



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 900**

51 Int. Cl.:  
**G01R 27/18** (2006.01)  
**G01R 31/12** (2006.01)  
**H02M 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09155278 .6**  
96 Fecha de presentación : **16.03.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2230522**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2010**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo para el control del aislamiento de una red IT.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.09.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.09.2011**

73

Titular/es: **SMA SOLAR TECHNOLOGY AG.**  
**Sonnenallee 1**  
**34266 Niestetal, DE**

72

Inventor/es: **Lehmann, Reinhard**

74

Agente: **Trullols Durán, María del Carmen**

ES 2 364 900 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 dispositivo para el control del aislamiento de una red IT

5 **CAMPO TÉCNICO DE LA PRESENTE INVENCION**

La presente invención se refiere a un procedimiento para el control del aislamiento de una red IT con respecto a tierra, con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1, así como al correspondiente dispositivo para el control del aislamiento de una red IT con respecto a tierra, con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 9.

Una red IT (en francés: *Isolé Terre*) no dispone de conductor neutro. Por tanto, un defecto de aislamiento entre uno de los conductores y tierra resulta en primer lugar únicamente en una puesta a tierra de este conductor. Sin embargo, en una red IT, como se define en los preámbulos de las reivindicaciones independientes 1 y 9, en caso de un contacto a tierra de un conductor se originan intensidades elevadas en el lado de corriente alterna. Ello es válido en particular para inversores con un ciclo de alta frecuencia. Dichas corrientes resultan peligrosas para personas e instalaciones, por lo que se debe desconectar la instalación inmediatamente después de su aparición.

20 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

A partir del documento DE 10 2006 022 686 A1 se conoce un equipo de medición para determinar la resistencia de aislamiento de un dispositivo con una instalación fotovoltaica, que está conectada a una red monofásica a través de un inversor. El equipo de medición conocido para determinar la resistencia de aislamiento con respecto a tierra solo puede funcionar con el inversor desactivado. Se mide la resistencia de aislamiento con la ayuda de resistencias de referencia conectadas a masa por uno de sus lados, que se conectan alternativamente con los dos conductores provenientes de la instalación fotovoltaica en el lado de corriente continua del inversor, midiendo las tensiones resultantes entre ambos conductores y tierra. Alternativamente, se pueden medir también las corrientes que circulen hacia tierra en caso de una conexión alternante de los dos conductores. Cada medición individual de una corriente o una tensión con el conocido equipo de medición dura entre varios segundos hasta varios minutos, dado que al principio resulta necesario una distribución estable de la carga de todos los condensadores efectivos con respecto a tierra.

El documento EP 1 265 076 B1, que refleja el estado de la técnica, según lo indicado en la introducción de la memoria descriptiva del documento DE 10 2006 022 686 A1 y en otros documentos, se describe un dispositivo de seguridad para el control de un aislamiento de un bus de corriente continua. Como posibilidad de aplicación se hace referencia a una instalación fotovoltaica, que está conectada a una red de corriente continua a través de un inversor y un transformador de aislamiento. Gracias a este transformador de aislamiento, el lado de corriente alterna del transformador asimismo está aislado con respecto a tierra, de modo que se puede controlar el aislamiento del bus de corriente continua también con el inversor en funcionamiento dado que éste no está conectado a tierra. Con ello se cumplen las características de los preámbulos de las reivindicaciones independientes 1 y 9. El control del aislamiento del bus de corriente continua se basa en este caso también en la medición de la tensión existente entre los conductores del lado de corriente continua del inversor y las resistencias de referencia conectadas a masa por uno de sus lados.

45 A partir del documento EP 0 833 423 A2 se conoce otro sistema de control del aislamiento de una red IT, que se basa en las caídas de tensión en resistencias de referencia. No obstante, esta patente no describe ninguna aplicación relacionada con una instalación fotovoltaica conectada a un inversor.

Otro dispositivo con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 9, cuya aplicación resulta en un procedimiento con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1, se conoce como un producto de la empresa Dipl.-Ing. W. Bender GmbH & Co. KG, con la denominación IRDH 275. Este dispositivo conocido aplica en cada de los dos conductores del lado de corriente continua del inversor una tensión definida con respecto a tierra y mide la corriente resultante, que sigue circulando incluso cuando la carga de todas las condensadores efectivos con respecto a tierra se haya equilibrado. Esta corriente es una magnitud directa para la resistencia de aislamiento del respectivo conductor con respecto a tierra. Dicha medición se realiza para cada conductor en el lado de corriente continua del inversor. Además, entre dos mediciones consecutivas se cambia la polaridad con respecto a tierra en el mismo conductor para confirmar el resultado de la medición. Debido a los condensadores con respecto a tierra, que se deben cambiar de polaridad en cada nueva medición hasta que se ajuste un valor estable, cada medición requiere entre varios segundos hasta varios minutos. Por lo tanto, incluso con la ayuda de este dispositivo y el procedimiento conocido se tarda bastante tiempo en detectar un defecto de aislamiento. Lo cierto es que, igual que en los procedimientos y dispositivos descritos anteriormente, se detectan con bastante precisión incluso defectos de aislamiento menores con una alta resistencia de aislamiento. La aplicación conocida del dispositivo de la empresa Bender con las características del preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 7 detecta estos defectos de aislamiento de la red IT también en el lado de corriente alterna del inversor, ya que dichos defectos repercuten a través del inversor hasta el lado de corriente continua del inversor.

Los denominados interruptores diferenciales, denominados también RCD por su denominación en inglés *Residual Current Protective Device*, separan un circuito de corriente alterna controlado de la red al superar una determinada intensidad diferencial entre la corriente de ida y la corriente de vuelta, lo que indica un flujo de corriente a tierra. Para comprobar la intensidad diferencial se pasan los conductores del circuito de corriente alterna controlado por un núcleo toroidal. La magnetización resultante del núcleo toroidal es la consecuencia de la suma de las corrientes por los conductores, respetando el signo de polaridad. En caso de un cortocircuito de un conductor del circuito de corriente alterna con respecto a tierra resulta una diferencia de corriente no estacionaria que se puede registrar fácilmente mediante una bobina de inducción y transformar en una señal para la desconexión del circuito controlado. Por principio no se pueden emplear interruptores diferenciales para la monitorización de toma a tierra en una red IT (véase p. ej. <http://de.wikipedia.org/wiki/Niederspannungsnetz>: el texto sobre los sistemas IT debajo del subtítulo "Arten").

A partir del documento US 2002/0105765 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo para la detección de defectos de aislamiento con respecto a tierra en una instalación fotovoltaica. Para ello se mide una corriente diferencial entre los cables de entrada de un inversor, que inyecta la energía eléctrica de la instalación fotovoltaica a una red de corriente alterna. En caso de un contacto a tierra en la instalación fotovoltaica, esta corriente diferencial posee, aparte de una corriente de fuga objeto de la medición, otra corriente de escape que se manifiesta debido a condensadores finitas de la instalación fotovoltaica con respecto a tierra, a consecuencia de saltos de potencial de los cables de entrada con respecto a la conexión a tierra de los cables de salida del inversor con la frecuencia de conmutación del mismo. Esta parte de la corriente de fuga, que incluso sin la presencia de un defecto escapa a tierra en el lado de corriente continua del inversor a través de los condensadores de la instalación fotovoltaica, es eliminada de la corriente diferencial, solo para conseguir la corriente de fuga objeto de esta medición. El documento US 2002/105765 A1 no trata de posibles defectos de aislamiento de los cables de salida del inversor en su lado de corriente alterna.

### OBJETIVO DE LA PRESENTE INVENCION

La presente invención tiene como objetivo mostrar un procedimiento y un dispositivo para el control del aislamiento de una red IT con las características del preámbulo de la reivindicación independiente 1 o de la reivindicación independiente 9, que permiten, por un lado, detectar de forma fiable pequeños cambios en la resistencia de aislamiento en ambos lados del inversor y, por el otro, identificar rápidamente defectos de aislamiento peligrosos en el lado de corriente alterna del inversor.

### SOLUCION

El objetivo de la presente invención se soluciona con un procedimiento con las características de la reivindicación independiente 1 y un dispositivo con las características de la reivindicación independiente 9. Las formas de realización preferidas del nuevo procedimiento y del nuevo dispositivo se definen en las reivindicaciones dependientes de la patente.

### DESCRIPCION DE LA PRESENTE INVENCION

El nuevo procedimiento contempla, adicionalmente al control de la resistencia de aislamiento en el lado de corriente continua, el control de una corriente de fuga a tierra a través del inversor en funcionamiento. Gracias a la conexión eléctrica entre el lado de corriente continua y el lado de corriente alterna del inversor, ambos controles detectan también cortocircuitos en el lado de corriente alterna y en el interior del inversor con respecto a tierra. La medición de la corriente de fuga en tales cortocircuitos tiene un tiempo de respuesta muy rápido, de modo que se pueden contrarrestar los peligros resultantes para personas e instalaciones con la velocidad necesaria.

Sorprendentemente, el nuevo procedimiento permite el control de la corriente de fuga vigilando sencillamente la diferencia de corriente que circula por los dos conductores del lado de corriente continua del inversor, registrando para ello con una bobina de inducción el campo magnético inducido conjuntamente por los dos conductores. Debido a la conexión cíclica de los conductores del lado de corriente continua con el conductor cortocircuitado del lado de corriente alterna por el inversor, resulta al final una modulación de la diferencia de corriente que circula por ambos conductores, lo que origina una fuerte señal en la bobina de inducción. Con esta señal se puede desconectar el inversor o separar de algún otro modo el lado de corriente alterna del inversor del panel fotovoltaico.

El nuevo procedimiento permite medir la resistencia de aislamiento con cualquiera de los procedimientos descritos en los documentos que se han citado en la parte introductoria. No obstante, es preferible un control de la resistencia de aislamiento comparándola con resistencias de referencia, dado que este procedimiento detecta también pequeños cambios en la resistencia de aislamiento. Sin embargo, la duración de cada medición individual requiere demasiado tiempo (varios segundos hasta varios minutos), para poder detectar de forma rápida cortocircuitos peligrosos con respecto a tierra en el lado de corriente alterna del inversor. A este efecto se vigila en el nuevo procedimiento la corriente de fuga.

Una ejecución preferida del nuevo procedimiento es el control individual de las resistencias de aislamiento con respecto a tierra de ambos conductores del lado de corriente continua. De este modo se pueden diferenciar también los defectos de aislamiento de cada conductor individual en el lado de corriente continua de los defectos de aislamiento en el lado de corriente alterna, que repercuten en la resistencia de aislamiento de ambos conductores del lado de corriente continua.

Como suele ser habitual en redes IT según los preámbulos de las reivindicaciones independientes 1 y 9, también el nuevo procedimiento prefiere la conexión en serie de dos condensadores entre los dos conductores del lado de corriente continua, cuyo centro está conectado a tierra. De este modo se crea un filtro EMC y una protección adicional frente a corrientes de fuga para el personal de mantenimiento de la instalación fotovoltaica en funcionamiento.

En el dispositivo objeto de la presente invención está previsto, además del dispositivo de medición de resistencias que registra la resistencia de aislamiento con respecto a tierra, un dispositivo de medición de corriente que registra en el lado de corriente continua una corriente de fuga a tierra a través del inversor. Dado que en caso de un contacto a tierra en el lado de corriente alterna del inversor dicha corriente de fuga es una corriente alterna con la frecuencia de conmutación del inversor, el dispositivo de medición de corriente podrá disponer de un núcleo toroidal que abarca los conductores del lado de corriente continua y que, igual que en un interruptor diferencial convencional, está hecho de una cinta magnética suave cristalina o nanocristalina. La magnetización del núcleo toroidal con la frecuencia de conmutación se puede registrar de forma convencional mediante una bobina de inducción.

El dispositivo de medición de aislamiento del nuevo dispositivo dispone preferentemente por lo menos de un conmutador, por lo menos de una resistencia de referencia conectada a masa por uno de sus lados, así como un dispositivo de medición para medir la caída de tensión en la resistencia de referencia. Por principio, también es posible que el dispositivo de medición de resistencias disponga de una fuente de tensión para una tensión con respecto a tierra, o una fuente de corriente constante, para medir de una forma conocida según el estado de la técnica la resistencia de aislamiento del lado de corriente continua del inversor que, con el inversor en funcionamiento, incluye también la resistencia de aislamiento del lado de corriente alterna de éste.

Otras ejecuciones ventajosas de la presente invención resultan de las reivindicaciones de patente, de la descripción y los dibujos.

El alcance de protección está definido por las reivindicaciones de patente.

## RESUMEN DE LAS FIGURAS

A continuación se explica y describe la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos mediante ejemplos de formas de realización concretos.

**Fig. 1** muestra un esquema eléctrico de una red IT con una instalación fotovoltaica conectada a un inversor y éste a su vez a un transformador, así como un dispositivo objeto de la presente invención para el control de aislamiento, y

**Fig. 2** muestra una alternativa del dispositivo de medición de resistencias del dispositivo para el control de aislamiento según la figura 1.

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La **Fig. 1** muestra una red IT 1, que incluye desde una instalación fotovoltaica 2 hasta un transformador 3 que inyecta la potencia eléctrica de la instalación fotovoltaica 2 en una red de corriente alterna con toma de tierra. Está previsto un inversor 4 que convierte la corriente continua proveniente de la instalación fotovoltaica 2 en corriente alterna. De este modo el inversor 4 conecta un lado de corriente continua 5 de la red IT con un lado de corriente alterna 6. Esta conexión es una conexión eléctrica, es decir, los conductores 7 y 8 del lado de corriente continua 5 se conectan directamente de forma cíclica con los conductores 9 hasta 11 del lado de corriente alterna 6, de modo que exista un contacto eléctrico. No existen otros requisitos en este caso para el inversor, por lo que puede estar conformado de diversas maneras. En la red IT 1 sin toma de tierra, las resistencias de aislamiento  $R_p$  del conductor positivo 7 y  $R_n$  del conductor negativo 8 en el lado de corriente continua 5 deben controlarse con respecto a tierra del mismo modo que las resistencias de aislamiento  $R_9$  hasta  $R_{11}$  de los conductores 9 a 11 en el lado de corriente alterna 6. Para ello actúan con respecto a tierra las capacidades de aislamiento adicionales  $C_9$  a  $C_{11}$  en el lado de corriente alterna 6. También en el lado de corriente continua 5 las capacidades son de importancia, donde el condensador  $C_1$  representa al mismo tiempo la capacidad de la instalación fotovoltaica 2 y la de un posible condensador de compensación en el lado de entrada del inversor 4, y donde los condensadores  $C_2$  y  $C_3$  simbolizan a la vez las capacidades de los cables con respecto a tierra y un filtro EMC 12 cuyo centro 13 está conectado a tierra. Para registrar las resistencias de aislamiento se ha previsto un dispositivo de medición de resistencias 14 que conecta de forma alternante mediante un conmutador 15 una resistencia de referencia  $R_f$  (conectada a masa por uno de sus lados) con los conductores 7 y 8, midiendo con un voltímetro 16 una tensión  $U_{16}$  en la resistencia  $R_f$ . Al

mismo tiempo, el dispositivo de medición de resistencias 14 mide con un voltímetro 17 la tensión  $U_{17}$  entre los conductores 7 y 8. De los valores medidos  $U_{16-7}$  y  $U_{16-8}$  del voltímetro 16, así como  $U_{17-7}$  y  $U_{17-8}$  del voltímetro 17 y con la resistencia  $R_F$  conectada al conductor 7 u 8 resultan las siguientes resistencias de aislamiento  $R_p$  y  $R_n$ :

$$\begin{aligned} R_p &= R_F((U_{17-7} - U_{16-7})/U_{16-8} - 1) \\ R_n &= R_F((U_{17-8} - U_{16-8})/U_{16-7} - 1) \end{aligned}$$

Con el inversor 4 en funcionamiento, los valores de  $R_p$  y  $R_n$  incluyen también fracciones de  $R_9$  hasta  $R_{11}$ . Las mediciones de los valores  $R_p$  y  $R_n$  mediante las tensiones medidas con los voltímetros 16 y 17 pueden realizarse solo tras algunos segundos o minutos, hasta que las cargas de los condensadores  $C_1$  hasta  $C_3$  y  $C_9$  hasta  $C_{11}$  se hayan repartido de modo que se encuentren en un estado de equilibrio. Consecuentemente, los cambios de las resistencias de aislamiento se registran muy lentamente, pero con mucha precisión. Por tanto, el dispositivo de medición de resistencias 14 es capaz de detectar también defectos lentos y pequeños, pero indeseados en las resistencias de aislamiento y desconectar el inversor 4 para evitar daños resultantes. La relación entre  $R_p$  y  $R_n$  informa además sobre dónde se produce un defecto de aislamiento. Un defecto de aislamiento en el lado de corriente alterna 6 afecta igualmente a  $R_p$  y  $R_n$ . Un defecto de aislamiento en el lado de corriente continua 7 resulta primero en un empeoramiento de solo uno de las dos resistencias de aislamiento  $R_p$  o  $R_n$ .

Un dispositivo de medición de corriente adicional 18 mide una corriente de fuga no estacionaria en el lado de corriente continua 5, pasando los conductores 7 y 8 por un núcleo toroidal 19 y disponiendo alrededor de dicho núcleo una bobina de inducción 20. Un cortocircuito de cualquiera de los conductores 9 a 11 en el lado de corriente alterna 6 se manifiesta a través del inversor 4 en una corriente de fuga no estacionaria en el lado de corriente continua 5, que genera una magnetización no estacionaria del núcleo toroidal 19 y con ello una señal en la bobina de inducción 20. Ahora se puede utilizar esta señal para controlar un valor límite establecido. En cuanto se alcance o supere dicho valor límite, que representa una corriente de fuga máxima admisible, el dispositivo de medición de corriente 18 desconecta el inversor 4. Debido a las capacidades de aislamiento  $C_9$  a  $C_{11}$  siempre habrá ciertas corrientes de fuga, de modo que no se puede poner a cero el valor límite para esta corriente de fuga. Sin embargo, en caso de un cortocircuito a tierra de cualquiera de los conductores 8 a 11 en el lado de corriente alterna 6, la corriente de fuga aumenta rápidamente. Igual de rápida resulta la señal en la bobina de inducción 20, que se puede utilizar a su vez para una desconexión rápida del inversor 4. Gracias a que el núcleo toroidal 19 abarca de una forma no común los conductores 7 y 8 en el lado de corriente continua 5, el dispositivo de medición de corriente 18 registra todas las corrientes de fuga que circulen a partir de este punto de medición y no solo a partir de un determinado punto en el lado de corriente alterna 6.

La **fig. 2** muestra una forma de realización alternativa del dispositivo de medición de resistencias 14, que en este caso comprende una fuente de tensión continua 21 conectada a tierra, que mediante un conmutador 22 se puede conectar alternativamente con los conductores 7 y 8. La corriente a tierra es registrada por un amperímetro 23. De la tensión de salida de la fuente de tensión continua 21 y la corriente resulta directamente la resistencia de aislamiento del correspondiente conductor 7 u 8. Además, es posible invertir la polaridad de la fuente de tensión continua 21 para dos mediciones de la resistencia de aislamiento del mismo conductor, para aumentar la precisión de medida. La **fig. 2** sólo muestra los detalles relevantes para la forma de realización alternativa del dispositivo de medición de corriente 14. Por lo demás, todo el equipo de medición puede corresponder a la **fig. 1**.

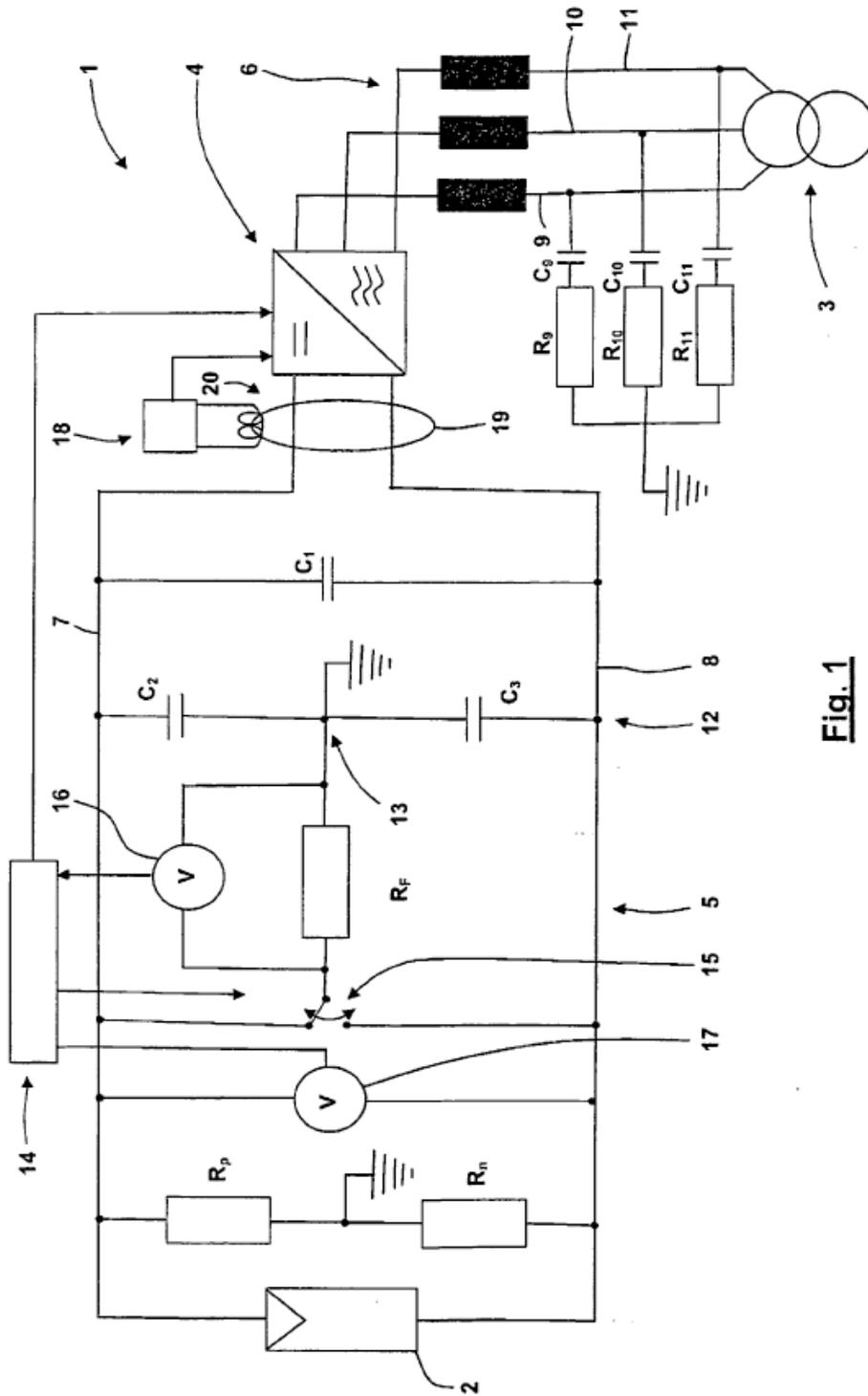
**LISTA DE REFERENCIAS**

	1	Red IT
	2	Instalación fotovoltaica
	3	Transformador
5	4	Inversor
	5	Lado de corriente continua
	6	Lado de corriente alterna
	7	Conductor
	8	Conductor
10	9	Conductor
	10	Conductor
	11	Conductor
	12	Filtro EMC
	13	Centro
15	14	Dispositivo de medición de corriente
	15	Conmutador
	16	Voltímetro
	17	Voltímetro
	18	Dispositivo de medición de corriente
20	19	Núcleo toroidal
	20	Bobina de inducción
	21	Fuente de tensión continua
	22	Conmutador
	23	Amperímetro

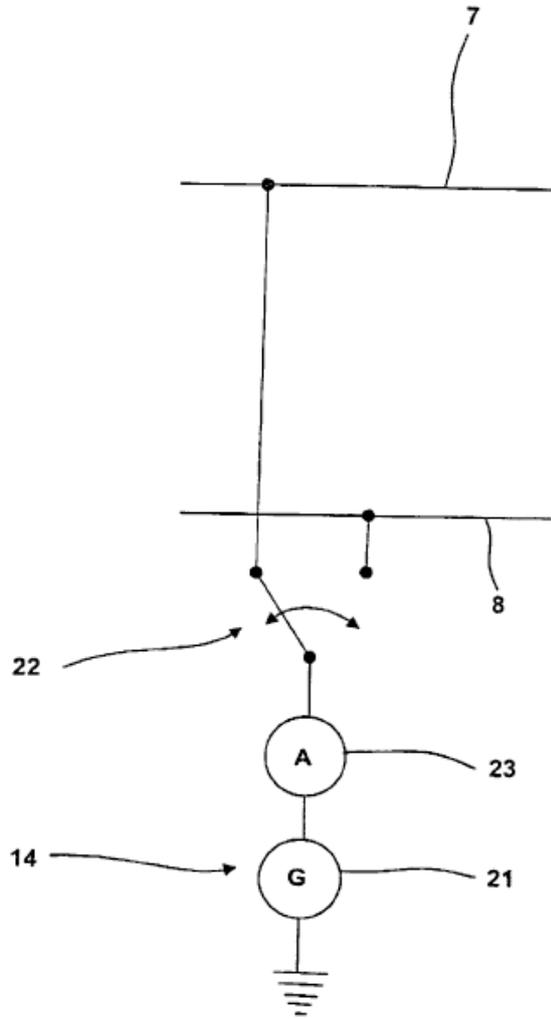
## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control del aislamiento de una red IT (1) con respecto a tierra, es decir, una red sin conductor neutro, con un inversor (4) que conecta un lado de corriente continua (5) con un lado de corriente alterna (6) de la red IT (1), así como con una instalación fotovoltaica (2) en el lado de corriente continua (5) de la red IT, de modo que se controla un valor límite inferior de por lo menos una resistencia de aislamiento ( $R_p$ ,  $R_n$ ) del lado de corriente continua (5) y con el inversor (4) en funcionamiento, **caracterizado porque** en el lado de corriente continua (5) se controla adicionalmente el valor límite superior de una corriente de fuga a tierra a través del inversor (4) en funcionamiento.
2. Procedimiento para el control del aislamiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se controla el valor límite superior de las fracciones no estacionarias de la corriente de fuga.
3. Procedimiento para el control del aislamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** tanto al quedar por debajo del valor límite de resistencia como al superar el valor límite de corriente del inversor (4) se desconecta y/o se emite un aviso de advertencia.
4. Procedimiento para el control del aislamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** se controla la corriente de fuga, vigilando la diferencia de corriente que circula por los dos conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5) del inversor (4).
5. Procedimiento para el control del aislamiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** se controla la diferencia de corriente de forma inductiva.
6. Procedimiento para el control del aislamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** se controla la resistencia de aislamiento mediante comparación con resistencias de referencia ( $R_F$ ).
7. Procedimiento para el control del aislamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** se controlan las resistencias de aislamiento ( $R_p$ ,  $R_n$ ) de ambos conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5) individualmente con respecto a tierra.
8. Procedimiento para el control del aislamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** entre los dos conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5) están conectados en serie dos condensadores ( $C_2$ ,  $C_3$ ), cuyo centro (13) está conectado a tierra.
9. Dispositivo para el control del aislamiento de una red IT con respecto a tierra, es decir, una red sin conductor neutro, con un inversor (4) que conecta eléctricamente un lado de corriente continua (5) con un lado de corriente alterna (6) de la red IT (1), así como con una instalación fotovoltaica (2) en el lado de corriente continua (5) de la red IT (1), que además dispone de un dispositivo de medición de resistencias (14) que registra al menos una resistencia de aislamiento ( $R_p$ ,  $R_n$ ) del lado de corriente continua (5), la compara con un valor límite de resistencia y emite una señal en caso de quedar por debajo de dicho valor límite, **caracterizado porque** está previsto además un dispositivo de medición de corriente (18) que registra en el lado de corriente continua (5) una corriente de fuga a tierra a través del inversor (4), la compara con un valor límite de corriente y emite una señal en caso de superar dicho valor límite.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** tanto el dispositivo de medición de resistencia (14) como el dispositivo de medición de corrientes (18) desconectan con su señal el inversor (4) y/o activan un aviso de advertencia.
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de corriente (18) registra la corriente de fuga midiendo la diferencia de corriente que circula por los dos conductores (7, 8) del lado de corriente continua del inversor (4).
12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de corriente (18) presenta un núcleo toroidal (19) que comprende los conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5).
13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de resistencia (14) dispone de por lo menos un conmutador (15), por lo menos una resistencia de referencia ( $R_F$ ) conectada a masa por uno de sus lados, así como un voltímetro (16) para medir la caída de tensión en la resistencia de referencia ( $R_F$ ).
14. Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de resistencia (14) conecta los dos conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5) individualmente con la resistencia de referencia ( $R_F$ ).

15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado porque** entre los dos conductores (7, 8) del lado de corriente continua (5) están conectados en serie dos condensadores ( $C_2$ ,  $C_3$ ) de un filtro EMC (12), cuyo centro (13) está conectado a tierra.



**Fig. 1**



**Fig. 2**