencia 5 configurado como RCD, incluso aunque el RCD esté escasamente dimensionado con respecto a la corriente diferencia admisible.

En la forma de realización de la disposición de circuito inventiva de la instalación fotovoltaica según la figura 2 y en el inversor fotovoltaico 1 perteneciente a ella existen las diferencias siguientes con respecto a la figura 1: El bucle conductor 13 por el que circula la corriente de compensación no discurre a través del terminal 6 para la tierra PE, sino a través de un terminal separado 20 de la salida 4. Este terminal 20 está previsto para una tierra funcional FE que, al igual que el conductor neutro N conectado al terminal 21, puede unirse ciertamente con la tierra PE, pero no proporciona la puesta a tierra propiamente dicha del inversor fotovoltaico 1. Sin embargo, no se modifica en nada por esto la función fundamental de la disposición de circuito con respecto a la compensación de corrientes de fuga capacitivas. Esta forma de realización puede estar indicada cuando existan prescripciones de funcionamiento que prohíban la aplicación de corrientes de compensación a las líneas para la tierra PE.

En ambas figuras 1 y 2 están previstos dos condensadores C1 y C2 que están conectados cada uno de ellos entre una de las líneas 8 y 9 y la tierra PE para poder detectar la corriente de referencia capacitiva. Sin embargo, la corriente de referencia se puede detectar también cuando ésta circule hacia la tierra PE desde solamente una de las líneas 8, 9 sometidas a tensión a través del condensador C1 o C2 unido con ella. La corriente de referencia puede conducirse en principio también a través de un condensador que esté conectado entre uno de los conductores L1, L2, L3 y la tierra PE. La tierra PE hacia la cual escapa la corriente de referencia puede ser proporcionada, además, por una puesta a tierra separada del inversor fotovoltaico 1 que sea independiente del terminal 6. Recíprocamente, el sensor de corriente diferencia 16 puede estar dispuesto también juntamente con el transformador de corriente suma 17 en el lado de CC del convertidor CC/CA 7.

Lista de símbolos de referencia

1	Inversor fotovoltaico
2	Entrada
3	Generador fotovoltaico
4	Salida
5	Sensor de corriente diferencia
6	Terminal de tierra
7	Convertidor CC/CA
8	Línea
9	Línea
10	Equipo de detección de corriente
11	Señal
12	Fuente de corriente
13	Bucle conductor
14	Punta de flecha
15	Punta de flecha
16	Sensor de corriente diferencia
17	Transformador de corriente suma
18	Suma de corriente
19	Lógica
20	Terminal
21	Terminal

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica, que comprende los pasos siguientes:
- 5 - detección de una corriente de referencia que circula hacia tierra a través de una capacidad (C1, C2) desde al menos una línea conductora de corriente (8, 9, L1, L2, L3) sometida a tensión.
 - generación de una corriente de compensación con la fase y la frecuencia de la corriente de referencia y con una amplitud adaptada frente a la corriente de referencia por un factor de escalado negativo -G;
 - 10 - detección de una suma de corriente (18) con ayuda de un primer sensor de corriente diferencia (16), siendo los sumandos de la suma de corriente (18) las corrientes circulantes por un juego completo de líneas conductoras de corriente (8, 9, L1, L2, L3, N) y – contenida en ellas o separada – la corriente de compensación;
 - minimización de la suma de corriente detectada (18) por adaptación del factor de escalado -G;
- caracterizado por**
- 15 - conducir la corriente de compensación por al menos otro sensor de corriente diferencia (5) de modo que la corriente de compensación compense una porción de corriente de fuga en una corriente diferencia vigilada con el otro sensor de corriente diferencia (5).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que la corriente de compensación se conduce sobre un conductor neutro (N) a través del al menos otro sensor de corriente diferencia (5).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que se conduce la corriente de compensación a través de un bucle conductor (13) que se extiende a través de todos los sensores de corriente diferencia (5, 16) en los que se compensa la porción de corriente de fuga en la corriente diferencia vigilada.
- 20 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se conduce también la corriente de compensación a través del primer sensor de corriente diferencia (16) para detectar la suma de corriente en forma de una corriente diferencia detectada por el primer sensor de corriente diferencia (16).
5. Disposición de circuito para compensar la corriente de fuga en una instalación fotovoltaica, en la que la disposición de circuito presenta:
- 25 - al menos un condensador (C1, C2) conectado entre una línea conductora de corriente (8, 9, L1, L2, L3) sometida a tensión y tierra (PE);
 - un equipo de detección de corriente (10) para detectar una corriente de referencia que circula hacia tierra (PE) a través del al menos un condensador (C1, C2);
 - 30 - una fuente de corriente (12) para generar una corriente de compensación con la fase y la frecuencia de la corriente de referencia y con una amplitud adaptada frente a la corriente de referencia por un factor de escalado negativo -G;
 - unos equipos de detección de suma de corriente que comprenden un primer sensor de corriente diferencia (16) para detectar una suma de corriente (18), siendo los sumandos de la suma de corriente (18) las corrientes circulantes por un juego completo de líneas conductoras de corriente (8, 9, L1, L2, L3, N) y – contenida en ellas o separada – la corriente de compensación;
 - 35 - una lógica (19) para minimizar la suma de corriente detectada (18) por adaptación del factor de escalado -G;
- caracterizada por**
- 40 - un bucle conductor (13) para conducir la corriente de compensación por al menos otro sensor de corriente diferencia (5) de modo que la corriente de compensación compense una porción de corriente de fuga en una corriente diferencia vigilancia con el otro sensor de corriente diferencia (5).
6. Disposición de circuito según la reivindicación 5, **caracterizada** por que el bucle de corriente (13) comprende una sección de un conductor neutro (N) a través del al menos otro sensor de corriente diferencia (5).
7. Disposición de circuito según la reivindicación 5 o 6, **caracterizada** por que el bucle conductor (13) se extiende a través de varios sensores de corriente diferencia (5, 16).
- 45 8. Disposición de circuito según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada** por que el bucle conductor (13) se extiende a través del primer sensor de corriente diferencia (16), detectando el equipo de detección de suma de corriente la suma de corriente (18) en forma de la corriente diferencia detectada por el primer sensor de corriente

diferencia (16).

9. Inversor fotovoltaico (1) que comprende

- una entrada (2) a la que puede conectarse un generador fotovoltaico (3);

- una salida (4) para entregar una corriente alterna;

5 - un terminal de tierra (6) para conexión a tierra;

caracterizado por

- dos terminales (6, 20; 21) a los que está conectada una disposición de circuito para compensar la corriente de fuga según la reivindicación 5 y entre los cuales, cuando están unidos, circula la corriente de compensación generada por la fuente de corriente.

10 10. Inversor fotovoltaico (1) según la reivindicación 9, **caracterizado** por que los dos terminales (6, 20; 21) comprenden un terminal (21) para un conductor neutro (N) de la corriente alterna entregada.

11. Inversor fotovoltaico (1) según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado** por que los dos terminales (6, 20; 21) comprenden en la salida (4) el terminal de tierra (6) o un terminal adicional (20) para una tierra funcional (FE).

15 12. Inversor fotovoltaico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** por que una línea se extiende desde la fuente de corriente (12) hasta uno de los dos terminales (6, 20; 21) a través del primer sensor de corriente diferencia (16), de modo que los equipos de detección de suma de corriente detectan la suma de corriente (18) en forma de la corriente diferencia detectada por el primer sensor de corriente diferencia (16).

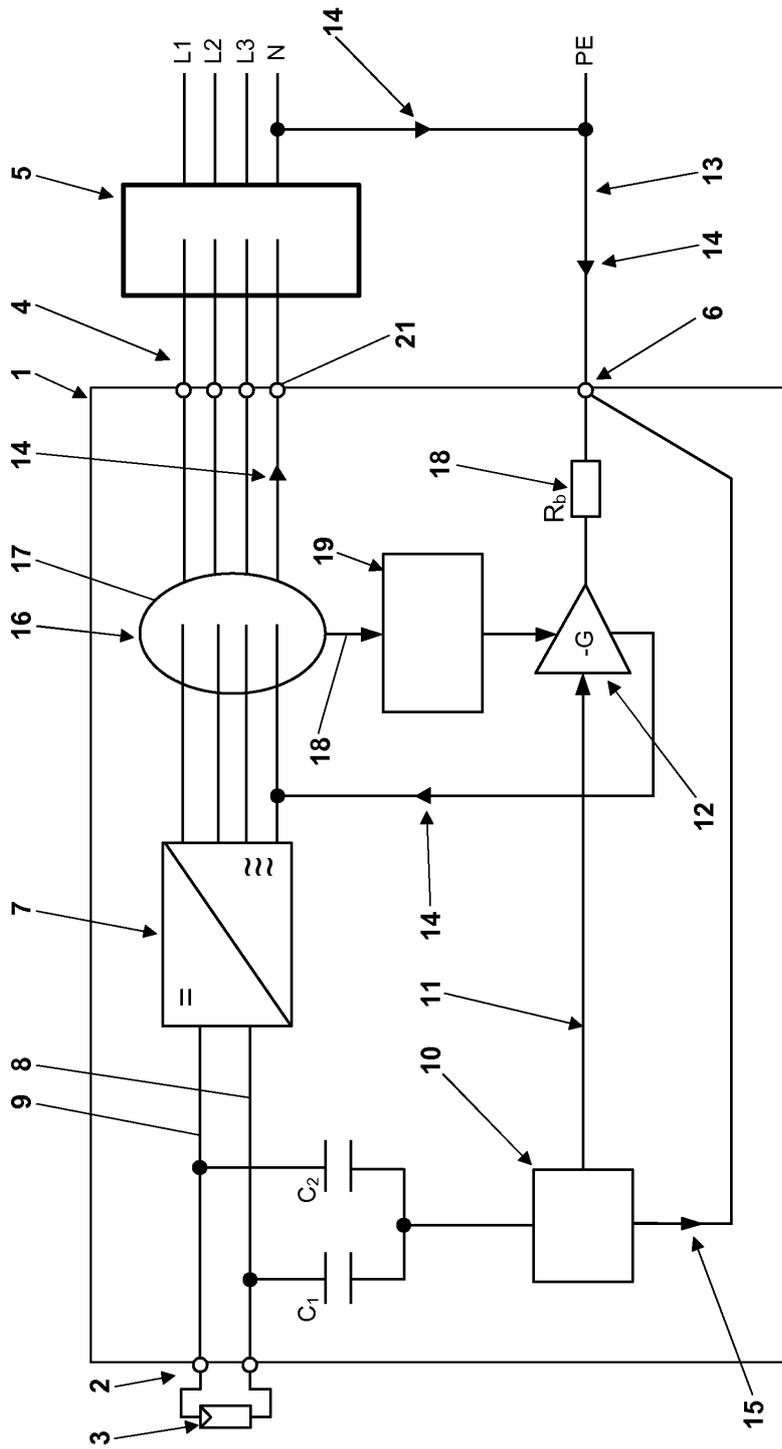


Fig. 1

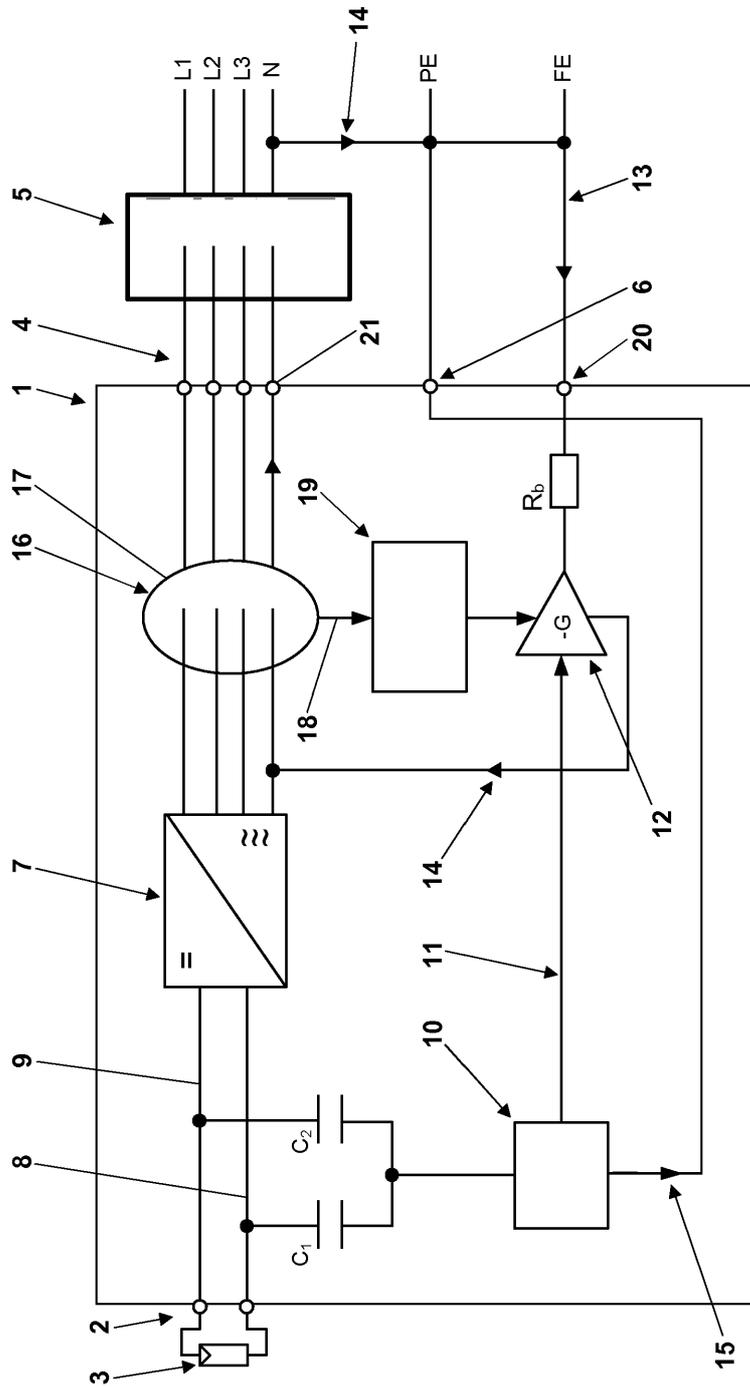


Fig. 2