

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 900**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

H02H 3/16 (2006.01)

H02H 3/33 (2006.01)

H02H 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2017 E 18158533 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3351951**

54 Título: **Procedimientos y dispositivos para el reconocimiento de una interrupción de una conexión de conductor de protección por medio de un espectro de corriente de fuga**

30 Prioridad:

10.02.2016 DE 102016202021

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

12.03.2020

73 Titular/es:

BENDER GMBH & CO. KG (100.0%)

Londorfer Strasse 65

35305 Grünberg, DE

72 Inventor/es:

HACKL, DIETER y

SELLNER, HARALD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 747 900 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

Procedimientos y dispositivos para el reconocimiento de una interrupción de una conexión de conductor de protección por medio de un espectro de corriente de fuga

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de protección eléctrico para el reconocimiento de una interrupción de una conexión de conductor de protección a un subsistema de un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra, en donde al subsistema está conectado un sistema de convertidor.

10 En un sistema de abastecimiento de corriente, una puesta a tierra de protección de partes conductoras que pueden tocarse de un medio de funcionamiento eléctrico como precaución de seguridad es un constituyente importante de la medida de protección exigida por la norma "protección por parada automática del abastecimiento de corriente". Esto se aplica independientemente de si se trata de la forma de red de un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra (en francés, *isolé terre*, red IT) o de un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra (en francés, *terre neutre*, red TN, o en francés *terre*, red TT).

15 La puesta a tierra de protección de un subsistema de un sistema de abastecimiento de corriente ramificado mediante una conexión de conductor de protección al subsistema merece, por tanto, una atención especial, dado que esta protección en la mayoría de los casos se vuelve ineficaz debido a una interrupción del conductor de protección.

Por subsistema debe entenderse en este caso una unidad desconectable de un sistema de abastecimiento de corriente total. Este subsistema comprende por regla general uno o varios medios de funcionamiento eléctricos.

20 Si se añade a la interrupción de una conexión de conductor de protección (primer error) otro (segundo) error, tal como por ejemplo el fallo del aislamiento básico mediante puenteo de distancias de aire y de fuga o debido a un aislamiento defectuoso, existe un riesgo aumentado de descarga eléctrica.

Dado que la aparición de esta situación de dos errores en sistemas de abastecimiento de corriente no es insignificamente baja, se ha establecido en sistemas de abastecimiento de corriente puestos a tierra como protección adicional el uso de equipos de protección de corriente de defecto (RCD).

25 No obstante, en muchos sistemas de abastecimiento de corriente industriales no es posible el uso de RCD como protección adicional contra descarga eléctrica, dado que por ejemplo capacidades de fuga de red muy grandes presentes en el sistema de abastecimiento de corriente fluye también sin una corriente de defecto adicional ya una corriente de fuga, que puede situarse claramente por encima de 30 mA y por tanto activaría inmediatamente RCD presentes en el sistema de abastecimiento de corriente.

30 Si el RCD no puede usarse en un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra debido a corrientes de fuga demasiado elevadas, o si el RCD usado no es adecuado para la protección contra descarga eléctrica (diseñado solo para la protección contra incendios y de la instalación), en caso de una conexión de conductor de protección interrumpida y un segundo error existe el riesgo de que una persona sufra un accidente eléctrico peligroso durante el manejo de acuerdo con lo determinado del medio de funcionamiento, dado que se cierra el circuito de corriente de defecto por el cuerpo de la persona.

35 En caso de conexión de conductor de protección intacta, en cambio, la corriente de defecto fluye en caso de fallo del aislamiento básico casi exclusivamente a través del conductor de protección de vuelta al punto de alimentación del sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra. No obstante, esto conduce, en caso de diseño correcto del sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra, a corrientes de defecto a tierra muy altas y generalmente también a voltajes de contacto con amplitudes peligrosamente altas. Por esta razón tiene que desconectarse con la suficiente rapidez un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra en caso de un primer error.

40 La instalación de sistemas de convertidor en sistemas de abastecimiento de corriente puestos a tierra merece una atención especial en lo que respecta a las precauciones de protección. La conexión de conductor de protección a un sistema de convertidor es especialmente crítica, dado que los errores de aislamiento en la salida del sistema de convertidor contra partes conductoras que pueden tocarse de un accionamiento controlado por convertidor pueden conducir a corrientes de defecto, que además de proporciones de frecuencia de red también pueden presentar un espectro de banda ancha de proporciones espectrales específicas del convertidor, desde componentes de corriente continua hasta proporciones en el intervalo de MHz.

45 También debe tenerse cuenta que grandes capacidades de fuga entre las fases de salida del convertidor y la carcasa de accionamiento (filtro de salida) para las proporciones de alta frecuencia pueden representar una conexión de baja impedancia.

50 Los RCD convencionales del tipo A no proporcionan en este caso ninguna protección adicional. Un contacto del accionamiento controlado por convertidor puede conducir en caso de una conexión de conductor de protección defectuosa a una descarga eléctrica sin que un RCD de tipo A lo reconozca. Incluso el uso de RCD de tipo F sensibles a las frecuencias de mezcla no ayuda generalmente de manera fiable contra el riesgo de descarga eléctrica.

En términos de funcionamiento, las corrientes de fuga en el intervalo de frecuencia de conmutación del convertidor (intervalo de kHz) se sitúan generalmente ya muy por encima de 30 mA, a menudo el límite de corriente de fuga de 300 mA incluso se excede en términos de funcionamiento en accionamientos de convertidor de potencia fuerte. El uso de un RCD no es posible en tales sistemas ni siquiera por razones de protección contra incendios.

- 5 Una de las precauciones de protección más importantes es sobre todo en accionamientos de convertidor de potencia fuerte, por tanto, una puesta a tierra de protección fiable de las partes de accionamiento conductoras que pueden tocarse.

10 También en un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra, en el que de acuerdo con la definición todas las partes activas del sistema de abastecimiento de corriente están separadas del potencial de tierra, con respecto a la tierra, y los medios de funcionamiento conectados están unidos mediante un conductor de protección con una instalación de puesta a tierra, puede volverse peligrosa una situación de dos errores en caso de contacto de un medio de funcionamiento cuando se trata de un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra expandido de manera amplia con una capacidad de fuga total de red consecuentemente grande. El circuito de corriente residencial se cierra en esta situación de dos errores por la persona que toca y las capacidades de fuga de red.

15 En caso de conexión de conductor de protección intacta, la corriente de defecto fluye en caso de aislamiento básico defectuoso casi completamente por el conductor de protección y las capacidades de fuga de red. Incluso en el caso de un simple error en un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra esto solo conduce a voltajes de contacto no peligrosos en el medio de funcionamiento. Por esta razón puede hacerse funcionar adicionalmente un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra en caso de un primer error.

20 Para contrarrestar el riesgo que se origina debido a un conductor de protección interrumpido se conocen soluciones por el estado de la técnica que presentan, no obstante, a veces desventajas considerables.

25 Por el documento de divulgación WO 03/100938 A1 se conoce un conmutador de protección de corriente de defecto con un análisis de señal, que se basa en caracterización espectral, de la corriente de defecto. En particular en caso de corrientes de defecto no puramente sinusoidales debe conseguirse con ello un comportamiento detonante predecible. A este respecto, no se tienen en cuenta puntos de trabajo de potencia de un sistema de convertidor.

El documento de divulgación EP 2568557 A1 muestra un procedimiento para la detección de corrientes de defecto para un conmutador de protección de corriente de defecto en caso de funcionamiento de convertidor. A este respecto, se necesitan para la evaluación fiable del espectro de frecuencia de la corriente de fuga informaciones de conmutación sobre procesos de conmutación del convertidor de frecuencia en el conmutador de protección de corriente de defecto.

30 El documento de divulgación EP 2568560 A1 describe un procedimiento para el reconocimiento y dado el caso bloqueo de una corriente de defecto en un convertidor de frecuencia, en donde se evalúa la curva temporal o una cinta espectral de una corriente que fluye a través del convertidor de frecuencia.

35 Existen otras propuestas para una captación de corriente de defecto selectiva, que puede diferenciar entre corrientes de fuga y corrientes de defecto. No obstante, no están disponibles RCD a base de estas ideas, dado que la función fiable en el sistema de corriente alterna trifásica hasta ahora no ha podido demostrarse.

Además, están disponibles aparatos en el mercado que deben posibilitar el uso de equipos de protección de corriente de defecto para la protección contra descarga eléctrica también en sistemas industriales compensándose corrientes de fuga capacitivas. No obstante, no se sabe con qué fiabilidad trabajan los equipos de protección de este tipo en redes industriales ampliamente ramificadas con estados de funcionamiento complejos y cambiantes.

40 Finalmente existen aparatos de monitoreo de bucle en el mercado que realizan un monitoreo de conexión de conductor de protección directamente en los medios de funcionamiento. En múltiples medios de funcionamiento en distintas ramas de red se necesitan correspondientemente muchos aparatos de monitoreo de bucle.

45 Por tanto, la presente invención tiene por objetivo indicar un procedimiento y un equipo de protección eléctrico que, en sistemas de abastecimiento de corriente puestos a tierra, ramificados, es decir, dotados de unidades desconectables (subsistemas), reconozcan de antemano una interrupción de una conexión de conector de protección a un subsistema sin que se produzca una interrupción del funcionamiento. Debe ser de especial importancia, a este respecto, en un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra el caso especial de un sistema de convertidor conectado al subsistema.

50 Para un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra, a cuyo subsistema está conectado un sistema de convertidor, se soluciona el objetivo mediante un procedimiento de acuerdo con la invención según la reivindicación 1.

55 En esta constelación el punto de partida es una medición de una corriente de fuga específica del sistema de convertidor en un estado libre de errores del sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra. Esta medición se realiza para todos los puntos de trabajo de potencia relevantes, esperables desde el punto de vista operativo, del sistema de convertidor.

Una transformación de la curva temporal de la corriente de fuga respectiva en el rango espectral sirve como espectro de corriente de fuga de referencia específico para este sistema de convertidor y muestra una expresión característica para un determinado punto de trabajo de potencia del convertidor en caso de conexión de conductor de protección intacta.

- 5 Una interrupción de la conexión de conductor de protección al sistema de convertidor conectado al subsistema causa una suspensión de la capacidad de fuga parcial de red del subsistema y, en consecuencia, un cambio detectable en los espectros de corriente de fuga.

10 Durante el funcionamiento del sistema de abastecimiento de corriente con el sistema de convertidor conectado a través del subsistema se mide continuamente la corriente de fuga actual y a partir de ella se calcula un espectro de corriente de fuga actual que se corresponde con el punto de trabajo de potencia en ese momento del convertidor. Este espectro de corriente de fuga se compara con el espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente, en donde una desviación entre el espectro de corriente de fuga calculado actualmente y el espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente denota una interrupción de la conexión de conductor de protección.

15 En un diseño adicional, el cálculo del espectro de corriente de fuga de referencia específico para el sistema de convertidor y el cálculo del espectro de corriente de fuga actual durante el funcionamiento del sistema de convertidor comprende un cálculo de componentes espectrales de corriente de fuga significativos, en donde los componentes espectrales de corriente de fuga significativos durante la puesta en marcha del sistema de convertidor en una fase de aprendizaje se asocian a los puntos de trabajo de potencia.

20 En vistas a una reducción del esfuerzo de cálculo durante el cálculo de los espectros de corriente de fuga es suficiente el cálculo de determinados componentes espectrales significativos dentro de todo el espectro de corriente de fuga. La significancia de los componentes espectrales de corriente de fuga seleccionados se da como resultado de que en estos puntos de frecuencia se haga reconocible un claro cambio (de amplitud) como consecuencia de la suspensión de la capacidad de fuga parcial de red del subsistema.

25 En una fase de aprendizaje durante la puesta en marcha del sistema de convertidor se efectúa la asociación de los componentes espectrales de corriente de fuga significativos a los puntos de trabajo de potencia.

De manera ventajosa, la comprobación de los espectros de corriente de fuga calculados actualmente se lleva a cabo en cada caso mediante una comparación en puntos de los componentes espectrales de corriente de fuga significativos.

30 Para comprobar si el espectro de corriente de fuga calculado actualmente presenta una desviación con respecto al espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente, por tanto no se requiere calcular todo el espectro de corriente de fuga, sino que la comprobación se efectúa con bajo esfuerzo de cálculo basándose en los componentes espectrales de corriente de fuga significativos seleccionados.

Con ventaja se efectúa la determinación de los valores de referencia capacidad de fuga total de red de referencia, corriente diferencial total de referencia, espectro de corriente de fuga de referencia durante una primera puesta en marcha e inmediatamente después de una comprobación de repetición del sistema de abastecimiento de corriente.

35 En caso de una primera puesta en marcha e inmediatamente después de una comprobación de repetición puede partirse de que el sistema de abastecimiento de corriente, en particular las conexiones de conductor de protección, se encuentra/n en un estado libre de errores, de modo que en esta fase pueden determinarse valores de referencia fiables.

40 Como alternativa o de manera complementaria a la determinación de los valores de referencia en el marco de la primera puesta en marcha y la comprobación de repetición se efectúa la determinación de los valores de referencia capacidad de fuga total de red de referencia, corriente diferencial total de referencia, espectro de corriente de fuga de referencia mediante una filtración de los valores medidos.

45 Por medio de una filtración, por ejemplo mediante un promediado flotante, se consigue una adaptación continua y lenta del valor de referencia a condiciones de sistema cambiantes en sí. Los cambios bruscos del valor de medición actual en comparación con el valor de referencia lento así determinado se reconocen como eventos defectuosos (rotura del conductor de protección).

En la aplicación del procedimiento de acuerdo con la invención, según la reivindicación 1 se soluciona el objetivo para un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra mediante un dispositivo de protección eléctrico de acuerdo con la invención según la reivindicación 6.

50 El dispositivo de protección eléctrico presenta para ello un dispositivo para la medición de una corriente de fuga, una unidad de cálculo para el cálculo de un espectro de corriente de fuga así como una unidad de proceso de evaluación para la comprobación de los espectros de corriente de fuga calculados y para la señalización de la interrupción de la conexión de conductor de protección.

El dispositivo para la medición de una corriente de fuga capta una corriente de fuga específica para el sistema de

convertidor para distintos puntos de trabajo de potencia del sistema de convertidor. La captación se efectúa como corriente de fuga de referencia en un estado libre de errores del sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra y como corriente de fuga actual durante el funcionamiento del sistema de convertidor.

5 En la unidad de cálculo se efectúa una transformación de la curva temporal de la corriente de fuga en un espectro de corriente de fuga, sobre cuya base la unidad de proceso de evaluación comprueba si existe una desviación del espectro de corriente de fuga calculado actualmente con respecto al espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente.

10 Además, el dispositivo para la medición de la corriente de fuga, la unidad de cálculo para el cálculo del espectro de corriente de fuga y la unidad de proceso de evaluación configuran un aparato combinado integrado basándose en un aparato para la determinación de la calidad de red como unidad constructiva.

Un aparato combinado integrado ofrece las ventajas mencionadas ya anteriormente de una puesta en marcha simplificada y fiabilidad aumentada del dispositivo de protección eléctrico y disminuye el esfuerzo de la técnica de circuito. Preferentemente, un aparato presente para la determinación de la calidad de red (aparato de PQ) proporciona la base para el aparato combinado integrado.

15 Con el procedimiento de acuerdo con la invención y su aplicación por medio del dispositivo de protección eléctrico correspondiente se hace posible un monitoreo eficaz de la conexión de conductor de protección. En particular puede reconocerse de antemano una interrupción de una conexión de conductor de protección a un subsistema, de modo que no se produzca ninguna interrupción de funcionamiento que requiera tiempo y sea costosa.

20 Otras características de diseño ventajosas se desprenden de la siguiente descripción y los dibujos, que explican una forma de realización preferente de la invención por medio de ejemplos. Muestran:

la Figura 1: una representación de una puesta a tierra en un sistema de abastecimiento de corriente no puesto a tierra con un dispositivo de protección eléctrico y

la Figura 2: una representación de una puesta a tierra en un sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra con un dispositivo de protección eléctrico de acuerdo con la invención.

25 La **Figura 1** muestra una puesta a tierra en un sistema de abastecimiento de corriente 2 (alterna) trifásica (IT) no puesto a tierra con los conductores activos L1, L2, L3. El sistema de abastecimiento de corriente 2 comprende un subsistema 4, que puede pararse, con un medio de funcionamiento 6, que está unido a través de una conexión de conductor de protección 8 que guía hacia el subsistema 4 con una instalación de puesta a tierra. Todas las partes activas del sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra están separadas de acuerdo con la definición con respecto a la tierra 10. El sistema de abastecimiento de corriente 2 está caracterizado además por las capacidades de fuga de red Cn1 de un sistema principal y las capacidades de fuga de red Cn2 del subsistema 4, dando como resultado la suma de las capacidades de fuga de red Cn1 y Cn2 debido a su conmutación en paralelo una capacidad de fuga total de red del sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra. A través de las capacidades de fuga de red Cn1 y Cn2 fluyen (en un estado libre de errores y cuando el subsistema 4 está encendido) en cada caso las corrientes de fuga Ia1 y Ia2, que en el presente caso del sistema de corriente alterna son proporcionales a las respectivas capacidades de fuga de red Cn1 y Cn2.

30 Un aparato de monitoreo de aislamiento 12 conectado entre los conductores activos L1, L2, L3 y tierra 10 monitorea una resistencia de aislamiento Riso del sistema de abastecimiento de corriente 2 (en representación simplificada se muestra en el presente documento solo la resistencia de aislamiento Riso del sistema principal, aunque también se captan resistencias de aislamiento no representadas, conmutadas en paralelo, de subsistemas presentes).

45 En el caso de funcionamiento representado se produce una interrupción 20 (primer error) de la conexión de conductor de protección 8 al subsistema 4. Si se añade ahora un segundo error Rf en el medio de funcionamiento 6 conectado al subsistema 4 (situación de dos errores), por ejemplo debido a un aislamiento defectuoso, fluye una corriente de defecto If a través de la persona que toca y las capacidades de fuga de red Cn1. En particular en sistemas de abastecimiento de corriente 2 extensivos con grandes capacidades de fuga de red Cn1, la corriente de defecto If puede asumir valores peligrosamente altos.

50 Un dispositivo de protección eléctrico 30 para el reconocimiento de la interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8 presenta dispositivos de medición 32, 34 y una unidad de proceso de evaluación 36. En particular estos son un dispositivo 32 para la medición de la capacidad de fuga total de red del sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra, un dispositivo 34 para la medición de la potencia total consumida a través del sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra así como una unidad de proceso de evaluación 36 para la comprobación de la capacidad de fuga total de red medida y la potencia total consumida medida y para la señalización de la interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8.

55 El dispositivo 32 forma para la medición de la capacidad de fuga total de red junto con el aparato de monitoreo de aislamiento 12 un aparato de monitoreo de aislamiento 38 ampliado, que a su vez junto con el dispositivo 34 para la medición de la potencia total y la unidad de proceso de evaluación 36 configura un aparato combinado integrado 31

como unidad constructiva.

5 En la **Figura 2** se muestra el mismo caso de funcionamiento (situación de dos errores) al igual que para el sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra de la Figura 1 para un sistema de abastecimiento de corriente 3 (alterna) trifásica (TN) puesto a tierra con los conductores activos L1, L2, L3. Al contrario que el sistema de abastecimiento de corriente 2 no puesto a tierra (Figura 1), el sistema de abastecimiento de corriente 3 puesto a tierra presenta en su punto de alimentación una conexión a tierra 9 directa. Debido a la interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8 fluye la corriente de defecto I_f completamente a través de la persona que toca.

10 Mediante una medición de la corriente diferencial total y la potencia total del sistema de abastecimiento de corriente 3 puesto a tierra se reconoce en relación con una evaluación de los resultados de medición una interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8.

15 Para ello, el dispositivo de protección eléctrico 40 presenta un dispositivo 42 para la medición de una corriente diferencial total del sistema de abastecimiento de corriente 3 puesto a tierra, un dispositivo 44 para la medición de una potencia total consumida a través del sistema de abastecimiento de corriente puesto a tierra así como una unidad de proceso de evaluación 46 para la comprobación de la corriente diferencial total medida y la potencia total consumida medida y para la señalización de la interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8.

El dispositivo 42 para la medición de la corriente diferencial total, el dispositivo 44 para la medición de la potencia total consumida y la unidad de proceso de evaluación 46 configuran un aparato combinado integrado 41 basándose en un aparato para la determinación de la calidad de red como unidad constructiva.

20 En el caso de un sistema de convertidor conectado al subsistema - en la Figura 2 puede considerarse el medio de funcionamiento 6 como un sistema de convertidor de este tipo - está dispuesto en la línea de alimentación del subsistema 4 un dispositivo de protección eléctrico 50 para el reconocimiento de una interrupción de una conexión de conductor de protección en caso del funcionamiento de convertidor.

25 El dispositivo de protección eléctrico 50 de acuerdo con la invención para subsistemas 4 con sistema de convertidor comprende un dispositivo 52 para la medición de una corriente de fuga, una unidad de cálculo 54 para el cálculo de un espectro de corriente de fuga así como una unidad de proceso de evaluación 56 para la comprobación de los espectros de corriente de fuga calculados y para la señalización de la interrupción 20 de la conexión de conductor de protección 8. A este respecto, puede efectuarse la implementación del dispositivo de protección eléctrico 50 en forma de un aparato combinado integrado 51 basándose en un aparato para la determinación de la calidad de red como unidad constructiva.

30 Si no se tienen que controlar las conexiones de conductor de protección a otros subsistemas, se puede omitir el dispositivo de protección eléctrico 40 no previsto para el funcionamiento del convertidor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el reconocimiento de una interrupción (20) de una conexión de conductor de protección (8) a un subsistema (4) de un sistema de abastecimiento de corriente (3) puesto a tierra, con un sistema de convertidor conectado al subsistema (4), que comprende las etapas de procedimiento que se llevan a cabo durante una puesta en marcha del sistema de convertidor:
- medir en cada caso una corriente de fuga específica para el sistema de convertidor para distintos puntos de trabajo de potencia del sistema de convertidor en un estado libre de errores del sistema de abastecimiento de corriente (3) puesto a tierra,
 - 10 - calcular un espectro de corriente de fuga de referencia específico para el sistema de convertidor de la respectiva corriente de fuga,
- y que comprende las etapas de procedimiento que se llevan a cabo de manera repetida durante el funcionamiento del sistema de convertidor:
- medir en cada caso una corriente de fuga actual para los distintos puntos de trabajo de potencia del sistema de convertidor,
 - 15 - calcular un espectro de corriente de fuga actual de la respectiva corriente de fuga actual,
 - comprobar si el espectro de corriente de fuga calculado actualmente presenta una desviación con respecto al espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente,
 - señalar que existe una interrupción (20) de la conexión de conductor de protección (8), en caso de que la comprobación dé como resultado que existe la desviación del espectro de corriente de fuga calculado actualmente con respecto al espectro de corriente de fuga de referencia correspondiente.
 - 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado porque
 el cálculo del espectro de corriente de fuga de referencia específico del sistema de convertidor y el cálculo del espectro de corriente de fuga actual durante el funcionamiento del sistema de convertidor comprende un cálculo de componentes espectrales de corriente de fuga significativos, en donde los componentes espectrales de corriente de fuga significativos durante la puesta en marcha del sistema de convertidor en una fase de aprendizaje se asocian a los puntos de trabajo de potencia.
- 25
3. Procedimiento según la reivindicación 2,
caracterizado porque
 la comprobación de los espectros de corriente de fuga calculados actualmente se lleva a cabo en cada caso mediante una comparación en puntos de los componentes espectrales de corriente de fuga significativos.
- 30
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque
 la determinación del espectro de corriente de fuga de referencia se efectúa en caso de una primera puesta en marcha e inmediatamente después de una comprobación de repetición del sistema de abastecimiento de corriente (2, 3).
- 35
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado porque
 la determinación del espectro de corriente de fuga de referencia se efectúa mediante una filtración de los valores medidos.
- 40
6. Dispositivo de protección eléctrico (50) para el reconocimiento de una interrupción (20) de una conexión de conductor de protección (8) a un subsistema (4) de un sistema de abastecimiento de corriente (3) puesto a tierra, con un sistema de convertidor conectado al subsistema (4), el dispositivo de protección eléctrico que comprende un dispositivo (52) para la medición de una corriente de fuga, una unidad de cálculo (54) para el cálculo de un espectro de corriente de fuga así como una unidad de proceso de evaluación (56) para la comprobación de los espectros de corriente de fuga calculados y para la señalización de la interrupción (20) de la conexión de conductor de protección (8),
- 45
- caracterizado porque**
 la unidad de proceso de evaluación (56) está configurada de tal modo que realiza las etapas del procedimiento según la reivindicación 1.
- 50
7. Dispositivo de protección eléctrico (50) según la reivindicación 6,
caracterizado porque
 el dispositivo (52) para la medición de la corriente de fuga, la unidad de cálculo (54) para el cálculo del espectro de corriente de fuga y la unidad de proceso de evaluación (56) configuran un aparato combinado integrado (51) basándose en un aparato para la determinación de la calidad de red como unidad constructiva.
- 55

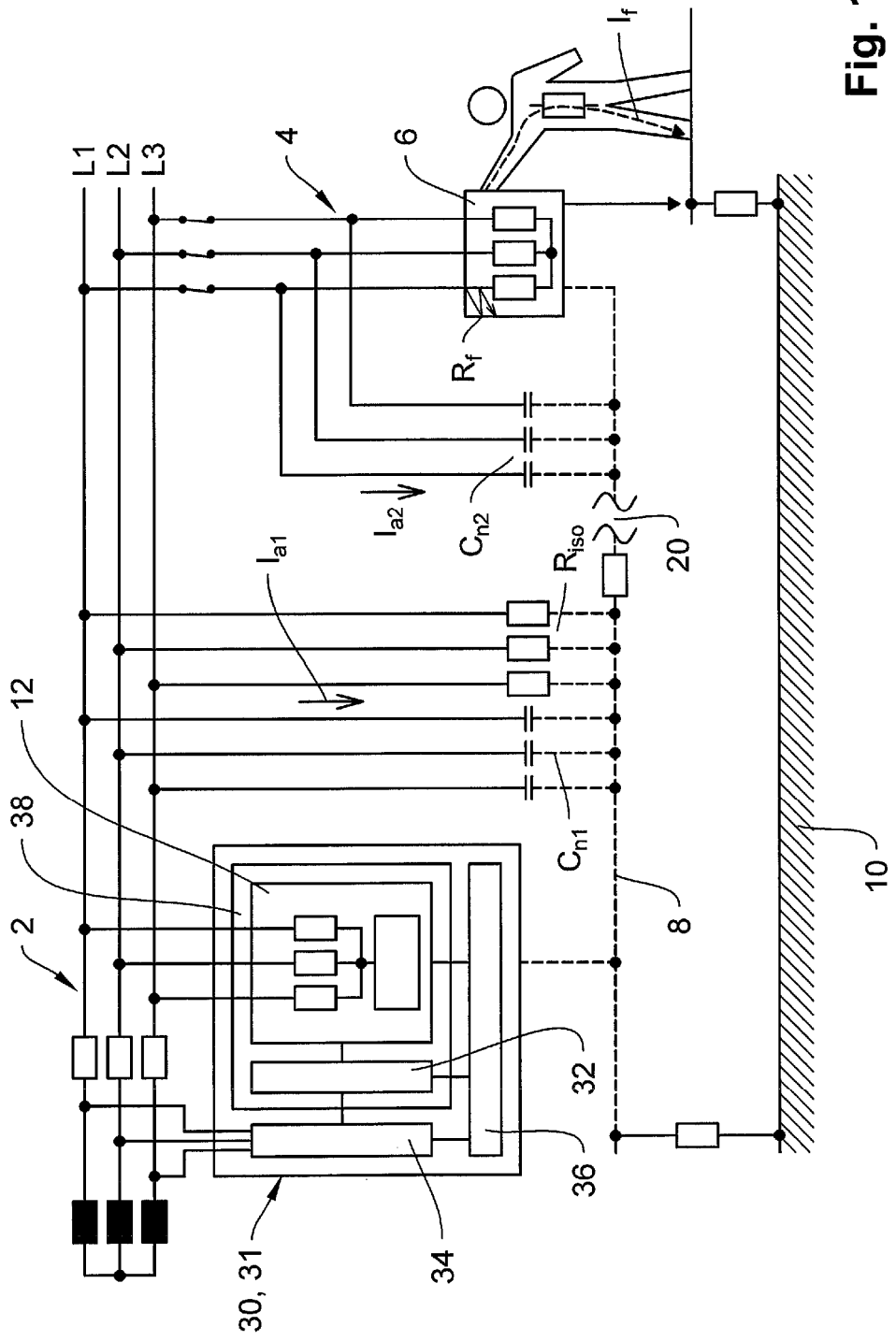


Fig. 1

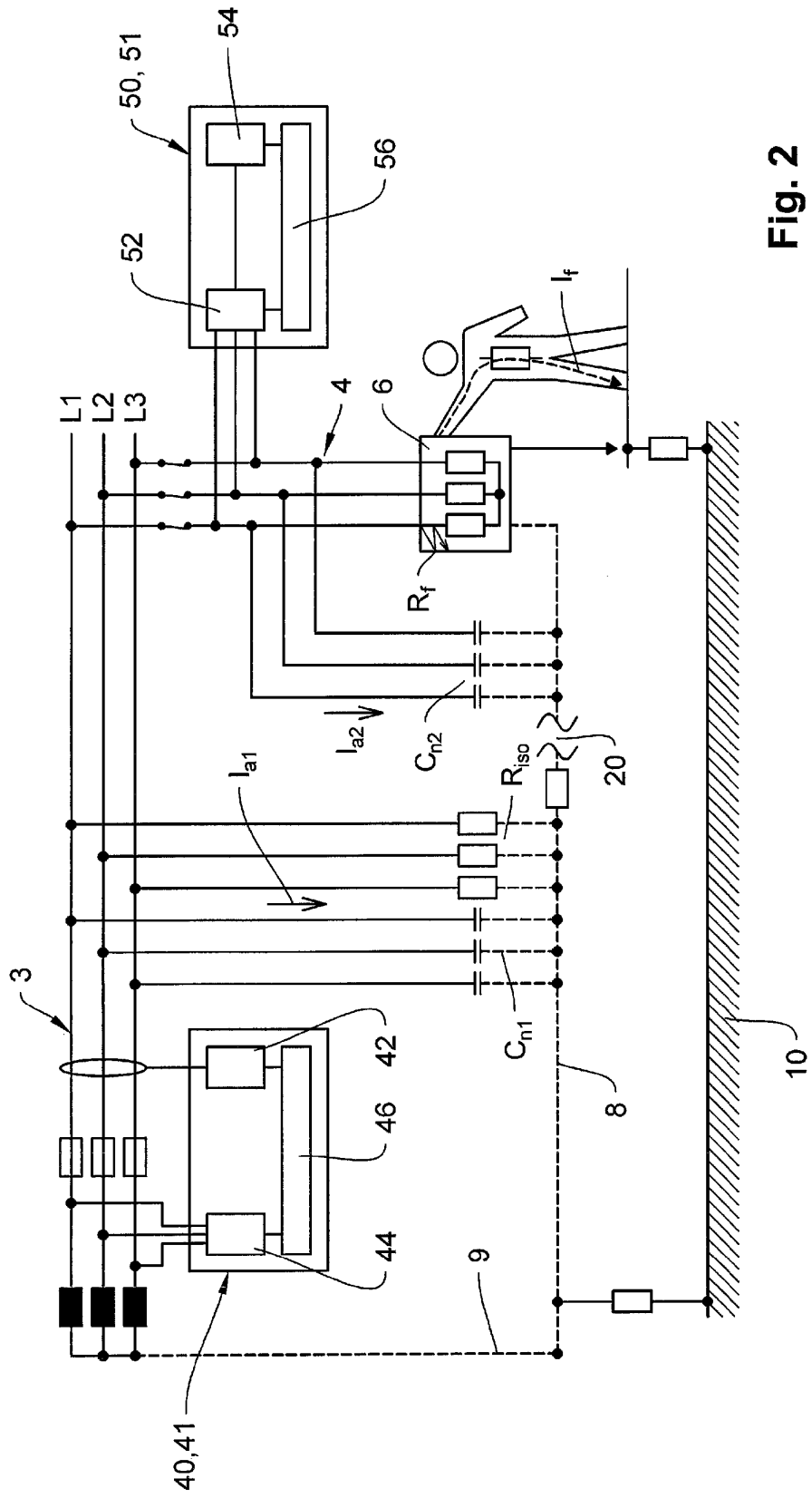


Fig. 2