

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 557**

51 Int. Cl.:

**H02H 3/16** (2006.01)

**H02H 3/33** (2006.01)

**H02H 7/20** (2006.01)

**H02H 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2013 PCT/EP2013/071744**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060527**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2013 E 13777090 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2909909**

54 Título: **Sistema de protección de una pluralidad de fuentes de tensión continua**

30 Prioridad:

**18.10.2012 FR 1259950**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.10.2017**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS  
(100.0%)**

**35 rue Joseph Monier  
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**STEPANEK, JIRI;  
TIAN, SIMON;  
DOMEJEAN, ERIC y  
CADOUX, YVAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 635 557 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**

Sistema de protección de una pluralidad de fuentes de tensión continua

5 La presente invención se refiere a un sistema de protección de una pluralidad de fuentes de tensión continua apropiadas para conectarse en paralelo entre un primer y un segundo borne de entrada de un ondulator de tensión, siendo apropiado el ondulator de tensión para convertir una tensión continua de entrada en una tensión alterna de salida, estando conectada cada fuente de tensión continua mediante un primer conductor eléctrico al primer borne de entrada y mediante un segundo conductor eléctrico a un segundo borne de entrada.

10 La invención se refiere igualmente a una central de producción de una tensión alterna, que comprende el ondulator de tensión, la pluralidad de fuentes de tensión continua conectadas en paralelo entre los dos bornes de entrada del ondulator, y un sistema de ese tipo de protección de la pluralidad de fuentes de tensión continua.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de protección de la pluralidad de fuentes de tensión continua.

15 Se conoce por el documento EP 1 291 997 A2 una central de producción del tipo antes mencionado. La central de producción incluye un ondulator de tensión apropiado para convertir la tensión continua suministrada por un campo de células solares, en una tensión alterna suministrado a una red. El campo de células solares forma una pluralidad de fuentes de tensión continua conectadas en paralelo y entre los bornes de entrada del ondulator.

La central de producción incluye igualmente un sistema de protección de la pluralidad de fuentes de tensión continua, incluyendo el sistema de protección un detector de defectos a tierra, es decir un detector de defectos de aislamiento de un conductor eléctrico con relación a una masa eléctrica. En caso de detección de un defecto a tierra, el detector ordena la detención del ondulator de tensión con el fin de aislar las fuentes de tensión continua.

20 El documento US 2012/0048325 A1 describe un dispositivo fotovoltaico de generación de energía que comprende un ondulator, un detector de defectos a tierra y un interruptor situado entre el ondulator y un cable de conexión de un conjunto de paneles fotovoltaicos.

El documento US 4 638 245 A describe un aparato de protección contra defectos a tierra de una fuente de corriente continua no unida a tierra.

25 El documento EP 2 463 977 A2 describe un agrupador de potencia continua unido mediante dos conductores a un conjunto de paneles fotovoltaicos y que comprende un interruptor previsto para desconectar los paneles cuando una medida de corriente diferencial entre los dos conductores es superior a un valor predefinido.

El documento US 2012/019964 A1 describe un ondulator unido eléctricamente una red de paneles fotovoltaicos y un procedimiento de aislamiento de la red con relación al ondulator en caso de detección de un defecto a tierra.

30 Sin embargo, un sistema de protección de ese tipo implica una pérdida de explotación importante en caso de detección de un defecto a tierra, puesto que se detiene el ondulator de tensión y entonces la central de producción no proporciona ya más tensión alterna a la red.

35 El objeto de la invención es por tanto proponer un sistema de protección que permita reducir las pérdidas de explotación en caso de defecto a tierra, es decir en caso de defecto de aislamiento de un conductor eléctrico con relación a la masa eléctrica.

Con este fin, la invención tiene por objeto un sistema de protección según la reivindicación 1.

La invención tiene por objeto un sistema de protección según las reivindicaciones dependientes 2 a 9.

La invención tiene igualmente por objeto una central de producción de una tensión alterna según la reivindicación 10.

40 La invención tiene igualmente por objeto una central de producción de una tensión alterna según la reivindicación dependiente 11.

La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de protección de una pluralidad de fuentes de tensión según la reivindicación 12.

45 La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de protección de una pluralidad de fuentes de tensión según la reivindicación dependiente 13.

Estas características y ventajas de la invención surgirán con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 - la figura 1 es una representación esquemática de una central de producción de una tensión alterna según un primer modo de realización de la invención, la central comprende un ondulator de tensión, una pluralidad de fuentes de tensión continua conectadas en paralelo y entre unos bornes de entrada del ondulator, y un sistema

de protección del órgano de corte y un primer detector de un defecto de aislamiento del primer conductor con relación a una masa eléctrica, el primer detector y el primer órgano de corte asociado están conectados en serie entre la fuente de tensión continua correspondiente y el primer borne de entrada del ondulator, y

- 5 - la figura 2 es una representación esquemática de un dispositivo de protección de la figura 1, incluyendo el dispositivo de protección un primer y un segundo detector de defecto de aislamiento;
- la figura 3 es una representación esquemática de cada detector de defecto de aislamiento de la figura 2, incluyendo el detector un captador de corriente unido, por un lado, a una etapa de detección de una señal de referencia y, por otro lado, a un órgano de cálculo de una corriente directa y de una corriente inversa;
- 10 - la figura 4 es una representación esquemática de la etapa de detección de la figura 3;
- la figura 5 es un organigrama de funcionamiento del sistema de protección durante la aparición de un primer defecto a tierra;
- la figura 6 es un organigrama de funcionamiento del sistema de protección durante la aparición de un segundo defecto a tierra;
- la figura 7 es una vista análoga a la de la figura 1, según un segundo modo de realización de la invención;
- 15 - la figura 8 es un organigrama de funcionamiento del sistema de protección según el segundo modo de realización durante la aparición de una corriente inversa y de una diferencia de corriente entre las dos polaridades de la corriente continua en la entrada del ondulator; y
- la figura 9 es una vista análoga a la de la figura 2 según un tercer modo de realización.

20 En la figura 1, una central 10 de producción de una tensión alterna comprende un ondulator 12 de tensión apropiado para convertir una tensión continua de entrada en la tensión alterna, presentando la tensión alterna al menos una fase e incluyendo el ondulator 12 un borne 14 de salida para la o cada fase, así como un primer borne 16 de entrada y un segundo borne 18 de entrada.

La central 10 de producción comprende igualmente una pluralidad de fuentes 20 de tensión continua conectadas en paralelo entre los dos bornes 16, 18 de entrada del ondulator.

25 La central 10 de producción comprende una pluralidad de primeros conductores 22 eléctricos de enlace de cada fuente 20 de tensión continua respectivamente con el primer borne 16 de entrada, estando conectados los primeros conductores 22 eléctricamente entre sí y al primer borne 16 de entrada mediante una primera línea 24 eléctrica.

30 La central 10 de producción comprende igualmente una pluralidad de segundos conductores 26 eléctricos de enlace de cada fuente 20 de tensión continua respectiva con el segundo borne 18 de entrada, los segundos conductores 26 eléctricos están conectados eléctricamente entre sí y al segundo borne 18 de entrada mediante una segunda línea 28 eléctrica.

La central 10 de producción comprende igualmente un sistema 30 de protección de la pluralidad de fuentes 20 de tensión continua, particularmente con respecto a un defecto de aislamiento de uno o de varios conductores eléctricos entre los primeros y los segundos conductores 22, 26 eléctricos con relación a una masa 32 eléctrica.

35 En el ejemplo de realización de la figura 1, la tensión alterna proporcionada por el ondulator 12 es una tensión trifásica, y el ondulator 12 incluye entonces tres bornes 14 de salida.

El ondulator 12 de tensión es conocido por sí mismo, e incluye unos interruptores electrónicos controlables, no representados, estando conmutados los interruptores eléctricos siguiendo una forma de control con el fin de convertir la tensión continua de entrada en la tensión trifásica de salida.

40 En el ejemplo de realización de la figura 1, el primer borne 16 de entrada corresponde a la polaridad positiva de la tensión continua de entrada, y se denomina igualmente borne positivo de entrada. El segundo borne 18 de entrada corresponde a la polaridad negativa de la tensión continua de entrada y se denomina igualmente borne negativo de entrada.

45 Cada fuente 20 de tensión continua se conecta mediante un primer conductor 22 respectivo al primer borne 16 de entrada y mediante un segundo conductor 26 respectivo al segundo borne 18 de entrada. Cada fuente 20 de tensión continua incluye al menos un panel 34 fotovoltaico. En el ejemplo de realización de la figura 1, cada fuente 20 de tensión continua incluye un panel 34 fotovoltaico.

Como variante no representada, cada fuente 20 de tensión continua incluye una pluralidad de paneles 34 fotovoltaicos conectados en serie o en paralelo entre los bornes 16, 18 de entrada.

50 En el ejemplo de realización de la figura 1, los primeros conductores 22 eléctricos y la primera línea 24 eléctrica corresponden a la polaridad positiva de tensión continua, la primera línea 24 se denomina igualmente línea positiva. Los segundos conductores 26 eléctricos y la segunda línea 28 eléctrica corresponden a la polaridad negativa de la tensión continua proporcionada en la entrada del ondulator 12, y la segunda línea 28 eléctrica se denomina igualmente línea negativa.

55 El sistema 30 de protección comprende, para cada fuente 20 de tensión continua, un primer órgano 36 de corte eléctrico conectado al primer conductor 22 correspondiente, un segundo órgano de 38 de corte eléctrico conectado

al segundo conductor 26 correspondiente y un aparato 40 auxiliar asociado a los primeros y segundos órganos 36, 38 de corte. El primer órgano 36 de corte, el segundo órgano 38 de corte y el aparato 40 auxiliar forman un dispositivo 42 de protección de la fuente 20 de tensión continua correspondiente, como se representa en las figuras 1 y 2.

- 5 En el ejemplo de realización de la figura 1, el sistema 30 de protección comprende, para cada fuente 20 de tensión continua, un dispositivo 42 de protección correspondiente.

El sistema 30 de protección comprende un primer generador 44 de una primera señal predeterminada de referencia. Como complemento, el sistema 30 de protección comprende un segundo generador 46 de una segunda señal predeterminada de referencia.

- 10 Cada primer órgano 36 de corte y cada segundo órgano 38 de corte son, por ejemplo, unos disyuntores, tales como unos disyuntores magnetotérmicos. En el ejemplo de realización de la figura 2, el primer y segundo órganos 38 de corte de un mismo dispositivo 42 de protección están formados por un disyuntor de cuatro polos, correspondiendo cada órgano 36, 38 de corte a dos polos del disyuntor. En este ejemplo de realización, el primer órgano 36 de corte y el segundo órgano 38 de corte están acoplados mecánicamente por una barra de disparo, no representada, con el fin de permitir una apertura simultánea del primer y segundo órganos 36, 38 de corte.

Cada aparato 40 auxiliar comprende una caja 47 de protección y un primer detector 48 de un defecto de aislamiento del primer conductor 22 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica, estando dispuesto el primer detector 48 en la caja 47 de protección.

- 20 Como complemento, cada aparato 40 auxiliar comprende un segundo detector 50 de un defecto de aislamiento del segundo conductor 26 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica, estando dispuesto el segundo detector 50 en la caja 47 de protección.

- 25 El primer generador 44 se conecta entre la masa 32 eléctrica y el primer borne 16 de entrada, con el fin de inyectar la primera señal de referencia en la primera línea 24 eléctrica. La primera señal de referencia presenta una frecuencia predeterminada no nula, por ejemplo igual a 2,5 Hz, con el fin de que no se confunda con la corriente continua que circula en la primera línea 24 eléctrica y en los primeros conductores 22.

El segundo generador 46 se conecta entre la masa 32 eléctrica y el segundo borne 18 de entrada, con el fin de inyectar la segunda señal de referencia en la segunda línea 28 eléctrica. La segunda señal de referencia presenta una frecuencia predeterminada no nula, por ejemplo igual a 2,5 Hz, con el fin de que no se confunda con la corriente continua que circula en la segunda línea 28 eléctrica y en el segundo conductor 26 eléctrico.

- 30 Como variante no representada, el sistema 30 de protección comprende un único generador entre el primer y segundo generadores 44, 46, siendo apropiada la señal de referencia inyectada en una de las líneas entre la primera y segunda líneas 24, 28 eléctricas para retornar a la otra línea entre la primera y la segunda líneas 24, 28 eléctricas mediante un acoplamiento de impedancia entre la primera y la segunda líneas 24, 28 eléctricas. El acoplamiento de impedancias de la primera y segunda líneas eléctricas 24, 28 se realiza, por ejemplo, a través del ondulator 12 de tensión.

El primer detector 48 y el primer disyuntor 36 asociados se conectan en serie entre la fuente 20 de tensión continua correspondiente y el primer borne 16 de entrada del ondulator.

- 40 El primer detector 48 es apropiado para detectar la primera señal de referencia para la detección de defectos de aislamiento, circulando la primera señal de referencia entre el primer detector 48 correspondiente y el primer generador 44 a través de la masa 32 eléctrica en caso de defecto de aislamiento (flecha F1).

El segundo detector 50 y el segundo disyuntor 38 asociados se conectan en serie entre la fuente 20 de tensión continua correspondiente y el segundo borne 18 de entrada del ondulator.

- 45 El segundo detector 50 es apropiado para detectar la segunda señal de referencia para la detección de defectos de aislamiento, circulando la segunda señal de referencia entre el segundo detector 50 y el segundo generador 46 a través de la masa 32 eléctrica en caso de defecto de aislamiento sobre un segundo conductor 26 correspondiente (flecha F2).

- 50 Cada detector 48, 50 incluye un captador 52 de corriente apropiado para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor 22, 26 eléctrico correspondiente, una etapa 54 de detección de la primera o segunda señal de referencia y un órgano 56 de cálculo de una corriente directa y de una corriente inversa, como se representa en la figura 3.

En el ejemplo de realización de las figuras 2 a 4, el captador 52 de corriente es una resistencia de derivación.

En el modo de realización descrito, cada detector 48, 50 es apropiado para disparar el órgano 36, 38 de corte asociado en caso de detección por dicho detector de un defecto de aislamiento de un conductor 22, 26 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica. Dicho de otra manera, el primer detector 48 forma un medio de

disparo del primer disyuntor 36 asociado, en caso de detección del defecto de aislamiento del primer conductor 22 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica. El segundo detector 50 forma, de manera análoga, un medio de disparo del segundo disyuntor 38 asociado, en caso de detección del defecto de aislamiento del segundo conductor 26 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica.

5 La etapa 54 de detección, visible en la figura 4, se conecta a los extremos del captador 52 de corriente. Incluye un amplificador 58 diferencial, una primera 60, una segunda 62, y una tercera 64 etapas de filtrado, conectadas en serie en la salida del amplificador 58 diferencial, un convertidor 66 de analógico a digital conectado en la salida de la tercera etapa 64 de filtrado y un reductor de ruido 68 conectado a la salida del convertidor 66 de analógico a digital. La etapa 54 de detección es apropiada para detectar una corriente alterna, a saber la primera y/o la segunda señal de referencia.

10 Como variante no representada, las salidas de los amplificadores 58 diferenciales de los dos detectores 48, 50 se suman entre sí. Esto permite sumar las señales de medida procedentes de los dos captadores 52 de corriente e incrementar la relación señal a ruido cuando las señales de medida procedentes de los captadores de corriente presentan un reducido valor.

15 El órgano 56 de cálculo es conocido por sí mismo, y es apropiado para calcular la intensidad de la corriente directa a partir de la intensidad medida por el captador 52 de corriente. El órgano 56 de cálculo es igualmente apropiado para calcular la intensidad de la corriente inversa, a partir de la intensidad medida por el captador 52 de corriente, siendo susceptible de aparecer la corriente inversa en caso de presencia de un doble defecto de aislamiento con relación a la masa 32 eléctrica, es decir de un defecto de aislamiento de un primer conductor 22 para una fuente continua dada, seguido de manera casi simultánea por un defecto para un segundo conductor 26 con relación a la masa 32 eléctrica para otra fuente de tensión continua.

20 Cada etapa 60, 62, 64 de filtrado incluye un filtro 70 paso alto y un filtro 72 paso bajo conectado en la salida del filtro 70 paso alto.

25 El filtro 70 paso alto está destinado a suprimir la componente continua de la intensidad medida. El filtro 70 paso alto presenta una primera frecuencia de corte, de valor preferentemente inferior a 1 Hz, con el fin de suprimir la componente continua mientras se conserva la primera o segunda señal de referencia de frecuencia por ejemplo igual a 2,5 Hz. La primera frecuencia de corte del filtro 70 paso alto es inferior a la frecuencia de la primera o segunda señal de referencia.

30 El filtro 72 paso bajo conectado a la salida del filtro 70 paso alto está destinado a suprimir las componentes de frecuencias superiores a las de la primera o segunda señal de referencia, con el fin de poder detectar esta señal en caso de defecto de aislamiento. El filtro 72 paso bajo presenta una segunda frecuencia de corte de valor por ejemplo igual a 10 Hz, siendo la frecuencia de la primera o la segunda señal de referencia por ejemplo igual a 2,5 Hz. La segunda frecuencia de corte del filtro 72 paso bajo es superior a la frecuencia de la primera o segunda señal de referencia, con el fin de conservar dicha señal de referencia.

35 Dicho de otra manera, cada etapa 60, 62, 64 de filtrado forma un filtro paso banda con el fin de conservar esencialmente las frecuencias comprendidas entre la primera frecuencia de corte y la segunda frecuencia de corte, es decir la información correspondiente a la primera o a la segunda señal de referencia.

Cada etapa 60, 62, 64 de filtrado presenta además una gran ganancia, presentando el conjunto de las tres etapas 60, 62, 64 de filtrado una ganancia total de valor superior a 1000, preferentemente igual a 100.000.

40 El funcionamiento del sistema 30 de protección según la invención se explicará de aquí en adelante con la ayuda de las figuras 5 y 6.

45 En la figura 5, en caso de aparición de un primer defecto de aislamiento de un conductor 22, 26 eléctrico con relación a la masa 32 eléctrica (etapa 100), la primera o segunda señal de referencia, según que el conductor en defecto de aislamiento sea el primer conductor 22 o el segundo conductor 26, circula en el bucle en defecto. Se detecta entonces la primera o segunda señal de referencia mediante el detector 48, 50 correspondiente del aparato auxiliar durante la etapa 110. Habiendo detectado el detector 48, 50 el defecto de aislamiento, lanza entonces una temporización o un retardo de validación del defecto.

50 Si no aparece un segundo defecto en la temporización durante la etapa 120, entonces el detector 48, 50 que ha detectado previamente el defecto dispara al final de la temporización el órgano 36, 38 de corte afectado durante la etapa 130.

En el modo de realización descrito, el disyuntor de cuatro polos correspondiente al órgano 36, 38 de corte afectado es disparado en este caso por el detector 48, 50 que haya detectado anteriormente el defecto. Dicho de otra manera, se dispara entonces el primer y segundo órganos 36, 38 de corte correspondiente a la fuente 20 de tensión continua afectada por el detector de aislamiento.

55

La fuente 20 de tensión continua afectada es aislada por tanto del resto de la central 10 de producción mediante la apertura del primer y segundo órganos 36, 38 de corte correspondientes. La central 10 de producción está entonces de nuevo operativa sin tener necesidad de detener el ondulator 12, y continuando la producción de la tensión alterna con ayuda del ondulator 12 y de las otras fuentes 20 de tensión continua que no están en defecto.

- 5 Si por el contrario aparece un segundo defecto durante la temporización en la etapa 120, entonces la aparición de este segundo defecto a tierra (etapa 200) implica la aparición de una corriente inversa y/o de una diferencia de corriente entre la polaridad positiva y la polaridad negativa (etapa 210). La corriente inversa es una corriente que circula desde el primer defecto (flecha F1) hasta un segundo defecto (sentido opuesto al de la flecha F2) a través de la masa 32 eléctrica. Una corriente inversa de ese tipo es generalmente grande, puesto que está limitada únicamente por la impedancia del primer y segundo defectos y por la resistencia de la masa 32 eléctrica.

Esta corriente inversa y/o esta diferencia de corriente entre las dos polaridades se detecta entonces durante la etapa 220 por el órgano 56 de cálculo del aparato 40 auxiliar correspondiente. El detector 48, 50 afectado lanza una temporización.

- 15 En el curso de la etapa 230 siguiente, si se determina la corriente inversa para las dos fases de un mismo aparato 40 auxiliar, entonces se eliminan los dos defectos de aislamiento durante la etapa 240 por medio del disparo del primer y segundo órganos 36, 38 de corte asociados a este aparato 40 auxiliar, es decir en el modo de realización descrito a través del disparo del disyuntor de cuatro polos asociado a este aparato 40 auxiliar.

- 20 En el ejemplo de realización descrito, en el que el primer y segundo órganos 36, 38 de corte son unos disyuntores magnetotérmicos, si la intensidad de la corriente inversa de defecto es inferior a 0,7 veces la intensidad nominal del disyuntor correspondiente, indicada por  $I_n$ , entonces los disyuntores 36, 38 continúan cerrados. Si la intensidad de la corriente inversa de defecto está comprendida entre 0,7 veces  $I_n$  y 3,2 veces  $I_n$  para la curva B del disyuntor, entonces el aparato 40 auxiliar disparará los dos disyuntores 36, 38 en un lapso de tiempo comprendido entre 20 ms y 30 ms. Si la intensidad de la corriente inversa de defecto está comprendida entre 3,2 veces  $I_n$  y 7 veces  $I_n$ , esto corresponde a una zona de funcionamiento en la que a la vez el aparato 40 auxiliar y el circuito magnético del disyuntor 36, 38 son susceptibles de ordenar el disparo del disyuntor 36, 38. En cualquier caso, el lapso de tiempo necesario para el disparo estará comprendido entre 10 ms y 30 ms, lo que permite tener una apertura casi simultánea de los dos disyuntores 36, 38 asociados al doble defecto. Finalmente, si la intensidad de la corriente de defecto es superior a 7 veces  $I_n$ , entonces los circuitos magnéticos de los dos disyuntores 36, 38 ordenarán el disparo de los disyuntores 36, 38. El lapso de tiempo necesario para disparo es inferior a 12 ms, lo que permite tener una mejor simultaneidad de la apertura de los dos disyuntores 36, 38 asociados al doble defecto.

Si, por el contrario, se determina la corriente inversa entre las polaridades positiva y negativa de los dos aparatos 40 auxiliares distintos, entonces el primer y segundo órganos 36, 38 de corte de los dos aparatos 40 auxiliares afectados se disparan al final de la temporización durante la etapa 250. Dicha temporización es preferentemente inferior a 20 ms.

- 35 En el modo de realización descrito, los dos disyuntores de cuatro polos que corresponden a los dos aparatos 40 auxiliares afectados se disparan en este caso mediante los detectores 48, 50 que hayan detectado anteriormente estos dos defectos. Dicho de otra manera, el defecto doble se suprime a través del disparo de los dos disyuntores de cuatro polos asociados a los dos aparatos 40 auxiliares afectados.

- 40 Las condiciones de disparo del primer y segundo disyuntores 36, 38 magnetotérmicos y el lapso de tiempo necesario para el disparo correspondiente son idénticos a los descritos anteriormente para la etapa 240.

- 45 Los dos disyuntores de cuatro polos tienen una curva de disparo gestionada por la electrónica y permiten por tanto una muy buena precisión y reproducibilidad del disparo. Los dos disyuntores de cuatro polos accionarán una apertura simultánea o casi simultánea. Debido a esto, la tensión de corte se repartirá entre los contactos de los dos disyuntores de cuatro polos. Para una tensión continua  $U$  de entrada del ondulator 12, cada contacto del disyuntor 36, 38 deberá cortar una tensión solamente igual a  $U/2$ . La tensión  $U$  en la entrada del ondulator 12 es, por ejemplo, igual a 1 kV, y la tensión a cortar para cada disyuntor 36, 38 es entonces igual a aproximadamente 500 V. Esto permite utilizar unos disyuntores 36, 38 menos costosos.

Las dos fuentes 20 de tensión continua afectadas se aíslan por tanto del resto de la central 10 de producción debido a la apertura del primer y segundo órganos 36, 38 de corte correspondientes.

- 50 De ese modo, incluso en caso de un doble defecto de aislamiento de diferentes conductores con relación a la masa 32 eléctrica, el ondulator 12 de tensión no se detiene, y solo se aíslan del resto de la central 10 de producción las fuentes 20 de tensión continua que presenten un defecto de aislamiento en sus extremos, mientras que las otras fuentes 20 de tensión continua que no presentan defecto continúan operativas. Esto permite localizar el defecto de aislamiento y proseguir con la producción de la tensión alterna a través del ondulator 12 de tensión.

- 55 El sistema 30 de protección según la invención permite entonces asegurar la protección de las fuentes 20 de tensión continua, es decir la protección de los paneles 34 fotovoltaicos y de los enlaces eléctricos que unen los paneles 34 a los órganos 36, 38 de corte. El sistema 30 de protección protege las fuentes 20 de tensión continua particularmente

respecto a un defecto de conexión eléctrica entre un panel 34 y un órgano 36, 38 de corte, respecto a un defecto entre el interior de un panel 34 y la masa 32 eléctrica o incluso respecto a un defecto entre un enlace eléctrico de conexión de un panel 34 a un órgano 36, 38 de corte correspondiente y la masa 32 eléctrica.

5 Las figuras 7 y 8 ilustran un segundo modo de realización de la invención para el que los elementos análogos al primer modo de realización, descrito anteriormente, se referencian mediante unas referencias idénticas, y no se describen de nuevo.

10 Según el segundo modo de realización, el sistema 30 de protección comprende además un dispositivo 300 de centralización de los defectos detectados, siendo apropiado el dispositivo 300 de centralización para comunicar con cada detector 48, 50 y para enviar una señal de disparo con destino a uno o unos órganos 36, 38 de corte correspondientes en caso de detección de uno o de varios defectos de aislamiento.

15 Dicho de otra manera, según el segundo modo de realización, el dispositivo 300 de centralización forma un medio de disparo del primer órgano 36 de corte afectado en caso de detección del defecto de aislamiento de un primer conductor 22 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica. Como complemento, el dispositivo 300 de centralización forma un medio de disparo del segundo órgano 38 de corte afectado en caso de detección del defecto de aislamiento de un segundo conductor 28 correspondiente con relación a la masa 32 eléctrica.

20 En el ejemplo de realización de la figura 7, el dispositivo 42 de protección asociado a cada fuente 20 de tensión continua incluye además un órgano 302 de comunicación, unido a la vez al primer detector 48 y al segundo detector 50, siendo el órgano 302 de comunicación común a los dos detectores 48, 50 y apropiado para permitir la comunicación de datos entre los detectores 48, 50 y el dispositivo 300 de centralización, a través de un enlace 304 de datos.

Como variante no representada, el sistema 30 de protección comprende, para cada primer detector 48, un primer órgano de comunicación con el dispositivo 300 de centralización, y para cada segundo detector 50, un segundo órgano de comunicación con el dispositivo 300 de centralización.

25 El enlace 304 de datos es preferentemente un enlace radioeléctrico. Como variante, el enlace 304 de datos es un enlace por cable.

El funcionamiento del sistema 30 de protección según el segundo modo de realización es análogo al del primer modo de realización, descrito anteriormente. El funcionamiento del sistema 30 de protección según el segundo modo de realización se precisará además en el caso de un doble defecto de aislamiento con la ayuda del organigrama de la figura 8.

30 En caso de doble defecto de aislamiento con relación a la masa 32 eléctrica, aparecen durante la etapa 400 una corriente inversa y/o una diferencia de corriente entre las polaridades positiva y negativa.

35 La detección de estos defectos de aislamiento se efectúa entonces mediante los detectores 48, 50 de uno o de varios aparatos 40 auxiliares, durante la etapa 410. Los defectos de aislamiento detectados por los detectores 48, 50 se comunican entonces al dispositivo 300 de centralización con la ayuda del o de los órganos 302 de comunicación correspondientes.

40 Durante la etapa 420 siguiente, el dispositivo 300 de centralización determina si la corriente inversa determinada está presente en las dos fases del mismo dispositivo 42 de protección, y si es así, envía una señal de disparo, durante la etapa 430, al primer y segundo órganos 36, 38 de corte del dispositivo 42 de protección correspondiente. En el ejemplo de realización descrito, se dispara el disyuntor de cuatro polos correspondiente al primer y segundo órganos 36, 38 de corte del dispositivo 42 de protección. Las condiciones de disparo del primer y segundo disyuntores 36, 38 magnetotérmicos y el lapso de tiempo necesario para el disparo correspondiente son idénticos a los descritos anteriormente para el primer modo de realización en relación con la etapa 240 de la figura 6.

Si no, el dispositivo de centralización determina durante la etapa 460, si varios aparatos 40 auxiliares han detectado cada uno un defecto de aislamiento con relación a la masa 32 eléctrica.

45 Durante esa etapa 460, si los detectores 48, 50 de un único aparato 40 auxiliar han detectado un defecto de aislamiento, entonces se disparan el primer y segundo órganos 36, 38 de corte asociados a este aparato 40 auxiliar durante la etapa 480. En el ejemplo de realización descrito, solo se dispara entonces el disyuntor tetrapolar asociado al aparato 40 auxiliar correspondiente a través del dispositivo 300 de centralización.

50 Las condiciones de disparo del primer y segundo disyuntores 36, 38 magnetotérmicos y el lapso de tiempo necesario para el disparo correspondiente son de nuevo idénticos a los descritos anteriormente para el primer modo de realización en relación con la etapa 240 de la figura 6.

Si no, en el caso de que varios aparatos 40 auxiliares hayan detectado un defecto de aislamiento a través de su detector 48, 50 respectivo, entonces se disparan los primer y segundo órganos 36, 38 de corte asociados a cada uno de estos aparatos 40 auxiliares que hayan detectado un defecto de aislamiento mediante unas señales

correspondientes emitidas por el dispositivo 300 de centralización. Dicho de otra manera, en el ejemplo de realización descrito, se disparan los disyuntores tetrapolares asociados a los aparatos 40 auxiliares que hayan detectado los defectos de aislamiento, produciéndose el disparo de los disyuntores afectados en un intervalo de tiempo limitado, por ejemplo en un intervalo de tiempo inferior a 20 ms.

- 5 Las condiciones de disparo del primer y segundo disyuntores 36, 38 magnetotérmicos y el lapso de tiempo necesario para el disparo correspondiente son de nuevo idénticos a los descritos anteriormente para el primer modo de realización con relación a la etapa 240 de la figura 6.

10 Los dos disyuntores de cuatro polos realizarán por tanto una apertura simultánea o casi simultánea. Debido a esto, la tensión cortada se repartirá sobre los contactos de los dos disyuntores de cuatro polos. Para una tensión continua  $U$  en la entrada del ondulator 12, cada contacto de disyuntor 36, 38 deberá cortar una tensión solamente igual a  $U/2$ .

15 Como resultado del disparo de los disyuntores afectados, se aíslan entonces del resto de la central 10 de producción las fuentes 20 de tensión continua que presenten un defecto de aislamiento en sus extremos, de manera que la central 10 de producción funcione de nuevo normalmente con el fin de proporcionar la tensión alterna a partir del ondulator 12 de tensión. El ondulator 12 se alimenta en la entrada por las fuentes 20 de tensión continua que no presentan defecto de aislamiento en sus bornes y que no se han aislado por el disparo anterior de los disyuntores afectados.

20 El sistema 30 de protección según el segundo modo de realización permite entonces ofrecer una mejor coordinación del disparo de los órganos 36, 38 de corte afectados a continuación de la aparición de uno o de varios defectos de aislamiento. El sistema 30 de protección según el segundo modo de realización permite particularmente controlar mejor el intervalo de tiempo en el curso del que el conjunto de los órganos 36, 38 de corte se dispara en el caso de varios defectos de aislamiento con relación a la masa 32 eléctrica.

Las otras ventajas de este segundo modo de realización son idénticas a las del primer modo de realización, y no se describen de nuevo.

- 25 La figura 9 ilustra un tercer modo de realización de la invención para el que los elementos análogos al primer modo de realización, descrito anteriormente, se referencian mediante unas referencias idénticas, y no se describen de nuevo.

30 Según el tercer modo de realización, el primer detector 48 incluye un primer captador 500 de corriente continua apropiado para medir la intensidad de la corriente que circula en el primer conductor 22 eléctrico correspondiente. El segundo detector 50 incluye un segundo captador 502 de corriente continua apropiado para medir la intensidad de la corriente continua que circula en el segundo conductor 26 eléctrico correspondiente.

El aparato 40 auxiliar incluye además un transformador 504 eléctrico para medir la suma de las corrientes que circulan en los dos conductores 22, 26 eléctricos.

35 Dicho de otra manera, según el tercer modo de realización, cada aparato 40 auxiliar incluye el primer captador 500 de corriente continua, el segundo captador 502 de corriente continua y el transformador 504 eléctrico, en sustitución de los dos captadores de corriente 52, tales como unas resistencias de derivación, del primer y segundo modos de realización.

40 El transformador 504 permite además detectar la primera señal de referencia y/o la segunda señal de referencia, permitiendo los dos captadores 500, 502 de corriente continua la detección de la corriente inversa y/o la diferencia de corriente entre las polaridades positiva negativa.

El sistema 30 de protección según el tercer modo de realización permite tener unas medidas de corriente menos sensibles al ruido que con la resistencia de derivación 52 del primer y segundo modos de realización. Esta variante de medida de las corrientes que circulan en el primer y segundo conductores 22, 26 eléctricos es sin embargo más costosa que la descrita con ayuda de resistencias de derivación para el primer y segundo modos de realización.

- 45 Se concibe de ese modo que el sistema 30 de protección según la invención permite reducir las pérdidas de explotación en caso de defecto de aislamiento de un conductor 22, 26 eléctrico con relación a la masa 32 eléctrica.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (30) de protección de una pluralidad de fuentes (20) de tensión continua apropiadas para conectarse en paralelo entre un primer (16) y un segundo (18) bornes de entrada de un ondulator (12) de tensión, siendo apropiado el ondulator (12) de tensión para convertir una tensión continua de entrada en una tensión alterna de salida, estando conectada cada fuente (20) de tensión continua mediante un primer conductor (22) eléctrico al primer borne (16) de entrada y mediante un segundo conductor (26) eléctrico al segundo borne (18) de entrada, comprendiendo el sistema (30) de protección, para cada fuente (20) de tensión continua, un primer órgano (36) de corte y un primer detector (48) de un defecto de aislamiento del primer conductor (22) con relación a una masa (32) eléctrica, estando conectados el primer detector (48) y el primer órgano (36) de corte asociado en serie entre la fuente (20) de tensión continua correspondiente y el primer borne (16) de entrada del ondulator, y comprendiendo el sistema (30) de protección unos medios (48; 300) de disparo, en caso de detección de defecto de aislamiento, del primer órgano (36) de corte asociado con el fin de abrir el enlace eléctrico correspondiente a dicho primer conductor (22), estando el sistema (30) de protección **caracterizado porque** comprende, además, para cada fuente (20) de tensión continua, un segundo órgano (38) de corte y un segundo detector (50) de un defecto de aislamiento del segundo conductor (26) con relación a la masa (32) eléctrica, estando conectados el segundo detector (50) y el segundo órgano (38) de corte en serie entre la fuente (20) de tensión continua correspondiente y el segundo borne (18) de entrada del ondulator, y **porque** el sistema (30) comprende unos medios (50; 300) de disparo, en caso de detección del defecto de aislamiento, del segundo órgano (38) de corte asociado con el fin de abrir el enlace eléctrico correspondiente a dicho segundo conductor (26).
2. Sistema (30) según la reivindicación 1, en el que el sistema (30) comprende además un primer generador (44) de una primera señal predeterminada de referencia, siendo apropiado el primer generador (44) para conectarse entre la masa (32) eléctrica y el primer borne (16) de entrada, presentando la primera señal de referencia una frecuencia predeterminada no nula, y en el que cada primer detector (48) es apropiado para detectar la primera señal de referencia para la detección del defecto, siendo apropiada la primera señal de referencia para circular entre el primer detector (48) correspondiente y el primer generador (44) a través de la masa (32) eléctrica en caso de defecto de aislamiento.
3. Sistema (30) según la reivindicación 1 o 2, en el que el sistema (30) comprende además un segundo generador (46) de una segunda señal predeterminada de referencia, siendo apropiado el segundo generador (46) para conectarse entre la masa (32) eléctrica y el segundo borne (18) de entrada, presentando la segunda señal de referencia una frecuencia predeterminada no nula, y en el que cada segundo detector (50) es apropiado para detectar la segunda señal de referencia para la detección de defecto, siendo apropiada la segunda señal de referencia para circular entre el segundo detector (50) correspondiente y el segundo generador (46) a través de la masa (32) eléctrica en caso de defecto de aislamiento.
4. Sistema (30) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema (30) comprende, para cada fuente (20) de tensión continua, un aparato (40) auxiliar, incluyendo cada aparato (40) auxiliar una caja (47) de protección, el primer detector (48) y el segundo detector (50), estando dispuestos los detectores (48, 50) en la caja (47) de protección.
5. Sistema (30) según la reivindicación 4, en el que el primer detector (48) incluye un primer captador (500) de corriente continua apropiado para medir la intensidad de la corriente continua que circula en el primer conductor (22) eléctrico, el segundo detector (50) incluye un segundo captador (502) de corriente continua apropiado para medir la intensidad de la corriente continua que circula en el segundo conductor (26) eléctrico, y el aparato (40) auxiliar incluye además un transformador (504) eléctrico para medir la suma de las corrientes que circulan en los dos conductores (22, 26) eléctricos.
6. Sistema (30) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada detector (48, 50) incluye un captador (52) de corriente, tal como una resistencia de derivación, apropiada para medir la intensidad de la corriente que circula en el conductor (22, 26) eléctrico correspondiente.
7. Sistema (30) según la reivindicación 5 o 6, en el que cada detector (48, 50) incluye un filtro (70) paso alto, con el fin de suprimir la componente continua de la intensidad medida.
8. Sistema (30) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que cada detector (48, 50) incluye un órgano (56) de cálculo apropiado para calcular la intensidad de una corriente directa y la intensidad de una corriente inversa a partir de la intensidad medida por el captador (52; 500, 502) de corriente.
9. Sistema (30) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (30) comprende además un dispositivo (300) de centralización de los defectos detectados, siendo apropiado el dispositivo (300) de centralización para comunicar con cada detector (48, 50) y, en caso de detección de uno o de varios defectos de aislamiento, para enviar una señal de disparo con destino a uno o unos órganos (36, 38) de corte correspondientes.

10. Central (10) de producción de una tensión alterna, que comprende:

- un ondulator (12) de tensión, apropiado para convertir una tensión continua de entrada en la tensión alterna, presentando la tensión alterna al menos una fase, incluyendo el ondulator (12) un borne (14) de salida para la o cada fase, un primer (16) y un segundo (18) bornes de entrada,

5 - una pluralidad de fuentes (20) de tensión continua conectadas en paralelo entre los dos bornes (16, 18) de entrada del ondulator, estando conectada cada fuente (20) de tensión continua mediante un primer conductor (22) eléctrico al primer borne (16) de entrada y mediante un segundo conductor (26) eléctrico al segundo borne (18) de entrada, y

10 - un sistema (30) de protección de la pluralidad de fuentes (20) de tensión, **caracterizado porque** el sistema (30) de protección está de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

11. Central (10) según la reivindicación 10, en la que cada fuente (20) de tensión continua incluye al menos un panel (34) fotovoltaico.

12. Procedimiento de protección de una pluralidad de fuentes (20) de tensión continua apropiadas para conectarse en paralelo entre un primer (16) y un segundo (18) bornes de entrada de un ondulator (12) de tensión, siendo apropiado el ondulator (12) de tensión para convertir una tensión continua de entrada en una tensión alterna de salida, estando conectada cada fuente (20) de tensión continua mediante un primer conductor (22) eléctrico al primer borne (16) de entrada y mediante un segundo conductor (26) eléctrico al segundo borne (18) de entrada, comprendiendo el procedimiento de protección las etapas siguientes:

20 - la detección (110), mediante un primer detector (48) de defectos de aislamiento, de un primer defecto de aislamiento del primer conductor (22) con relación a una masa (32) eléctrica, y

- el disparo (130), en caso de detección del primer defecto de aislamiento con relación a la masa (32) eléctrica, de un primer órgano (36) de corte asociado con el fin de abrir el enlace eléctrico correspondiente a dicho primer conductor (22), estando conectados el primer detector (48) y el primer órgano (36) de corte en serie entre la fuente (20) de tensión continua correspondiente y el primer borne (16) de entrada del ondulator,

25 estando el procedimiento de detección **caracterizado porque** comprende las etapas siguientes:

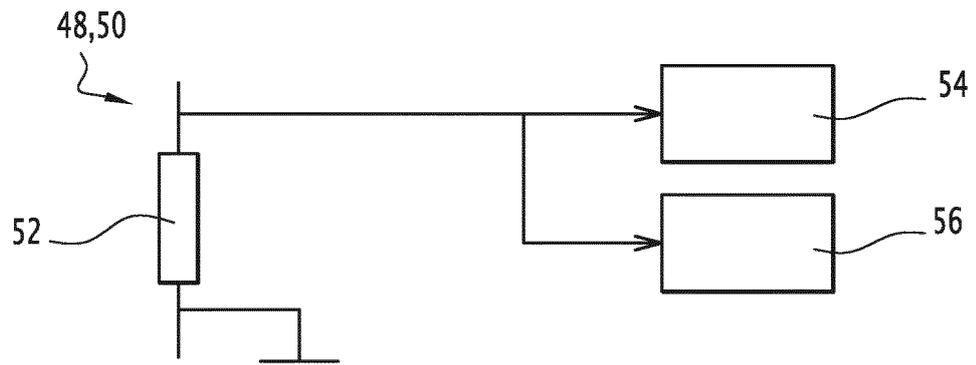
- la detección (220; 410), mediante el segundo detector (50) de defectos de aislamiento, de un segundo defecto de aislamiento del segundo conductor (26) con relación a la masa (32) eléctrica, y

30 - el disparo (240, 250; 470, 480), en caso de detección del segundo defecto de aislamiento con relación a la masa (32) eléctrica, de un segundo órgano (38) de corte asociado con el fin de abrir el enlace eléctrico correspondiente a dicho segundo conductor (26), estando conectados el segundo detector (50) y el segundo órgano (38) de corte en serie entre la fuente (20) de tensión continua correspondiente y el segundo borne (18) de entrada del ondulator.

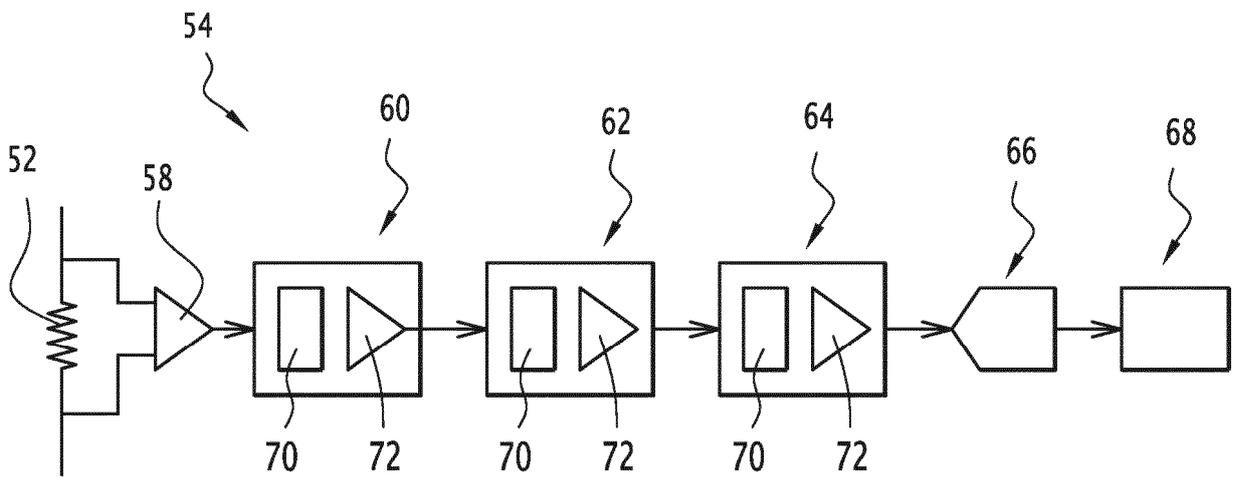
13. Procedimiento de protección según la reivindicación 12, en el que durante la etapa (250; 470) de disparo del segundo órgano (38) de corte en caso de detección del segundo defecto de aislamiento con relación a la masa (32) eléctrica, el disparo del segundo órgano (38) de corte es ordenado de manera simultánea con el disparo del primer órgano (36) de corte, preferentemente en los 20 ms, para tener una apertura simultánea del primer y segundo órganos (36, 38) de corte, preferentemente en los 20 ms.

35

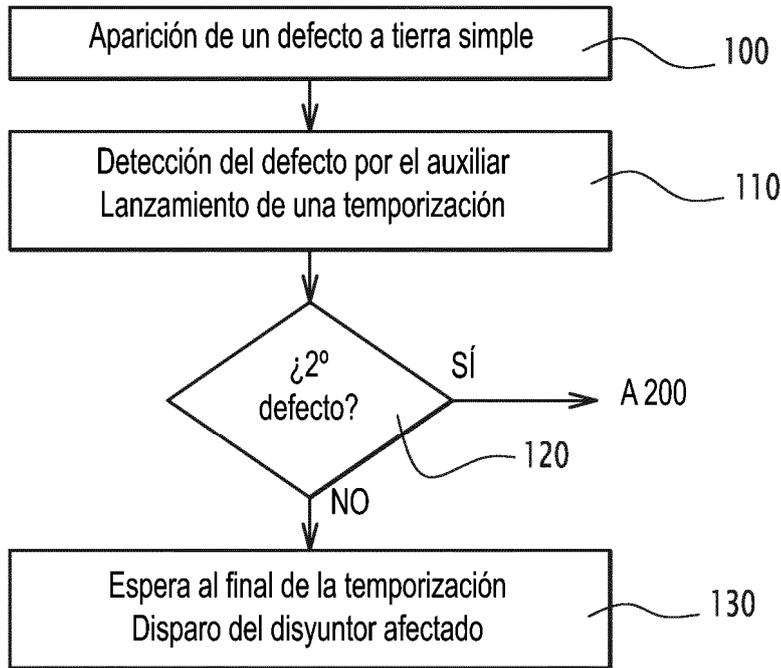




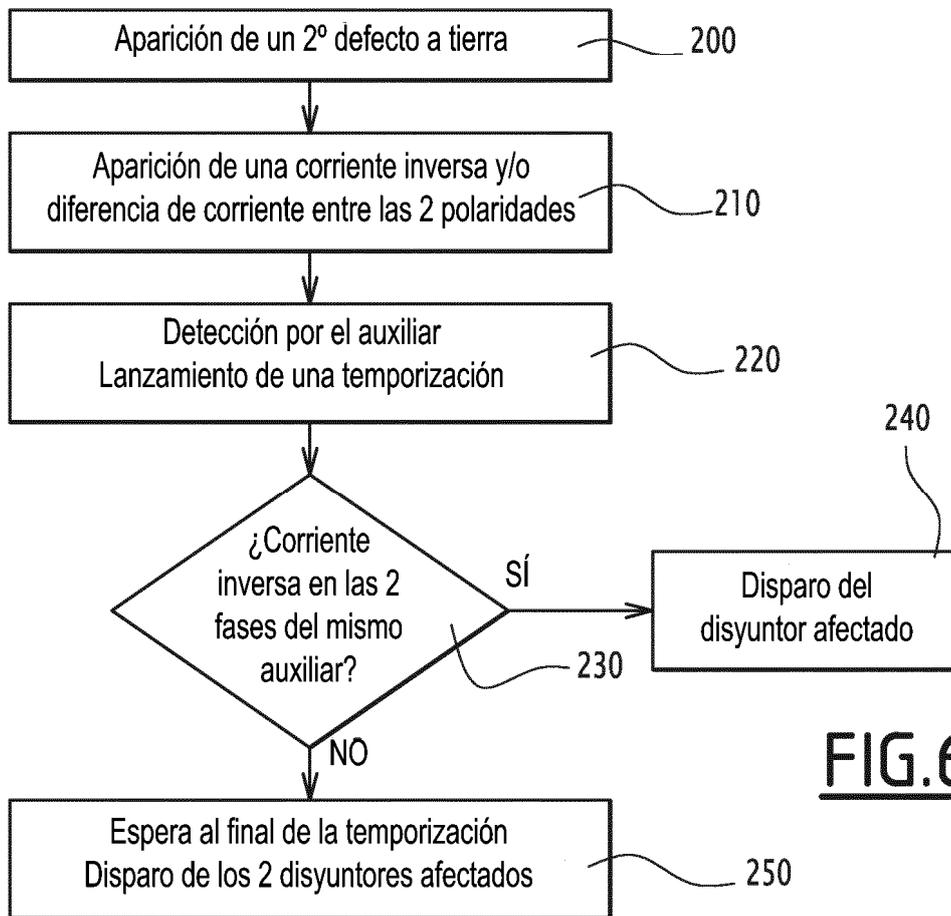
**FIG.3**



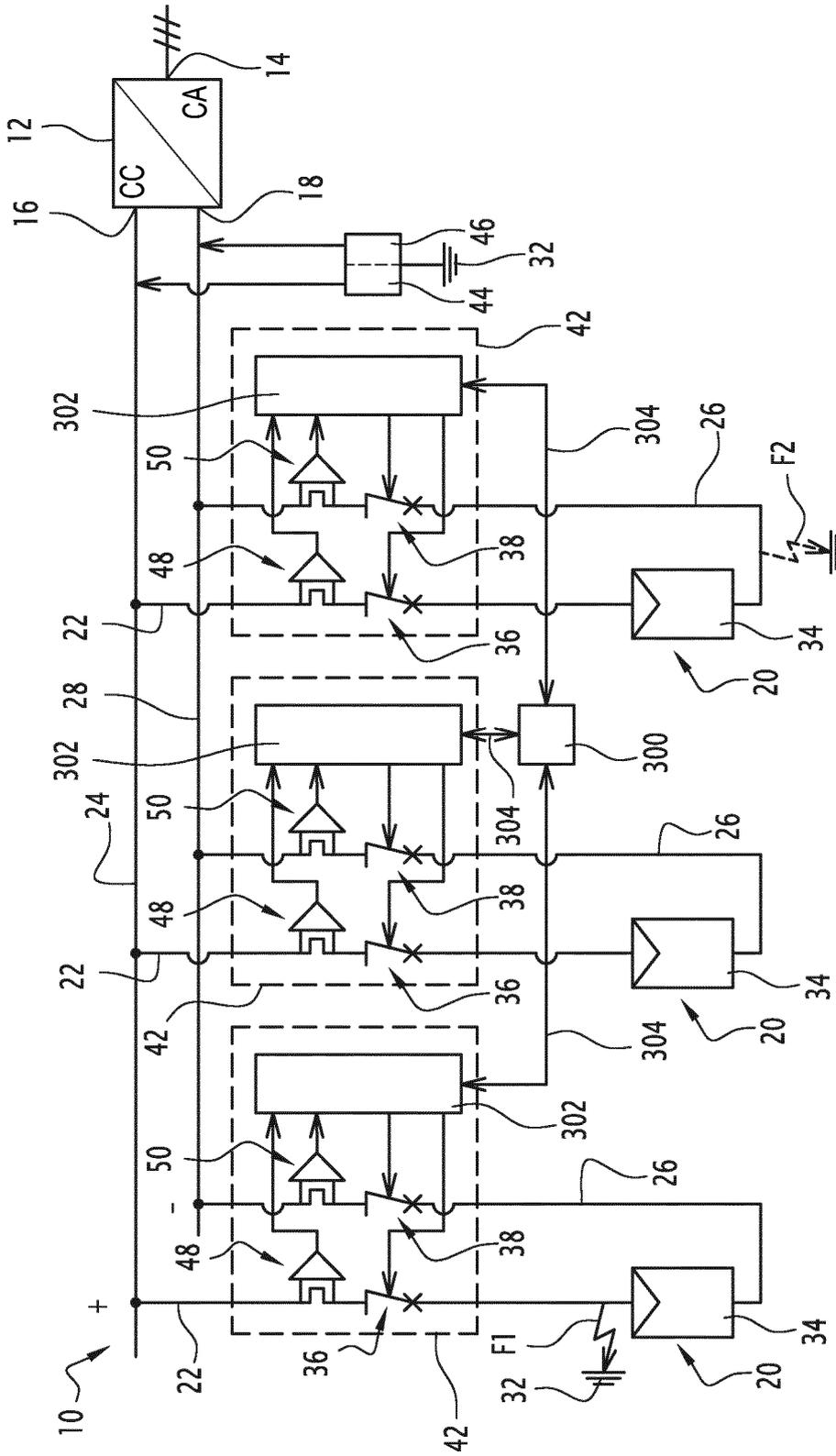
**FIG.4**



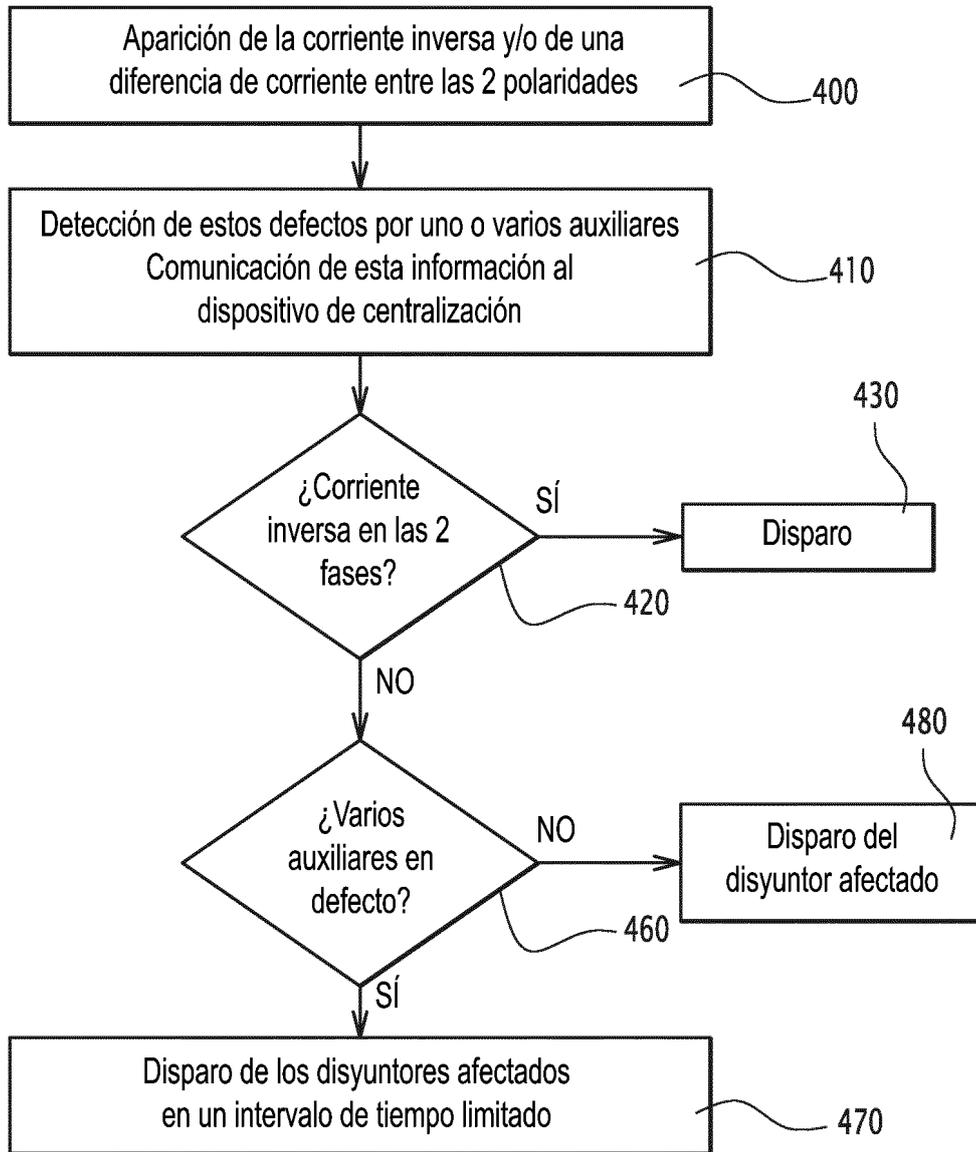
**FIG.5**



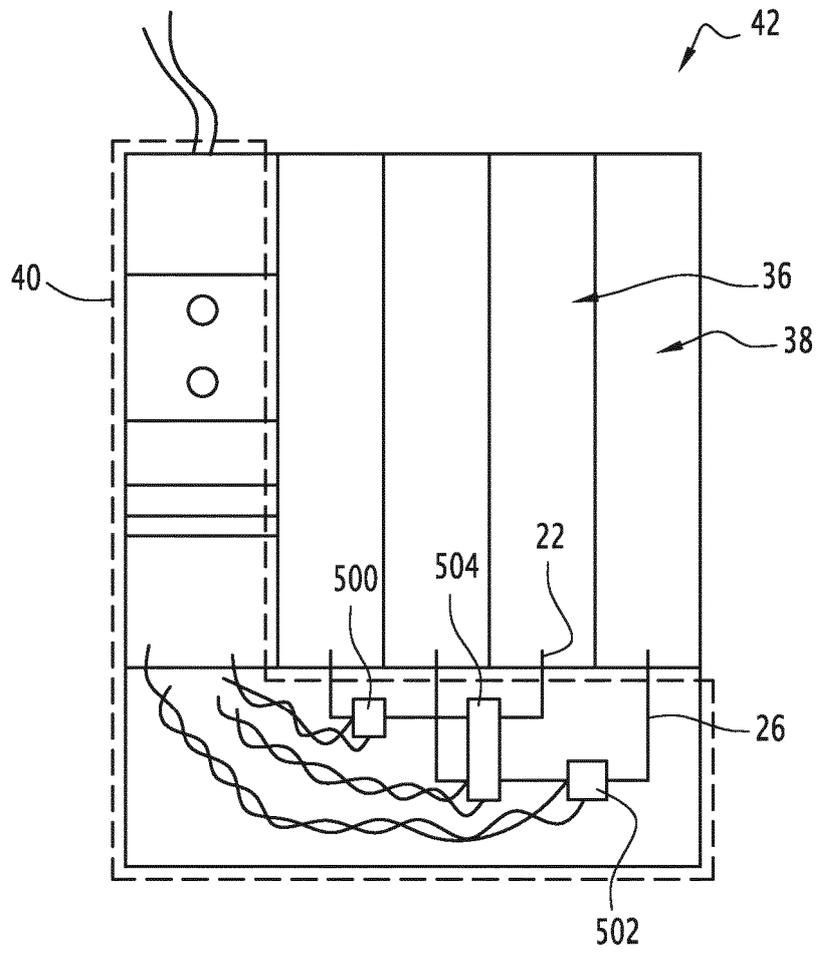
**FIG.6**



**FIG. 7**



**FIG.8**



**FIG. 9**