

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 122**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.12.2011 PCT/JP2011/080072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.07.2013 WO13098916**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.12.2011 E 11878581 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2799892**

54 Título: **Dispositivo de detección de rotura y procedimiento de detección del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2018

73 Titular/es:

**TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL
SYSTEMS CORPORATION (100.0%)
3-1-1 Kyobashi Chuo-ku
Tokyo 104-0031, JP**

72 Inventor/es:

**AMBO, TATSUAKI;
IKAWA, EIICHI y
UMENO, CHIEKO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 687 122 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

Dispositivo de detección de rotura y procedimiento de detección del mismo

Campo técnico

5 Las realizaciones que se describen en la presente memoria descriptiva se refieren en general a un aparato de detección de fallos para detectar un fallo en base a una corriente.

Técnica precedente

10 En general, se conoce conectar una pluralidad de células paralelas para obtener una gran capacidad de potencia. En un sistema fotovoltaico a gran escala, por ejemplo, una serie de cadenas conectadas a matrices PV (fotovoltaicas) están conectadas en paralelo. Además, se conoce la monitorización de una corriente que circula a través de las cadenas para detectar fallos en las matrices PV.

Por otro lado, se conoce la detección de un fallo de tierra o un cortocircuito por medio de la detección de una corriente en un circuito eléctrico (véase, por ejemplo, la Literatura de patentes 1, 2 y 3).

15 Sin embargo, para detectar fallos en todas las matrices PV, los sensores de corriente deben estar provistos en los lados positivo y negativo de todas las cadenas. Si los sensores de corriente están provistos de esta manera, el número de sensores de corriente aumenta en el sistema fotovoltaico a gran escala. Si aumenta la cantidad de sensores de corriente, también aumentan los dispositivos (por ejemplo, el convertidor A / D (analógico / digital) para el procesamiento de señales) y las líneas de cableado que acompañan a los sensores de corriente. Un aparato de detección de fallos de este tipo produce, por lo tanto, un aumento en los costos de todo el sistema.

Lista de citas

20 Literatura de patentes

Literatura de patente 1:

Jpn. Pat. Appln. Publicación KOKAI Núm. 2010 - 197172

Literatura de patente 2:

Jpn. Pat. Appln. Publicación Núm. 2011 - 071346

25 Literatura de patente 3:

Solicitud de Patente de los Estados Unidos. Publicación US 2010/0071742 A1

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un aparato de detección de fallos capaz de reducir el número de sensores de corriente configurados para detectar un fallo.

30 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de detección de fallos para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión y un circuito de agregación, comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión cables de electrodos positivos y cables de electrodos negativos conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC con un inversor, y estando configurado el circuito de agregación para agregar la pluralidad de circuitos de conexión y para conectar los circuitos de conexión agregados con el inversor. El aparato comprende una pluralidad de medios de detección de corrientes de circuitos de conexión para detectar corrientes que circulan a través de los cables de electrodos positivos o los cables de electrodos negativos de todos los circuitos de conexión con la excepción de un circuito de conexión, respectivamente; agregar el medio de detección de corrientes para detectar una corriente que circula a través del circuito de agregación; y un medio de detección de fallos para detectar un fallo cuando al menos uno de los medios de detección de corrientes del circuito de conexión detecta que una corriente circula y el medio de detección de corrientes de agregación detecta que una corriente no circula.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico al que se aplica un aparato de detección de fallos de la primera realización;

45 la figura 2 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico al que se aplica un aparato de detección de fallos de la segunda realización;

la figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico al que se aplica un aparato de detección de fallos de la tercera realización; y

la figura 4 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico al que se aplica un aparato de detección de fallos de la cuarta realización.

5 Descripción de las realizaciones

Las realizaciones se describirán en la presente memoria descriptiva y a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan.

(Primera realización)

10 La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico 10 al que se aplica un aparato de detección de fallos 1 de la primera realización. Los elementos iguales o similares en la figura se indican con números de referencia similares y se omiten sus descripciones detalladas, y se describen principalmente los elementos diferentes. Las descripciones duplicadas también se omiten de manera similar en las realizaciones que siguen.

15 El sistema fotovoltaico 10 en el que dos matrices PV 2a y 2b y dos cadenas STa y STb están conectadas en paralelo se describe principalmente, pero se puede proporcionar cualquier número de matrices y cadenas fotovoltaicas que sea igual o mayor que dos.

El sistema fotovoltaico 10 incluye el aparato de detección de fallos 1, dos matrices PV 2a y 2b, dos sensores de corriente 3ap y 3sp, un condensador de suavizado 4, un inversor 5 y un transformador de interconexión 6. El sistema fotovoltaico 10 está conectado a un sistema de potencia 7.

20 Las cadenas STa y STb son circuitos que conectan el inversor 5 y las matrices PV 2a y 2b, respectivamente. Las cadenas STa y STb incluyen cables de electrodos positivos STap y STbp y cables de electrodos negativos STan y STbn, respectivamente. Los cables de electrodos positivos STap y STbp y los cables de electrodos negativos STan y STbn de las cadenas STa y STb, están conectados a las matrices PV 2a y 2b, respectivamente. Todas las cadenas STa y STb están conectadas a un circuito que incluye un conjunto de cables Lp y Ln agregados por
25 conexión en paralelo. Los cables agregados Lp y Ln están conectados a un lado de corriente continua del inversor 5.

Dos matrices PV 2a y 2b están conectadas en paralelo al lado de corriente continua del inversor 5. Las matrices PV 2a y 2b son matrices configuradas para generar potencia mediante luz tal como luz solar. Las matrices PV 2a y 2b suministran la potencia generada al inversor 5.

30 El condensador de suavizado 4 está provisto en el lado de corriente continua del inversor 5. El condensador de suavizado 4 amortigua los voltajes de CC suministrados desde las matrices PV 2a y 2b.

El inversor 5 convierte la alimentación de CC suministrada desde las matrices PV 2a y 2b a una potencia de CA sincronizada con el sistema de potencia 7. El inversor 5 suministra la potencia de CA convertida al sistema de potencia 7 a través del transformador de interconexión 6. El sistema de potencia 7, por ejemplo, es un sistema comercial. El inversor 5 puede convertir la potencia de CC en una potencia de CA monofásica o en una de CA trifásica.
35

El sensor de corriente 3ap está provisto para detectar la corriente Iap que circula a través del cable del electrodo positivo STap de la cadena STa. El sensor de corriente 3ap emite de salida la corriente Iap detectada al aparato de detección de fallos 1.

40 El sensor de corriente 3sp está provisto para detectar la corriente Ip que circula a través del cable de electrodo positivo agregado Lp. El sensor de corriente 3sp emite de salida la corriente detectada Ip al aparato de detección de fallos 1. El sensor de corriente 3sp puede servir como un sensor de corriente provisto en el lado de corriente continua del inversor 5 para mejorar la precisión del control.

En el aparato de detección de fallos 1, el sensor de corriente 3ap está provisto para dos cadenas STa y STb para detectar un fallo. Si hay n cadenas paralelas (en la que n es un número natural igual o mayor que 2), los sensores de corriente están provistos en electrodos positivos o en electrodos negativos de todas las n - 1 cadenas con la excepción de una cadena. El número de sensores de corriente provistos en las cadenas es, por lo tanto, n - 1. Si el sensor de corriente 3sp provisto en el cable de electrodo positivo agregado Lp se añade a estos sensores de corriente, el número de sensores de corriente empleados en el aparato de detección de fallos 1 será n.
45

El aparato de detección de fallos 1 detecta el fallo en cada una de las cadenas STa y STb, en base a las corrientes Iap e Ip detectadas por dos sensores de corriente 3ap y 3sp. Cuando el aparato de detección de fallos 1 detecta el
50

fallo, el aparato de detección de fallos 1 emite de salida una señal de detección de fallo Sng para notificar la ocurrencia del fallo a un dispositivo de monitorización anfitrión 8.

A continuación, se describirá un procedimiento para detectar el fallo mediante el aparato de detección de fallos 1.

5 Si el aparato de detección de fallos 1 detecta la corriente lap que circula a través del cable de electrodo positivo STap de la cadena STa y detecta que la corriente lp no circula a través del cable de electrodo positivo agregado Lp, el aparato de detección de fallos 1 determina que circula una corriente de fallo (es decir, se produce un fallo). En este momento, la dirección de la corriente lap detectada no es considerada.

10 Cuando las n cadenas son paralelas, si la corriente se detecta al menos en una cadena de entre todas las cadenas en las que está provistos los sensores de corriente y si la corriente lp que circula a través del cable de electrodo positivo agregado Lp no se detecta, se determina que la corriente de fallo está circulando.

15 A continuación se describirá un principio de detección de fallo. La dirección de la corriente que circula cuando todas las matrices PV 2a y 2b generan normalmente la potencia es definida como una dirección hacia adelante. En otras palabras, la dirección en la que las corrientes lap e lp circulan a través de los cables positivos del electrodo Lp, STap y STbp se introducen desde las matrices PV 2a y 2b al inversor 5 es la dirección hacia adelante. La dirección en la que las corrientes que circulan a través de los cables de electrodos negativos Ln, STan y STbn salen del inversor 5 hacia las matrices PV 2a y 2b, es la dirección hacia adelante. La dirección hacia adelante también se considerará en la presente memoria descriptiva y a continuación de esta manera.

En primer lugar, se considerará que la matriz PV 2b está en cortocircuito de noche y que la matriz PV 2a normalmente comienza a generar la potencia durante el día.

20 En este caso, la salida de corriente de la matriz PV 2a circula a la matriz PV 2b. En otras palabras, puesto que un circuito circulante circula entre dos cadenas STa y STb, no circula corriente en los cables agregados Lp y Ln. En este momento, la corriente lap circula en la dirección hacia adelante, en el cable de electrodo positivo STap de la cadena STa y la corriente lbp circula en la dirección opuesta, en el cable de electrodo positivo STbp de la cadena STb.

25 A continuación, se considerará que la matriz PV 2a está en cortocircuito de noche y que la matriz PV 2b normalmente comienza a generar la potencia durante el día.

30 En este caso, la salida de corriente de la matriz PV 2b circula a la matriz PV 2a. En otras palabras, puesto que un circuito circulante circula entre dos cadenas STa y STb, no circula corriente en los cables agregados Lp y Ln. En este momento, la corriente lap circula en la dirección opuesta, en el cable de electrodo positivo STap de la cadena STa y la corriente lbp circula en la dirección hacia adelante, en el cable de electrodo positivo STbp de la cadena STb.

Por lo tanto, si la corriente lap es detectada por el sensor de corriente 3ap provisto en la cadena STa, independientemente de la dirección, y si la corriente lp no es detectada por el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp, se puede determinar que circula la corriente de fallo.

35 De acuerdo con la presente realización, un fallo de que las matrices PV 2a y 2b están en cortocircuito en la noche, etc., que no provoca que circule una sobrecorriente, se puede detectar en base a la corriente lap detectada por el sensor de corriente 3ap provisto en cada una de todas las cadenas n - 1 con la excepción de una cadena y la corriente lp detectada por el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp.

40 Se ha descrito la configuración de proporcionar todos los sensores de corriente 3ap y 3sp en los cables de electrodos positivos Lp y STap, pero los sensores de corriente 3ap y 3sp pueden estar provistos en los cables de electrodos negativos Ln y STan. En otras palabras, se puede detectar un fallo si el sensor de corriente está provisto en cada una de las cadenas n - 1 con la excepción de una cadena y si el sensor de corriente único está provisto para los cables agregados Lp y Ln. Por lo tanto, el número de sensores de corriente provistos es n, para las n cadenas paralelas.

45 Además, al emplear el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp como el sensor de corriente que se utilizará para el control del inversor 5, se puede reducir aún más el número de sensores de corriente.

Además, al reducir el número de sensores de corriente 3ap y 3sp para detectar un fallo, los dispositivos (por ejemplo, el convertidor A / D) y las líneas de cableado que acompañan a los sensores de corriente también se pueden reducir.

(Segunda realización)

50 La figura 2 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico 10A al que se aplica un aparato de detección de fallos 1A de la segunda realización.

Se describirá principalmente el sistema fotovoltaico 10A en el que dos matrices fotovoltaicas 2a y 2b y dos cadenas STa y STb están conectadas en paralelo, pero se puede proporcionar cualquier número de matrices y cadenas fotovoltaicas que sea igual o mayor que dos,.

5 En el sistema fotovoltaico 10A, un cable de electrodo negativo agregado Ln en el sistema fotovoltaico 10 de la primera realización que se muestra en la figura 1 está conectado a tierra, el sensor de corriente 3sp en el sistema fotovoltaico 10 se reemplaza con un sensor de corriente 3sn, se añaden dos sensores de corriente 3an y 3bp, y el aparato de detección de fallos 1 en el sistema fotovoltaico 10 se reemplaza con el aparato de detección de fallos 1A. Las otras porciones son las mismas que las de la primera realización.

10 El sensor de corriente 3an está provisto para detectar la corriente Ian que circula a través de un cable de electrodo negativo STan de la cadena STa. El sensor de corriente 3an envía la corriente detectada Ian al aparato de detección de fallos 1A. El sensor de corriente 3bp está provisto para detectar la corriente Ibp que circula a través de un cable de electrodo positivo STbp de la cadena STb. El sensor de corriente 3bp emite de salida la corriente detectada Ibp al aparato de detección de fallos 1A.

15 El sensor de corriente 3sn está provisto para detectar la corriente que circula a través del cable de electrodo negativo agregado Ln. El sensor de corriente 3sn está provisto en un electrodo negativo que es un electrodo de tierra. El sensor de corriente 3sn envía la corriente detectada In al aparato de detección de fallos 1A. El sensor de corriente 3sn puede servir como un sensor de corriente provisto en un lado de corriente continua de un inversor 5 para mejorar la precisión del control.

20 En el aparato de detección de fallos 1A, hay provistos tres sensores de corriente 3ap, 3an y 3bp para dos cadenas STa y STb para detectar un fallo. Si hay n cadenas paralelas, los sensores de corriente está provistos en electrodos positivos y negativos de todas las n - 1 cadenas con la excepción de una cadena, y el sensor de corriente está provisto en el electrodo positivo o en el electrodo negativo de la cadena excluida. El número de sensores de corriente provistos en las cadenas es por lo tanto 2n - 1. Si el sensor de corriente 3sn provisto en el electrodo negativo agregado (electrodo de tierra) se agrega el cable Ln a los sensores de corriente, siendo 2n el número de
25 sensores de corriente usados en el aparato de detección de fallos 1A.

El aparato de detección de fallos 1A detecta un fallo en cada una de las cadenas STa y STb, en base a las corrientes Iap, Ian, Ibp e In detectadas por cuatro sensores de corriente 3ap, 3an, 3bp y 3sn. Si el aparato de detección de fallos 1A detecta el fallo, el aparato de detección de fallos 1A emite de salida una señal de detección de fallo Sng para notificar la ocurrencia del fallo a un dispositivo de monitorización anfitrión 8.

30 A continuación, se describirá un procedimiento para detectar el fallo por el aparato de detección de fallos 1A.

El aparato de detección de fallos 1A calcula una corriente de fallo de tierra Ig mediante la ecuación que sigue, en base a las corrientes Iap e Ibp que circulan en los lados del electrodo positivo de las cadenas respectivas STa y STb, y la corriente In que circula a través del cable de electrodo negativo agregado Ln.

$$I_g = I_{ap} + I_{bp} - I_n \quad \dots (1)$$

35 Si el aparato de detección de fallos 1A determina que la corriente de fallo de tierra calculada Ig no es cero (por ejemplo, la corriente de fallo de tierra Ig es igual o mayor que un valor de corriente preestablecido), el aparato de detección de fallos 1A determina que se ha producido el fallo de tierra.

40 Si hay n cadenas paralelas, la corriente de fallo de tierra Ig se calcula restando la corriente que circula a través del cable agregado de una suma de las corrientes que circulan a través de los cables de electrodos positivos (o los cables de electrodos negativos) de las cadenas respectivas.

45 Si el aparato de detección de fallos 1A determina que se ha producido el fallo de tierra, el aparato de detección de fallos 1A ejecuta el cálculo para especificar la cadena STa o STb en la que se ha producido el fallo de tierra. Más específicamente, el aparato de detección de fallos 1A compara las corrientes Iap e Ibp que circulan en los lados del electrodo positivo con las corrientes Ian e Ibn que circulan en los lados del electrodo negativo, en las cadenas respectivas STa y STb. El aparato de detección de fallos 1A calcula la corriente Ibn que circula en el lado del electrodo negativo de la cadena STb en la que no está provisto un sensor de corriente, en la siguiente ecuación.

$$I_{bn} = I_n - I_{an} \quad \dots (2)$$

50 Cuando el aparato de detección de fallos 1A determina si el fallo de tierra ocurre en la cadena STa, o no, el aparato de detección de fallos 1A calcula una diferencia entre la corriente Iap que circula en el lado positivo del electrodo y la corriente Ian que circula en el lado negativo del electrodo. Si el aparato de detección de fallos discrimina que la diferencia calculada no es cero (por ejemplo, la diferencia es igual o mayor que un valor de corriente preestablecido), el aparato de detección de fallos 1A determina que el fallo de tierra se ha producido en la cadena STa. De forma similar a esto, el aparato de detección de fallos 1A también determina si el fallo de tierra se ha producido en la

cadena STb o no, en base a una diferencia entre la corriente Ibp que circula en el lado del electrodo positivo de la cadena STb y la corriente Ibn que circula en el lado negativo del electrodo de la cadena STb.

5 Si el aparato de detección de fallos 1A especifica la cadena STa o STb en la que se ha producido el fallo de tierra, el aparato de detección de fallos 1A incluye la cadena especificada en la que se ha producido el fallo de tierra (fallo) en la señal de detección de fallos Sng, como información, y emite de salida la señal al dispositivo de monitorización anfitrión 8.

10 De acuerdo con la presente realización, el fallo de tierra en la matriz PV 2a o 2b puede detectarse en base a las corrientes Iap e Ian detectadas por los sensores de corriente 3ap y 3an provistos en ambos electrodos de todas las n - 1 cadenas con la excepción de una cadena, la corriente Ibp detectada por el sensor de corriente 3bp provisto en cualquiera de los electrodos de la cadena restante, y la corriente In detectada por el sensor de corriente 3sn provisto en el cable Ln del electrodo de tierra agregado. Si hay n cadenas paralelas, el número de sensores de corriente provistos es 2n. En la figura 2, el lado del electrodo negativo es el electrodo de tierra y el sensor de corriente 3sn se usa para la detección, pero el sensor de corriente 3sp está dispuesto en lugar del sensor de corriente 3sn para ejecutar la detección en la configuración en la que el electrodo positivo está conectado de tierra.

15 Además, el número de sensores de corriente se puede reducir permitiendo que el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp sirva como el sensor de corriente que se utilizará para el control del inversor 5. Los dispositivos (por ejemplo, convertidor A / D) y las líneas de cableado que acompañan a los sensores de corriente pueden reducirse de esta manera.

20 Además, el aparato de detección de fallos 1A puede medir la corriente de fallo de tierra Ig. Por lo tanto, no es necesario proporcionar un sensor de corriente configurado para medir la corriente de fallo de tierra en la línea de tierra, etc. Al medir la corriente de fallo de tierra Ig, el aparato de detección de fallos 1A también puede permitir una señal que detiene el inversor 5 (bloqueo de puerta, etc.) para ser emitida como salida si, por ejemplo, la corriente de fallo de tierra es igual o mayor que un valor de corriente predeterminado.

(Tercera realización)

25 La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico 10B al que se aplica un aparato de detección de fallos 1B de la tercera realización.

El sistema fotovoltaico 10B en el que dos cadenas STc y STd están conectadas en paralelo a una matriz PV 2 se describirá principalmente, pero cualquier número de cadenas que sea igual o mayor que dos, se puede conectar en paralelo a la matriz PV único.

30 El sistema fotovoltaico 10B comprende el aparato de detección de fallos 1B, la matriz PV 2, tres sensores de corriente 3cp, 3cn y 3sp, un condensador de suavizado 4, un inversor 5, un transformador de interconexión 6 y cuatro disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn. El sistema fotovoltaico 10B está conectado a un sistema de potencia 7. El condensador de suavizado 4, el inversor 5, el transformador de interconexión 6 y el sistema de potencia 7 están configurados de manera similar a los de la primera realización. La matriz PV 2 está configurada de manera similar a las matrices PV 2a y 2b de la primera realización.

35 Las cadenas STc y STd son circuitos que realizan la conexión entre la matriz PV 2 y el inversor 5. Las cadenas STc y STd incluyen los cables de electrodos positivos STcp y STdp y los cables de electrodos negativos STcn y STdn, respectivamente. Los cables de electrodos positivos STcp y STdp y los cables de electrodos negativos STcn y STdn de las cadenas respectivas STc y STd, están conectados a la matriz PV 2. Todas las cadenas STc y STd están conectadas a un conjunto de cables Lp y Ln agregados por conexión paralela. Los cables agregados Lp y Ln están conectados a un lado de corriente continua del inversor 5.

40 Cada dos de cuatro disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn está provistos en los cables de electrodos positivos STcp y STdp y en los cables de electrodos negativos STcn y STdn que realizan la conexión entre la matriz PV 2 y el inversor 5. Proporcionando de esta manera los disyuntores de circuito plurales 9cp, 9cn, 9dp y 9dn en paralelo en los cables de electrodos positivos STcp y STdp y en los cables de electrodos negativos STcn y STdn, las capacidades de los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn pueden reducirse y una configuración de circuito equivalente a la configuración de circuito provista con disyuntores de circuito con una capacidad sustancialmente grande. La configuración que usa los disyuntores de circuito se describirá aquí, pero se pueden usar otros dispositivos. Por ejemplo, la razón para dividir el trayecto de corriente en una pluralidad de trayectos puede ser reducir la capacidad de un fusible. Alternativamente, a menudo hay provistos diversos dispositivos, dependiendo de un aspecto del sistema fotovoltaico 10B. La configuración puede implementarse por lo tanto con el fin de reducir las capacidades de estos dispositivos.

45 El disyuntor de circuito 9cp está provisto en el cable de electrodo positivo STcp de la cadena STc. El disyuntor de circuito 9cn está provisto en el cable de electrodo negativo STcn de la cadena STc. El disyuntor de circuito 9dp está provisto en el cable de electrodo positivo STdp de la cadena STd. El disyuntor de circuito 9dn está provisto en el

cable de electrodo negativo STdn de la cadena STd. Los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn desconectan y conectan los cables STcp, STcn, STdp y STdn en los que están provistos los disyuntores de circuito, respectivamente.

5 El sensor de corriente 3cp está provisto para detectar la corriente Icp que circula a través del cable de electrodo positivo STcp de la cadena STc. El sensor de corriente 3cp emite de salida la corriente detectada Icp al aparato de detección de fallos 1B. El sensor de corriente 3cn está provisto para detectar el Icn de corriente que circula a través del cable de electrodo negativo STcn de la cadena STc. El sensor de corriente 3cn envía la corriente detectada Icn al aparato de detección de fallos 1B. El sensor de corriente 3sp está provisto en el cable de electrodo positivo agregado Lp, de forma similar a la primera realización, pero puede estar provisto en el cable de electrodo negativo Ln.

10 En el aparato de detección de fallos 1B, hay provistos dos sensores de corriente 3cp y 3cn para la cadena STc, de dos cadenas STc y STd, para detectar un fallo. Si hay n cadenas paralelas, los sensores de corriente están provistos en electrodos positivos y negativos de todas las n - 1 cadenas con la excepción de una cadena. El número de sensores de corriente provistos en las cadenas es, por lo tanto, 2 (n - 1). Si el sensor de corriente 3sp provisto en el cable de electrodo positivo agregado Lp se agrega a estos sensores de corriente, el número de sensores de corriente usados en el aparato de detección de fallos 1B es 2n - 1.

15 El aparato de detección de fallos 1B detecta el fallo en cada una de las cadenas STc y STd, en base a las corrientes Icp, Icn e Ip detectadas por tres sensores de corriente 3cp, 3cn y 3sp. Si el aparato de detección de fallos 1B detecta el fallo, el aparato de detección de fallos 1B emite de salida una señal de detección de fallos Sng para notificar la ocurrencia del fallo a un dispositivo de monitorización anfitrión 8.

A continuación, se describirá un procedimiento para detectar el fallo mediante el aparato de detección de fallos 1B.

20 El aparato de detección de fallos 1B calcula las corrientes Idp e Idn que circulan a través de la cadena STd en las que no está provisto ningún sensor de corriente, en las siguientes ecuaciones, en base a las corrientes Icp e Icn que circulan a través de la cadena STc en la que están provistos los sensores de corriente 3cp y 3cn y la corriente Ip que circula a través del cable de electrodo positivo agregado Lp.

$$I_{dp} = I_p - I_{cp} \quad \dots (3)$$

$$I_{dn} = I_p - I_{cn} \quad \dots (4)$$

30 Cuando hay n cadenas paralelas, la corriente que circula a través del cable del electrodo positivo de la cadena en la que no está provisto el sensor de corriente se calcula restando una suma de las corrientes que circulan a través de los cables del electrodo positivo de todas las cadenas con la excepción de la cadena en la que no está provisto ningún sensor de corriente, de la corriente que circula a través del cable de electrodo positivo o negativo agregado. De forma similar, la corriente que circula a través del cable del electrodo negativo de la cadena en la que no está provisto el sensor de corriente se calcula restando una suma de las corrientes que circulan a través de los cables del electrodo negativo de todas las cadenas, con la excepción de la cadena en la que no está provisto el sensor de corriente, de la corriente que circula a través del cable de electrodo positivo o negativo agregado.

35 Las corrientes Icp, Icn, Idp e Idn que circulan a través de los electrodos positivos y de los electrodos negativos de todas las cadenas STc y STd, incluida la cadena STd en la que no está provisto el sensor de corriente, se miden de esta manera.

40 El aparato de detección de fallos 1B determina si una corriente desequilibrada circula a dos cadenas STc y STd, o no.

Más específicamente, el aparato de detección de fallos 1B compara las corrientes Icp e Idp que circulan a través de los electrodos positivos de dos cadenas STc y STd. Si el aparato de detección de fallos 1B determina que las cantidades de corriente difieren (por ejemplo, si la diferencia entre dos corrientes Icp e Idp es igual o mayor que un valor de corriente preestablecido) como resultado de comparar dos corrientes Icp e Idp, el aparato de detección de fallos 1B determina que circula una corriente desequilibrada. De forma similar, el aparato de detección de fallos 1B compara las corrientes Icn e Idn que circulan a través de los electrodos negativos de dos cadenas STc y STd, y determina si circula, o no, una corriente desequilibrada. En la comparación entre las corrientes de dos cadenas STc y STd, se pueden comparar corrientes diferentes en polaridad.

50 Cuando hay n cadenas paralelas, el aparato de detección de fallos 1B determina si una cadena en la que circula una cantidad más pequeña de corriente (o una cantidad mayor de corriente) está presente o no, en comparación con una corriente que circula a través de la otra cadena. Si está presente una cadena en la que circula dicha corriente, el aparato de detección de fallos 1B determina que circula una corriente desequilibrada.

A continuación, se describirá una razón para determinar la ocurrencia de un fallo cuando circula una corriente desequilibrada.

5 Dos cadenas STc y STd son circuitos conectados en paralelo entre la matriz PV única común 2 y el lado de corriente continua del inversor 5. No se conecta ninguna carga a las dos cadenas STc y STd. Además, los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn están provistos en los cables de electrodos positivos y negativo STcp, STcn, STdp y STdn de dos cadenas STc y STd, respectivamente. Una impedancia de cada uno de los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn es idealmente cero si están cerrados.

10 En base a estos asuntos, la impedancia de dos cadenas STc y STd es sustancialmente cero. Por lo tanto, las corrientes que circulan a través de dos cadenas STc y STd deberían ser, teóricamente, sustancialmente iguales una a la otra. Cuando una corriente desequilibrada circula a dos cadenas STc y STd, se considera que un fallo que aumenta la impedancia o similar ocurre al menos en uno de los cables STcp, STcn, STdp y STdn de las cadenas STc y STd.

15 Las razones para la ocurrencia del fallo se consideran la flojedad de los pernos que conectan los dispositivos tales como los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn, fallos en dispositivos tales como los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn, etc. además del fallo de tierra.

El aparato de detección de fallos 1B por lo tanto puede detectar el fallo detectando la circulación de la corriente desequilibrada.

20 De acuerdo con la presente realización, se puede detectar la holgura de los pernos, el fallo en los disyuntores de circuito 9cp, 9cn, 9dp y 9dn, etc., en base a las corrientes lcp e lcn detectadas por los sensores de corriente 3cp y 3cn provisto cada uno en ambos electrodos de todas las cadenas $n - 1$ con la excepción de una cadena, y la corriente lp detectada por el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp. El número de sensores de corriente provistos es por lo tanto $2n - 1$, en las n cadenas paralelas.

25 Además, al permitir que el sensor de corriente 3sp provisto en el cable agregado Lp sirva como el sensor de corriente que se utilizará para el control del inversor 5, se puede reducir aún más el número de sensores de corriente.

Además, al reducir el número de sensores de corriente 3cp, 3cn y 3sp para detectar el fallo, también se pueden reducir los dispositivos (por ejemplo, el convertidor A / D) y las líneas de cableado que acompañan a los sensores de corriente.

(Cuarta realización)

30 La figura 4 es un diagrama que muestra una configuración de un sistema fotovoltaico 10C al que se aplica un aparato de detección de fallos 1C de la cuarta realización.

Se describirá principalmente el sistema fotovoltaico 10C en el que dos matrices PV 2a y 2b y dos cadenas STa y STb están conectadas en paralelo, pero puede proporcionarse cualquier número de matrices PV y cadenas igual o superior a dos,.

35 En el sistema fotovoltaico 10C, el sensor de corriente 3sp en el sistema fotovoltaico 10 de la primera realización que se muestra en la figura 1 es reemplazado con el sensor de corriente 3bp de la segunda realización, y el aparato de detección de fallos 1 en el sistema fotovoltaico 10 es reemplazado con el aparato de detección de fallos 1C. Las otras porciones son las mismas que las de la primera realización.

40 En el aparato de detección de fallos 1C, hay provisto un sensor de corriente único 3ap o 3bp para cada una de las dos cadenas STa y STb para detectar un fallo. Si hay n cadenas paralelas, los sensores de corriente están provistos ya sea en los electrodos positivos o en los electrodos negativos de todas las cadenas. El número de sensores de corriente usados en el aparato de detección de fallos 1C es n.

45 El aparato de detección de fallos 1C detecta el fallo en cada una de las cadenas STa y STb, en base a las corrientes lap e lbp detectadas por dos sensores de corriente 3ap y 3bp. Cuando el aparato de detección de fallos 1C detecta el fallo, el aparato de detección de fallos 1C emite de salida una señal de detección de fallos Sng para notificar la ocurrencia del fallo a un dispositivo de monitorización anfitrión 8.

A continuación, se describirá un procedimiento para detectar el fallo por el aparato de detección de fallos 1C.

50 El aparato de detección de fallos 1C determina las direcciones de las corrientes lap e lbp que circulan a través del lado del electrodo positivo de todas las cadenas STa y STb. Si el aparato de detección de fallos 1C determina que al menos una de las direcciones de las corrientes lap e lbp que circulan a través de las cadenas STa y STb es una dirección opuesta, el aparato de detección de fallos 1C determina que el fallo ocurre en las cadenas STa y STb.

A continuación, se describirá un principio de detección del fallo.

5 Si la matriz PV 2b está en cortocircuito por la noche y la matriz PV 2a normalmente comienza a generar la potencia durante el día, la corriente I_{bp} que circula a través del cable ST_b circula en una dirección opuesta, como se describe en la primera realización. Además, si la matriz PV 2a produce un cortocircuito durante la noche y la matriz PV 2b normalmente comienza a generar la potencia durante el día, la corriente I_{ap} que circula a través de la cadena ST_a circula en una dirección opuesta.

En otras palabras, si un circuito circulante circula entre las cadenas ST_a y ST_b, la corriente circula en una dirección opuesta en cualquiera de las cadenas ST_a y ST_b. En un caso en el que también hay n cadenas paralelas, la corriente circula en una dirección opuesta a cualquiera de las cadenas, de manera similar.

10 Por lo tanto, se puede determinar que circula una corriente de fallo, detectando la corriente que circula en la dirección opuesta en cualquiera de las cadenas ST_a y ST_b.

De acuerdo con la presente realización, se puede detectar el fallo de que las matrices PV 2a y 2b estén en cortocircuito de noche, lo que hace que no circule una sobrecorriente, en base a las corrientes I_{ap} e I_{bp} detectadas por los sensores de corriente 3ap y 3bp, estando provisto cada uno de ellos en cada una de todas las cadenas.

15 La configuración en la que están provistos todos los sensores de corriente 3ap y 3bp en los cables de electrodos positivos ST_{ap} y ST_{bp} ha sido descrita. Sin embargo, los sensores de corriente 3ap y 3bp pueden proporcionarse en los cables de electrodos negativos ST_{an} y ST_{bn}. En otras palabras, si el sensor de corriente está provisto en cada una de las cadenas, el fallo se puede detectar. Por lo tanto, el número de sensores de corriente provistos es n, para las n cadenas paralelas.

20 Además, al reducir el número de sensores de corriente 3ap y 3bp configurados para detectar el fallo, se pueden reducir los dispositivos (por ejemplo, el convertidor A / D) y las líneas de cableado que acompañan a los sensores de corriente.

En cada una de las realizaciones, los aparatos de detección de fallos 1 - 1C están provistos fuera del inversor 5, pero pueden implementarse como una función del inversor 5.

25 Además, en cada una de las realizaciones, los aparatos de detección de fallos 1 - 1C están configurados para emitir la señal de detección de fallos S_{ng} al dispositivo de supervisión anfitrión 8 si se detecta el fallo, pero no están limitados a esta configuración. Los aparatos de detección de fallos 1 - 1C pueden emitir la señal de detección de fallos S_{ng} al inversor 5 o pueden emitir la señal de detección de fallos S_{ng} al otro dispositivo. Los aparatos de detección de fallos 1 - 1C pueden emitir como salida una señal para abrirse a los disyuntores de circuito para proteger el sistema, o pueden emitir como salida la otra operación de protección o una alarma, en lugar de la señal de detección de fallos S_{ng}.

30 Además, cada una de las realizaciones está configurada para usar las matrices PV 2, 2a o 2b, pero puede usar el otro generador de potencia o una fuente de alimentación tal como una batería.

Aplicabilidad industrial

35 La invención puede proporcionar un aparato de detección de fallos capaz de reducir el número de sensores de corriente configurados para detectar un fallo.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de detección de fallos (1) para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STan, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el aparato (1) está **caracterizado porque** comprende:
- 5 una pluralidad de medios de detección de corriente de circuito de conexión (3ap) para detectar corrientes (lap) que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STap) o los cables de electrodos negativos (STan) de todos los circuitos de conexión (STa) con la excepción de un circuito de conexión (STb), respectivamente;
- 10 un medio de detección de corrientes de agregación (3sp) para detectar una corriente (lp) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln); y
- 15 un medio de detección de fallos para detectar un fallo cuando al menos uno de los medios de detección de corriente de circuito de conexión (3ap) detecta que circula una corriente (lap) y el medio de detección de corrientes de agregación (3sp) detecta que no circula una corriente (lp).
2. Un aparato de detección de fallos (1A) para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STan, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el aparato (1A) está **caracterizado porque** comprende:
- 20 una pluralidad de medios de detección de corriente de circuito de conexión (3ap, 3an, 3bp) para detectar corrientes (lap, lan, lbp) que circulan a través del cable de electrodo positivo (STbp) o el cable de electrodo negativo (STbn) de uno de los circuitos de conexión (STb), y los cables de electrodos positivos (STap) y los cables de electrodos negativos (STan) de todos los circuitos de conexión restantes (STa), respectivamente;
- 25 agregar un medio de detección de corrientes (3sn) para detectar una corriente (ln) que circula a través de un cable de electrodo de conexión de tierra (Ln) del circuito de agregación (Lp, Ln);
- 30 un medio de cálculo de corriente de fallo de tierra para calcular una corriente de fallo de tierra, en base a las corrientes (lap, lan, lbp) detectadas por la pluralidad de medios de detección de corrientes del circuito de conexión (3ap, 3an, 3bp), respectivamente, y la corriente (ln) detectada por el medio de detección de corrientes de agregación (3sn); y
- 35 un medio de detección de fallos para detectar un fallo de tierra como un fallo, en base a la corriente de fallo de tierra calculada por el medio de cálculo de la corriente de fallo de tierra.
3. El aparato de detección de fallos (1A) de la reivindicación 2, **caracterizado porque** comprende, además:
- 40 un medio de especificación de fallo para especificar el circuito de conexión defectuoso, en función de las corrientes (lap, lan, lbp) detectadas por la pluralidad de medios de detección de corriente del circuito de conexión (3ap, 3an, 3bp), respectivamente, y la corriente (ln) detectada por el medio de detección de corrientes de agregación (3sn), cuando el fallo es detectado por el medio de detección de fallo.
4. Un aparato de detección de fallos (1B) para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) cables de electrodos positivos (STcp, STdp) y cables de electrodos negativos (STcn, STdn) conectados en paralelo para conectar una fuente de alimentación de CC (2) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STc, STd) con el inversor (5), el aparato (1B) está **caracterizado porque** comprende:
- 45 una pluralidad de medios de detección de corriente del circuito de conexión (3sp) para detectar corrientes (lcp, lcn) que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STcp) y los cables de electrodos negativos (STcn) de todos los circuitos de conexión (STc) con la excepción de un circuito de conexión (STd), respectivamente;
- 50

- medios de detección de corrientes de agregación (3sp) para detectar una corriente (Ip) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln);
- un medio de cálculo de corriente de circuito de conexión para calcular las corrientes (Idp, Idn) que circulan a través del cable de electrodo positivo (STdp) y del cable de electrodo negativo (STdn), respectivamente,
- 5 del circuito de conexión (STd) en el que el medio de detección de corrientes de circuito de conexión no está provisto, en base a las corrientes (Icp, Icn) detectadas por la pluralidad de medios de detección de corriente de circuito de conexión (3cp, 3cn), respectivamente, y la corriente (Ip) detectada por el medio de detección de corrientes de agregación (3sp);
- medios de comparación de corriente para comparar las corrientes (Icp, Icn, Idp, Idn) que circulan a través de la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd), en base a las corrientes detectadas por la pluralidad de medios de detección de corriente de circuito de conexión (3cp, 3cn), y cada una de las corrientes (Idp, Idn) calculadas por el medio de cálculo de corriente del circuito de conexión; y
- 10 un medio de detección de fallos para detectar un fallo cuando se detecta que una corriente desequilibrada circula como resultado de la comparación ejecutada por el medio de comparación de corrientes.
- 15 5. Un aparato de detección de fallos (1C) para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STan, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para
- 20 agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el aparato (1C) está **caracterizado porque** comprende:
- una pluralidad de medios de detección de corriente de circuito de conexión (3ap, 3bp) para detectar corrientes (Iap, Ibp) que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STap, STbp) o los cables de electrodos negativos (STan, STbn) de todos los circuitos de conexión (STa, STb), respectivamente; y
- 25 un medio de detección de fallos para detectar un fallo cuando una dirección de una corriente (Iap, Ibp) detectada por al menos uno de la pluralidad de medios de detección de corriente del circuito de conexión (3ap, 3bp) es opuesta a las direcciones de alimentación de potencia suministrada por las fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) al inversor (5).
- 30 6. Un inversor (5) **caracterizado porque** comprende el aparato de detección de fallos (1, 1A, 1B, 1C) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Un procedimiento de detección de fallos para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STan, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para
- 35 agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el procedimiento está **caracterizado porque** comprende:
- detectar corrientes que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STap) o los cables de electrodos negativos (STan) de todos los circuitos de conexión (STa) con la excepción de un circuito de conexión (STb), respectivamente;
- 40 detectar una corriente (Ip) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln); y
- detectar un fallo cuando se detecta que una corriente (Iap) circula al menos a uno de los circuitos de conexión (STa) y que una corriente (Ip) no circula al circuito de agregación (Lp, Ln).
- 45 8. Un procedimiento de detección de fallos para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STan, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para
- 50 agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el procedimiento está **caracterizado porque** comprende:
- detectar corrientes (Iap, Ian, Ibp) que circulan a través del cable positivo del electrodo (STbp) o el cable del electrodo negativo (STbn) de uno de los circuitos de conexión (STb) y los cables de los electrodos positivos

(STap) y los cables de los electrodos negativos (STAn) de todos los circuitos de conexión restantes (STa), respectivamente;

detectar una corriente (In) que circula a través de un cable de electrodo de conexión de tierra (Ln) del circuito de agregación (Lp, Ln);

5 calcular una corriente de fallo de tierra, en base a las corrientes detectadas (Iap, Ian, Ibp) que circulan a través de los circuitos de conexión (STa, STb) y la corriente detectada (In) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln); y

detectar un fallo de tierra como un fallo, en base a la corriente de fallo de tierra calculada.

9. Un procedimiento de detección de fallos para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) cables de electrodos positivos (STcp, STdp) y cables de electrodos negativos (STcn, STdn) conectados en paralelo para conectar una fuente de alimentación de CC (2) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STc, STd) con el inversor (5), el procedimiento está **caracterizado porque** comprende:

detectar corrientes (Icp, Icn) que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STcp) y de los cables de electrodos negativos (STcn) de todos los circuitos de conexión (STc) con la excepción de un circuito de conexión (STd), respectivamente;

detectar una corriente (Ip) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln);

20 calcular las corrientes (Idp, Idn) que circulan a través del cable de electrodo positivo (STdp) y del cable de electrodo negativo (STdn), respectivamente, del circuito de conexión (STd) que no ejecuta la detección, en base a las corrientes detectadas (Icp, Icn) que circula a través de la pluralidad de circuitos de conexión (STc), respectivamente, y la corriente detectada (Ip) que circula a través del circuito de agregación (Lp, Ln);

25 comparar las corrientes (Icp, Icn, Idp, Idn) que circulan a través de la pluralidad de circuitos de conexión (STc, STd), en base a las corrientes detectadas (Icp, Icn) que circulan a través de la pluralidad de circuitos de conexión (STc), respectivamente, y las corrientes (Idp, Idn) que circulan a través de los circuitos de conexión (STd), respectivamente; y

detectar un fallo cuando se detecta como resultado de la comparación que circula una corriente en desequilibrio.

30 10. Un procedimiento de detección de fallos para detectar un fallo en un circuito eléctrico que comprende una pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y un circuito de agregación (Lp, Ln), comprendiendo la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) cables de electrodos positivos (STap, STbp) y cables de electrodos negativos (STAn, STbn) conectados en paralelo para conectar respectivamente una pluralidad de fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) con un inversor (5), y estando configurado el circuito de agregación (Lp, Ln) para agregar la pluralidad de circuitos de conexión (STa, STb) y para conectar los circuitos de conexión agregados (STa, STb) con el inversor (5), el procedimiento está **caracterizado porque** comprende:

detectar corrientes (Iap, Ibp) que circulan a través de los cables de electrodos positivos (STap, STbp) o los cables de electrodos negativos (STAn, STbn) de todos los circuitos de conexión (STa, STb), respectivamente; y

40 detectar un fallo cuando una dirección de la corriente detectada (Iap, Ibp) que circula a través de al menos uno de los circuitos de conexión (STa, STb) es opuesta a las direcciones de la alimentación de potencia suministrada por las fuentes de alimentación de CC (2a, 2b) al inversor (5).

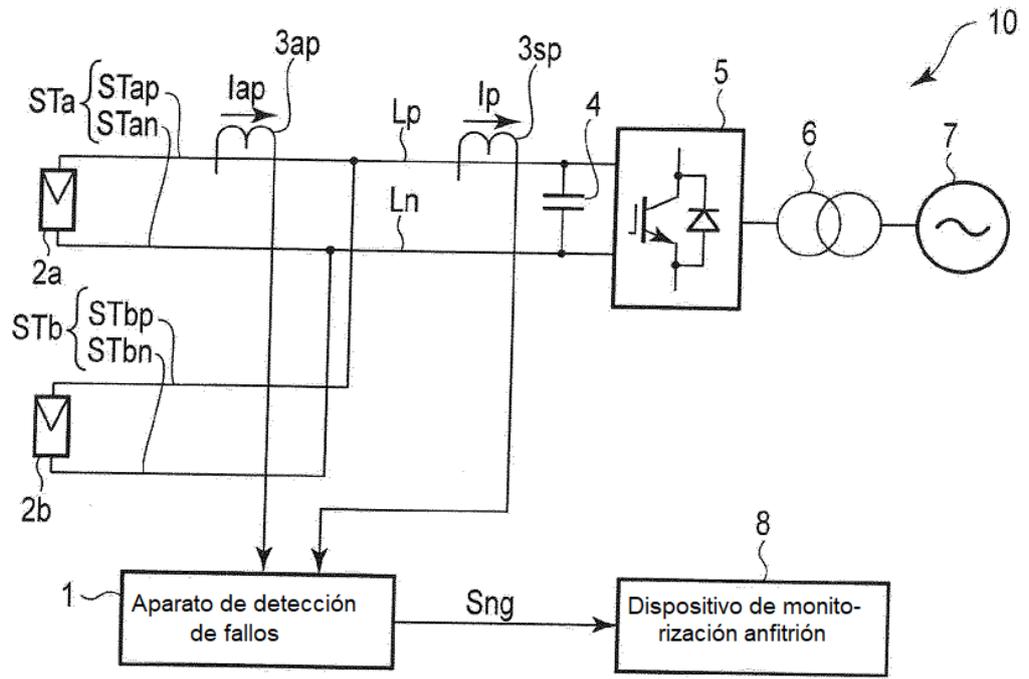


FIG. 1

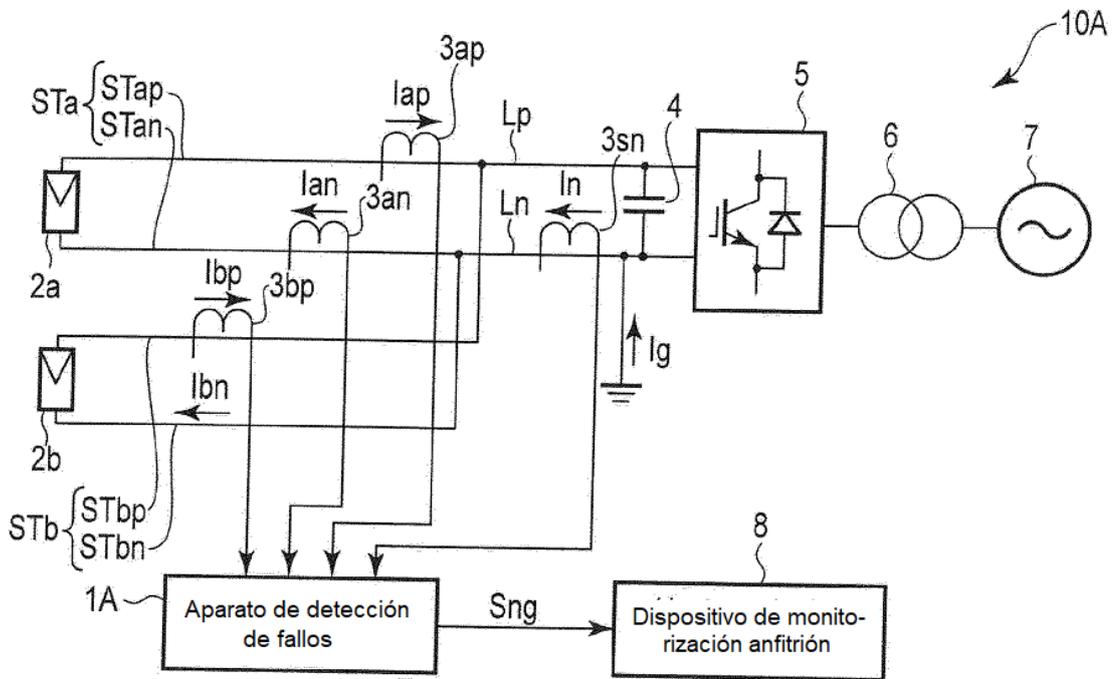


FIG. 2

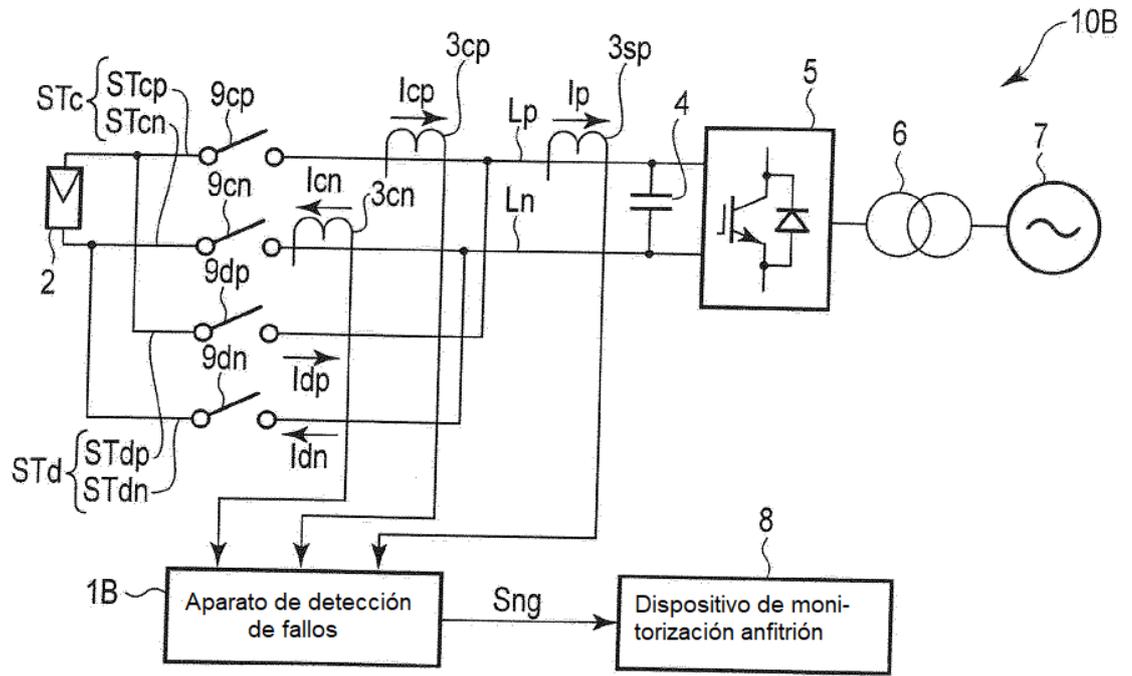


FIG. 3

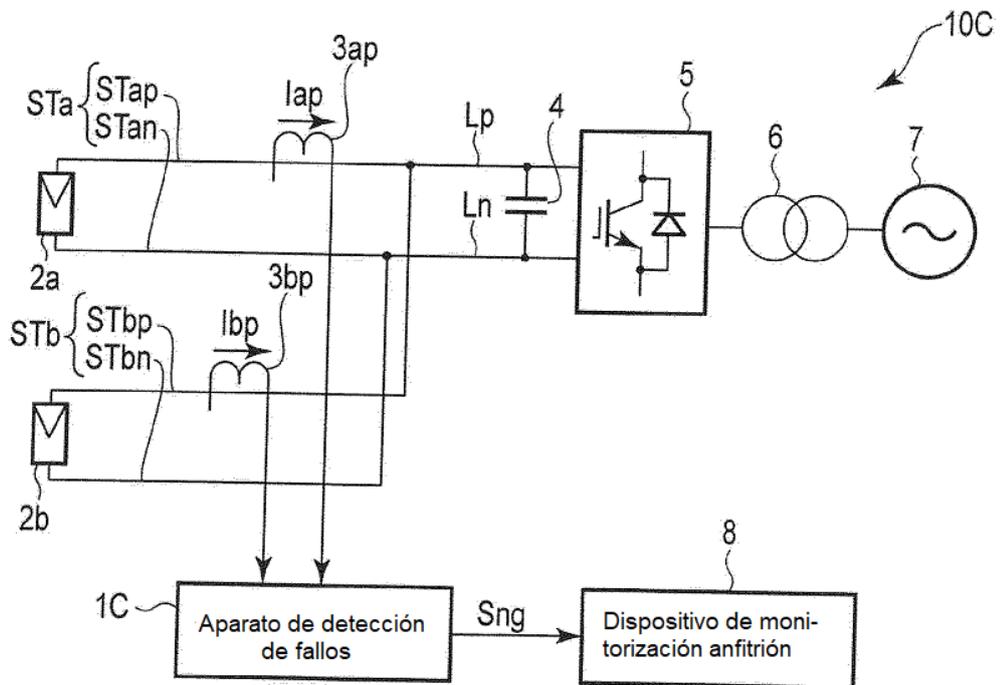


FIG. 4