

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 253**

51 Int. Cl.:

**H02H 3/087** (2006.01)

**H02H 3/16** (2006.01)

**H02H 7/20** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2010 PCT/JP2010/064090**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2012 WO2012023209**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2010 E 10856166 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2608341**

54 Título: **Dispositivo de conexión a tierra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.06.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**IKAWA, EIICHI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 620 253 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 conexión a tierra

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un aparato de conexión a tierra para su uso en un sistema en el que un acondicionador de energía convierte la energía de CC generada en una fuente de alimentación de CC, por ejemplo, una célula solar, a una energía de CA para ser suministrada a un sistema de energía de CA, el aparato de conexión a tierra se proporciona entre el tierra y el bus positivo de CA o bus negativo de CA conectando la célula solar y el acondicionador de energía.

**Antecedentes**

10 La literatura de patente 1 divulga un aparato de suministro de energía configurado para suministrar la energía de CC de, por ejemplo, una célula solar a una carga conectada a tierra. El aparato de la fuente de alimentación tiene un medio de suministro de energía, un primer conmutador de salida, un circuito de detección de fallos de conexión a tierra, y un medio de control. Los medios de energía tienen un terminal de entrada y de salida de energía no aislados para el suministro de energía a la carga conectada a tierra. El primer conmutador de salida está configurado para  
15 conectar o desconectar los medios de suministro de energía hacia o desde la carga a tierra. Se proporciona el medio de impedancia entre el potencial de tierra y un punto cerca del terminal de entrada de potencia del aparato de suministro de energía. El circuito de detección de fallos a tierra tiene medios de detección de tensión o de corriente y un conmutador de tierra. Los medios de control están configurados para controlar el primer conmutador de salida y el circuito de detección de fallos de conexión a tierra. Si los medios de control abren el primer conmutador de salida  
20 y cierran el conmutador de tierra, el circuito de detección de fallos de conexión a tierra detecta un cambio en la tensión principal en un punto distinto de la carga conectada a tierra, detectando así un fallo de conexión a tierra, de la tensión o de la corriente detectada por los medios de detección de corriente.

Así configurado como se describe anteriormente, el aparato descrito en la literatura de patente 1 puede detectar el fallo de conexión a tierra sin conexión a la carga conectada a tierra.

25 La literatura de patente 2 divulga un inversor de interconexión en el que un circuito convertidor y un circuito inversor, no aislados entre sí en la salida del primero y la entrada de este último, convierten la energía de CC a energía de CA, y que da salida a la energía de CA a una sistema conectado a la misma. El inversor de interconexión comprende un medio de detección de fallos de conexión a tierra de CC para la detección de la avería de conexión a tierra de la célula solar. El inversor de interconexión comprende además un medio de control para controlar ya sea la  
30 tensión de entrada o la tensión intermedia entre el circuito convertidor y el circuito inversor es controlado, ya sea aumentando o reduciendo el tensión, fijando de ese modo el potencial de tierra de la célula solar a un valor distinto de un potencial casi cero. Por lo tanto, el fallo de conexión a tierra detectado es un cambio en la corriente principal.

En la interconexión inversor divulga en la literatura de patente 2, descrita anteriormente, el medio de control controla la tensión de entrada o la tensión intermedia, subiendo o bajando la tensión, en última instancia, estableciendo el  
35 potencial de tierra de la célula solar a un valor que no sea un potencial casi cero. Por lo tanto, cualquier fallo de conexión a tierra de la célula solar se puede detectar de forma fiable.

El documento WO 2008/108770 A1 que forma el preámbulo de la reivindicación 1, describe un convertidor de energía eléctrica para la conversión de energía de una fuente de CC bipolar para suministrar una carga de CA. Para una de tales realizaciones la fuente de CC bipolar es una matriz fotovoltaica y la energía de CA tiene su origen en  
40 una red de energía eléctrica. El generador fotovoltaico bipolar tiene potenciales de tensión positivos y negativos con respecto a tierra. El convertidor es un inversor interactivo de utilidad que no requiere un transformador de aislamiento en la interfaz de red de energía eléctrica.

El documento WO 2008/061357 A1 describe un interruptor detector de falla a tierra (GFDI). El GFDI está configurado para su uso con una fuente de alimentación de CC y comprende los siguientes elementos. Se proporciona una trayectoria de corriente a tierra para acoplar un terminal de tierra de la fuente de alimentación de CC y una tierra del sistema. Un conmutador de conexión a tierra se coloca en la trayectoria de la corriente de tierra. Un detector de corriente está configurado para detectar una corriente de tierra en la trayectoria de la corriente de tierra. Un controlador está configurado para comparar la corriente de tierra con un punto de ajuste de corriente predefinido y emitir una señal de indicación de fallo si la corriente de tierra excede el punto de ajuste de corriente predefinido. Los  
45 resultados de la señal de indicación de fallo a tierra en que el conmutador se abra.

**Lista de citas****Literatura de Patente**

Literatura de Patente 1: Solicitud de patente japonesa. Publicación KOKAI n.º 2001-169561

Literatura de Patente 2: Solicitud de patente japonesa. Publicación KOKAI n.º 2001-275259

**Sumario de la invención****Problema técnico a resolver en la invención**

Supongamos que el bus de entrada de CC de una célula solar debe conectarse a tierra en vista de las condiciones de uso y la especificación de la célula solar. A continuación, se proporciona un bus de tierra entre el bus de entrada de CC y la tierra, y se proporciona un transformador de aislamiento entre el sistema de energía de CA (es decir, el terminal de salida) y la tierra, lo que logra el aislamiento. Si está conectada a tierra una línea del bus de entrada de CC, cualquier otra línea del mismo puede someterse a un fallo de tierra resultando en cortocircuitos. Si esto sucede, una corriente de cortocircuito fluye en la línea de tierra. Un fusible se puede utilizar con el fin de cortar la trayectoria de la corriente de cortocircuito. Sin embargo, no se puede predecir cuándo se produce un fallo de conexión a tierra incompleto (si la impedancia sale de entre el punto de fallo de conexión a tierra y la línea de tierra). Tampoco se puede anticipar lo grande que es la corriente de cortocircuito a partir de característica de la corriente-tensión ( $I - V$ ) de la célula solar, que depende de la intensidad de los rayos solares y la temperatura. Por lo tanto, un fusible de una capacitancia específica, si se utiliza, puede no fundirse en algunos casos, y la trayectoria de la corriente de cortocircuito no se puede cortar.

En cambio, un detector de corriente puede estar dispuesto en la línea de tierra. En este caso, la corriente de tierra se puede detectar, y se puede detectar si se ha producido un fallo de conexión a tierra completo (sin impedancia existente entre el punto de fallo de conexión a tierra y la línea de tierra) o si se ha producido un error de conexión a tierra incompleta. Sin embargo, el fallo de conexión a tierra difícilmente puede ser detectado con precisión, en función de la magnitud de la corriente del cortocircuito, y la trayectoria de la corriente del cortocircuito entre el punto de fallo de conexión a tierra y la línea de tierra no se puede cortar. Además, la línea de tierra debe ser un conductor que permita la trayectoria de la corriente del cortocircuito.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de conexión a tierra capaz de abrir instantáneamente el trayecto de la corriente cuando se produce un fallo de conexión a tierra completo entre el punto de tierra y la línea de tierra, o de abrir la trayectoria de corriente cuando un fallo de conexión a tierra incompleto se produce entre ellos, o generar una alarma mientras se mantiene el funcionamiento.

**Solución al problema**

Con el fin de lograr el objeto, la invención correspondiente a la reivindicación 1 se proporciona un aparato de conexión a tierra que comprende: una fuente de alimentación de CC; un poder acondicionador configurado para recibir energía de CC de la fuente de alimentación de CC a través de un bus positivo de CC y un bus negativo de CC y para convertir la energía de CC a energía de CA; un transformador de aislamiento conectado a un lado de salida del acondicionador de energía; un interruptor de circuito conectado al bus positivo de CC y al bus negativo de CC y configurado para abrir una trayectoria de corriente entre la fuente de alimentación de CC y el acondicionador de energía; y una línea de tierra que conecta el bus positivo de CC o el bus negativo de CC que se proporciona entre el acondicionador de energía y el interruptor automático, a tierra; un detector de corriente configurado para detectar una corriente que fluye en la línea de tierra; un fusible insertado en serie en una parte de la línea de tierra, configurado para al menos uno de: fundirse cuando la corriente que fluye en la línea de tierra excede un primer valor de ajuste de protección, no destruir el detector de corriente y, a continuación superar el primer valor de ajuste de protección, causando un fallo de conexión a tierra completo, y no fundirse cuando la corriente que fluye en la línea de tierra es menor que o igual al primer valor de protección, no destruir el detector de corriente y provocar un fallo de conexión a tierra incompleto; y un dispositivo de determinación configurado para dar una orden de apertura al interruptor de circuito cuando la corriente detectada por el detector de corriente excede un segundo valor de ajuste de protección, que es menor que el primer valor de ajuste de protección.

**Efectos ventajosos de la invención**

Según la presente invención, es posible proporcionar un aparato de conexión a tierra capaz de abrir instantáneamente el trayecto de la corriente cuando se produce un fallo de conexión a tierra completo entre el punto de tierra y la línea de tierra, o de abrir la trayectoria de corriente cuando un fallo de conexión a tierra incompleto se produce entre ellos, o de generar una alarma (y evitar un error de funcionamiento) mientras se mantiene el funcionamiento.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático para explicar un aparato de conexión a tierra de acuerdo con una primera realización de la presente invención;  
La figura 2 es un diagrama que explica un primer modo de funcionamiento del aparato de conexión a tierra de la figura 1;  
La figura 3 es un diagrama que explica un segundo modo de funcionamiento del aparato de conexión a tierra de la figura 1; y  
La figura 4 es un diagrama que explica un tercer modo de funcionamiento del aparato de conexión a tierra de la figura 1.

**Realización de la invención**

Las realizaciones de la presente invención se describirán con referencia a la figura 1 a la figura 4. Un acondicionador de energía, por ejemplo, el inversor 3, convierte la energía de CA, o la energía de salida de una célula 1 solar (PV), a la CA. La energía de CA es suministrada a un sistema 8 de energía de CA. Un transformador 10 de aislamiento está provisto en un bus 13 de conexión que conecta el inversor 3 al sistema 8 de energía de CA.

Un condensador 4 de filtrado está conectado entre el bus 11 positivo de CC (P) y bus 12 negativo de CC (N) del inversor 3. Un circuito amortiguador compuesto por un reactor 5 y un condensador 6 está conectado al bus 13 de conexión, que conecta la salida del inversor 3 al transformador 10 de aislamiento. Un conmutador 7 se proporciona en el bus 13 de conexión que se extiende entre el circuito de protección y el transformador 10 de aislamiento. Además, se proporciona un diodo 9 de prevención de flujo inverso en una parte del bus 11 positivo de CC, al que están conectados la salida de la célula 1 solar y un interruptor 21 de circuito que tiene una función de disparo.

Un aparato 2 de conexión a tierra de acuerdo con la presente invención se proporciona en el bus 11 positivo de CC y el bus 12 negativo de CC que se extienden entre la salida de la célula 1 solar y el condensador 4 de filtrado. El aparato 2 de conexión a tierra comprende un interruptor 21 de circuito, una línea 25 de tierra, un detector 23 de corriente, un fusible 22, y un dispositivo 24 de determinación. El interruptor 21 de circuito está conectado en serie con el bus 11 de CC positivo y el bus 12 negativo de CC y configurado para realizar una acción de disparo cuando su valor de ajuste de protección (ajuste de corriente) excede un valor prescrito. La línea 25 de tierra conecta, por ejemplo, el bus 12 negativo de CC al que están conectados el interruptor 21 de circuito y el condensador 4 de filtrado, a la tierra 26. El detector 23 de corriente mide la corriente que fluye en la línea 25 de tierra. El fusible 22 se proporciona en una parte de la línea 25 de tierra, o conectado en serie a la misma. El fusible 22 se funde cuando la corriente que fluye en la línea 25 de tierra supera un nivel de detección de corriente, sin destruir el detector 23 de corriente, y supera un primer valor de ajuste de protección (por ejemplo, 5 A) causando un fallo de conexión a tierra completo. El fusible no se funde cuando la corriente que fluye en la línea 25 de tierra tiene un nivel de detección de corriente (por ejemplo, un nivel que es menor que o igual a 10 A) causando un error de conexión a tierra incompleta. El dispositivo de determinación 24 se describirá a continuación.

El dispositivo 24 de determinación da al interruptor 21 de circuito un comando de apertura (orden de disparo) cuando la corriente  $I_g$  (por ejemplo, 1000 A) detectada por el detector 23 de corriente, excede el primer valor de ajuste de protección (por ejemplo, 5 A). Además, el dispositivo 24 de determinación da al interruptor 21 de circuito un comando de apertura cuando la corriente  $I_g$  (por ejemplo, 5 A) detectada por el detector 23 de corriente, tiene un segundo valor de ajuste de protección (por ejemplo, 5 A), que es igual al primer valor de protección de ajuste (por ejemplo, 5 A). Aún más, el dispositivo 24 de determinación genera una alarma a un lado de control (no mostrada) cuando la corriente  $I_g$  (por ejemplo, 1 A) detectada por el detector 23 de corriente, tiene un segundo valor de ajuste de protección (por ejemplo, 0,5 A) que es menor que el valor de ajuste de protección del fusible 22.

Como se muestra en la figura 2, el fusible 22 se inserta en serie en una parte de la línea 25 de tierra. El fusible 22 se funde cuando la corriente que fluye en la línea 25 de tierra excede un nivel de detección de corriente (por ejemplo, 10 A), sin destruir el detector 23 de corriente, y excede el primer valor de ajuste de protección (por ejemplo, 5 A), causando un fallo de conexión a tierra completo. El fusible 22 no se funde cuando la corriente que fluye en la línea 25 de tierra tiene un nivel de detección de corriente (por ejemplo, un nivel que es menor que o igual a 10 A), como se muestra en la figura 3, sin destruir el detector 23 de corriente y generando un fallo de conexión a tierra incompleta.

El detector 23 de corriente es, por ejemplo, una sala de CT, y nunca se satura con una corriente continua. El detector 23 de corriente puede, por supuesto, detectar no solo un componente de CA, sino también una componente de CC.

El detector 23 de corriente y el fusible 22 han sido seleccionados para tener la siguiente relación. Es decir, el detector 23 de corriente es uno pequeño que puede medir una corriente de fallo a tierra tan pequeña como unos pocos amperios, y el fusible 22 se funde a una corriente superior a un valor de ajuste de protección (por ejemplo, 5 A), que no destruiría el detector 23 de corriente.

El dispositivo 24 de determinación da al disyuntor 21 un mando de apertura (orden de disparo) si el primer valor de ajuste de protección A es igual a la corriente  $I_g$  detectada ( $A = I_g$ ). Si el segundo valor de ajuste de protección B es menor que la corriente  $I_g$  detectada, y la corriente  $I_g$  es menor que el primer valor de ajuste de protección A ( $B < I_g < A$ ), el dispositivo 24 de determinación dará solamente una alarma al lado de supervisión antes mencionado.

Cómo opera el aparato de conexión a tierra 2 se explicará con referencia de la figura 2 a la figura 4.

En primer lugar, el fallo de conexión a tierra completo (en cortocircuito) se describirá con referencia a la figura 2. Supongamos que una corriente de 1000 A fluye entre la salida de la celda 1 solar y el inversor 3. A continuación, el fusible 22 se funde instantáneamente, abriendo el circuito de tierra conectado al fusible 22 y el detector 23 de corriente. Al mismo tiempo, el dispositivo 24 de determinación da una orden de disparo al disyuntor 21 de circuito, abriendo el disyuntor 21 de circuito, debido a que el valor de ajuste de protección se establece en 5 A y el detector 23 de corriente detecta una energía de 1000 A.

5 El fallo de conexión a tierra incompleto se explicará con referencia a la figura 3. Supongamos que una corriente de 5 A fluye entre la salida de la celda 1 solar y el inversor 3. Esta corriente es igual al valor de ajuste de protección de 5 A, y el fusible 22 no se funde. El valor de ajuste de la protección es de 5 A, y la corriente que detecta el 23 también es 5 A. El dispositivo 24 de determinación, por tanto, da una orden de disparo al interruptor 21 de circuito, abriendo el interruptor 21 de circuito.

El caso en el que el dispositivo 24 de determinación solo se describirá una alarma al lado de vigilancia antes mencionado, con referencia a la figura 4. Si el detector 23 de corriente detecta una corriente de 1 A, el dispositivo 24 de determinación percibe la relación de  $0,5 A < 1 A < 5 A$ . El dispositivo 24 de determinación por lo tanto solo da una alarma al lado de supervisión mencionada.

10 El fallo a tierra completa y el fallo a tierra incompleta serán definidos aquí. El fallo de conexión a tierra completa es un estado en el que el bus 11 de CC positivo y el bus 12 negativo de CC están conectados el uno al otro, mientras que no existe ninguna impedancia entre el bus 11 de CC positivo y el bus 12 negativo de CC.

15 Por el contrario, el fallo de conexión a tierra incompleto es un estado en el que bus 11 positivo de CC y el bus 12 negativo de CC están conectados, mientras que la impedancia existe entre el bus 11 positivo de CC y el bus 12 negativo de CC.

Según el aparato de conexión a tierra descrito anteriormente, es posible abrir instantáneamente la trayectoria de corriente cuando un fallo de conexión a tierra completo se produce entre el punto de tierra y la línea de tierra, o abrir la trayectoria de corriente cuando un fallo de conexión a tierra incompleto se produce entre ellos, o generar una alarma (y evitar un error de funcionamiento) mientras se mantiene la operación.

20 El aparato de conexión a tierra descrito anteriormente es por lo tanto útil en un acondicionador de energía diseñado para su uso en la generación de energía solar, en particular en el caso en que la conexión a tierra N o la conexión a tierra P debe ser alcanzada en el acondicionador de energía.

25 En las realizaciones descritas anteriormente, el dispositivo 24 de determinación tiene todas las funciones especificadas en la figura 2, la figura 3 y la figura 4, para explicar el funcionamiento de la presente invención. No hace falta decir, el dispositivo 24 de determinación puede tener solamente una de estas funciones en la presente invención, sin embargo.

#### **Lista de signos de referencia**

- 1 Célula solar
- 2 Aparato de conexión a tierra
- 30 3 Inversor
- 4 Condensador de filtrado
- 5 Reactor
- 6 Condensador
- 7 Conmutador
- 35 8 Sistema de energía de CA
- 9 Diodo
- 10 Transformador aislado
- 11 Bus positivo de CC
- 12 Bus negativo de CC
- 40 21 Interruptor de circuito
- 22 Fusible
- 23 Detector de corriente
- 24 Dispositivo de determinación
- 25 Línea de tierra
- 45 26 Tierra

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de conexión a tierra que comprende:

5 una fuente (PV1) de alimentación de CC;  
un acondicionador (3) de energía configurado para recibir energía de CC de la fuente (PV1) de alimentación de CC a través de un bus (11) positivo de CC y un bus (12) negativo de CC y para convertir la energía de CC a energía de CA;

10 un transformador (10) aislado conectado a un lado de salida del acondicionador (3) de potencia;  
un interruptor (21) de circuito conectado al bus (11) positivo de CC y el bus (12) negativo de CC y configurado para abrir una trayectoria de corriente entre la fuente (PV1) de alimentación de CC y el acondicionador (3) de energía; y

una línea (25) de tierra que conecta el bus (11) positivo de CC o del bus (12) negativo de CC que se proporciona entre el acondicionador (3) de energía y el interruptor (21) de circuito, a tierra;

**caracterizado por**

15 un detector (23) de corriente configurado para detectar una corriente que fluye en la línea (25) de tierra;  
un fusible (22) insertado en serie en una parte de la línea (25) de tierra, configurado para al menos uno de:

20 fundirse cuando la corriente que fluye en la línea de tierra excede un primer valor de ajuste de protección, no destruyendo el detector (23) de energía, provocando un fallo de conexión a tierra completo, y no fundirse cuando la corriente que fluye en la línea (25) de tierra es menor que o igual al primer valor de ajuste de protección, no destruyendo el detector (23) de corriente y provocando un fallo de conexión a tierra incompleto; y

25 un dispositivo (24) de determinación configurado para dar una orden de apertura al interruptor (21) de circuito cuando la corriente detectada por el detector (23) de corriente excede un segundo valor de ajuste de protección, que es menor que el primer valor de ajuste de protección.

2. El aparato de conexión a tierra según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de determinación está configurado para generar una alarma cuando la corriente detectada por el detector (23) de corriente es menor que el segundo valor de ajuste de protección.

30 3. El aparato de conexión a tierra según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el dispositivo (24) de determinación no genera una alarma cuando la corriente detectada no está más allá de un valor de desplazamiento para evitar una detección errónea.

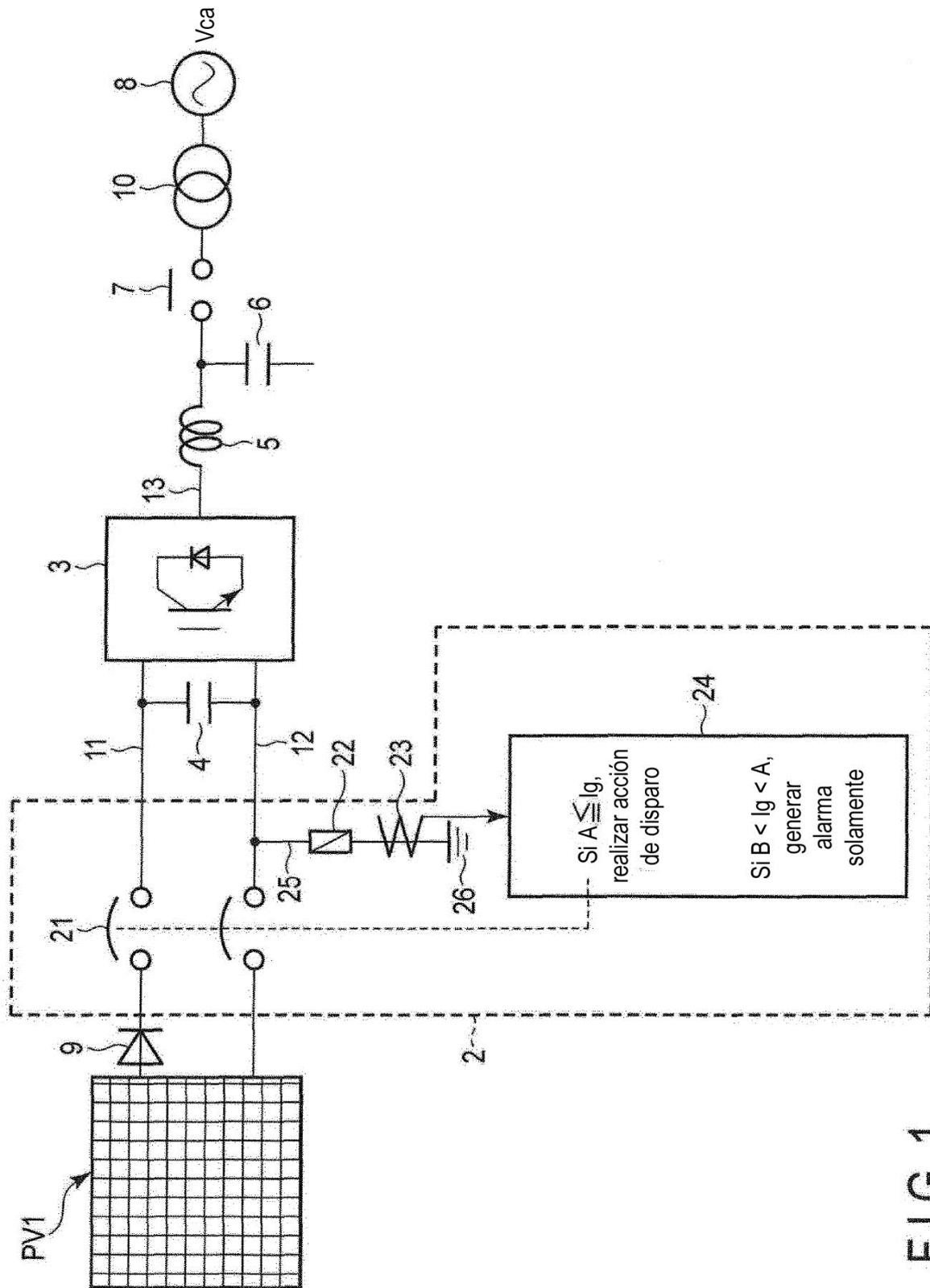


FIG.1

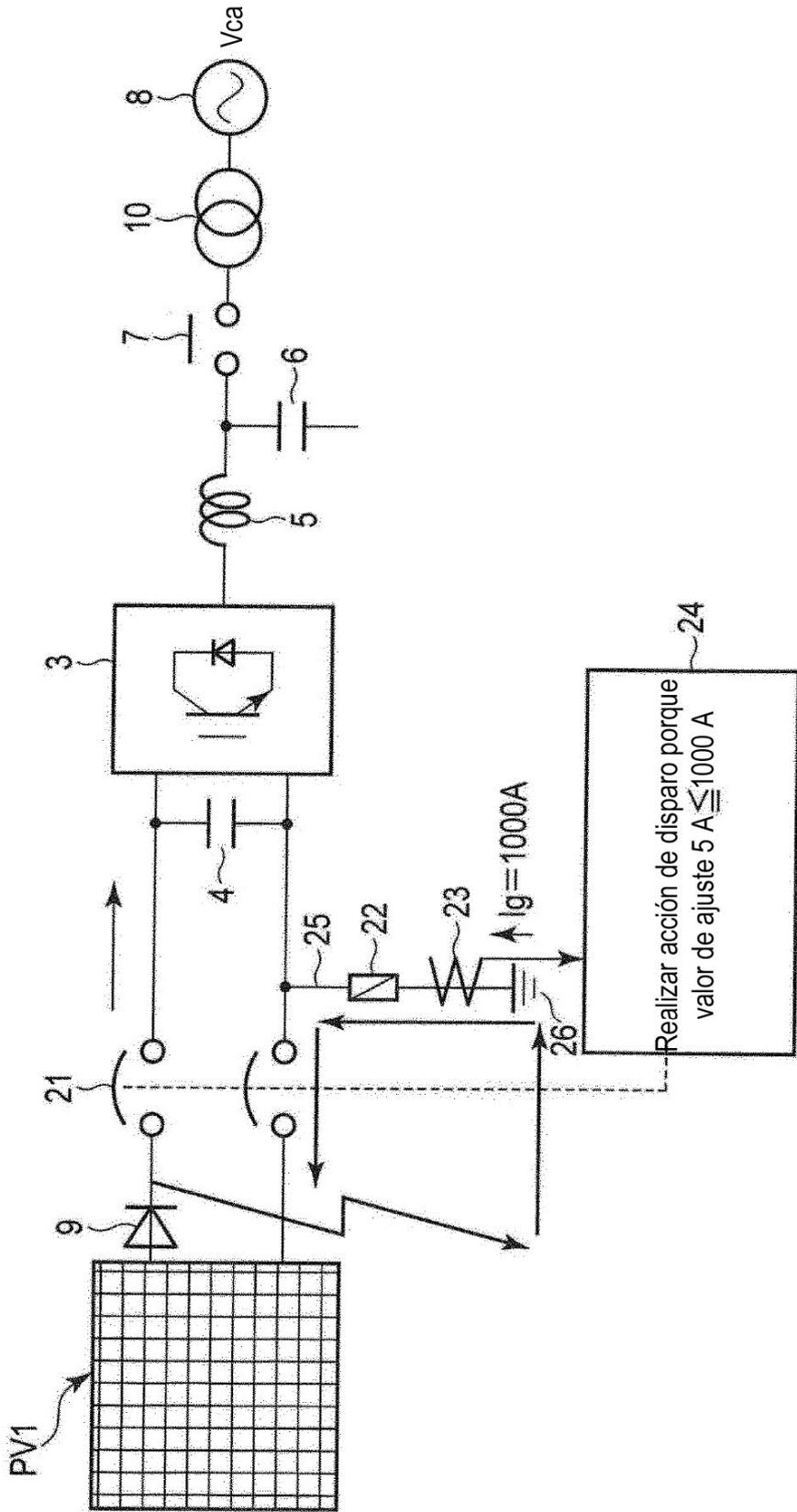


FIG. 2

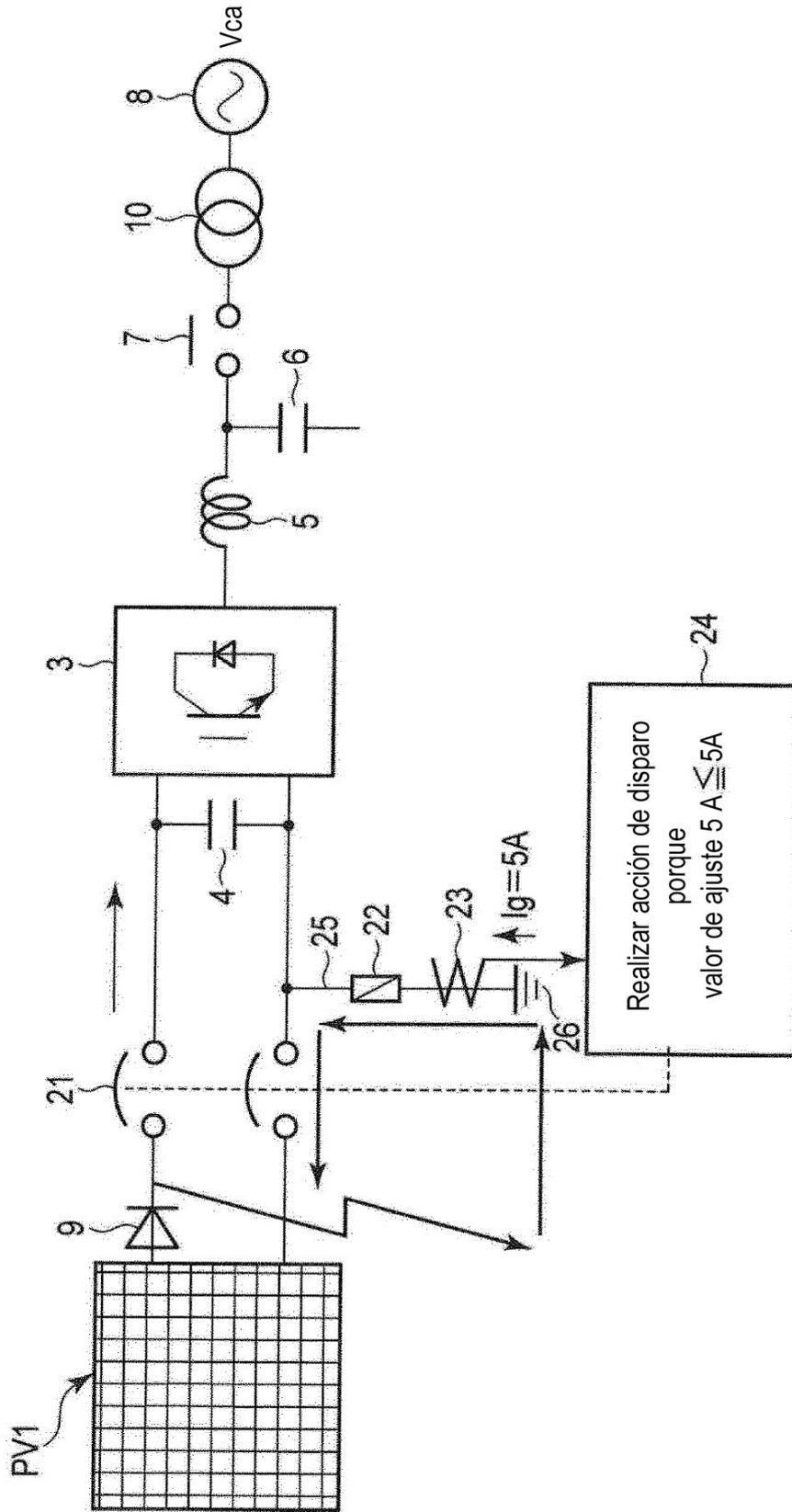


FIG. 3

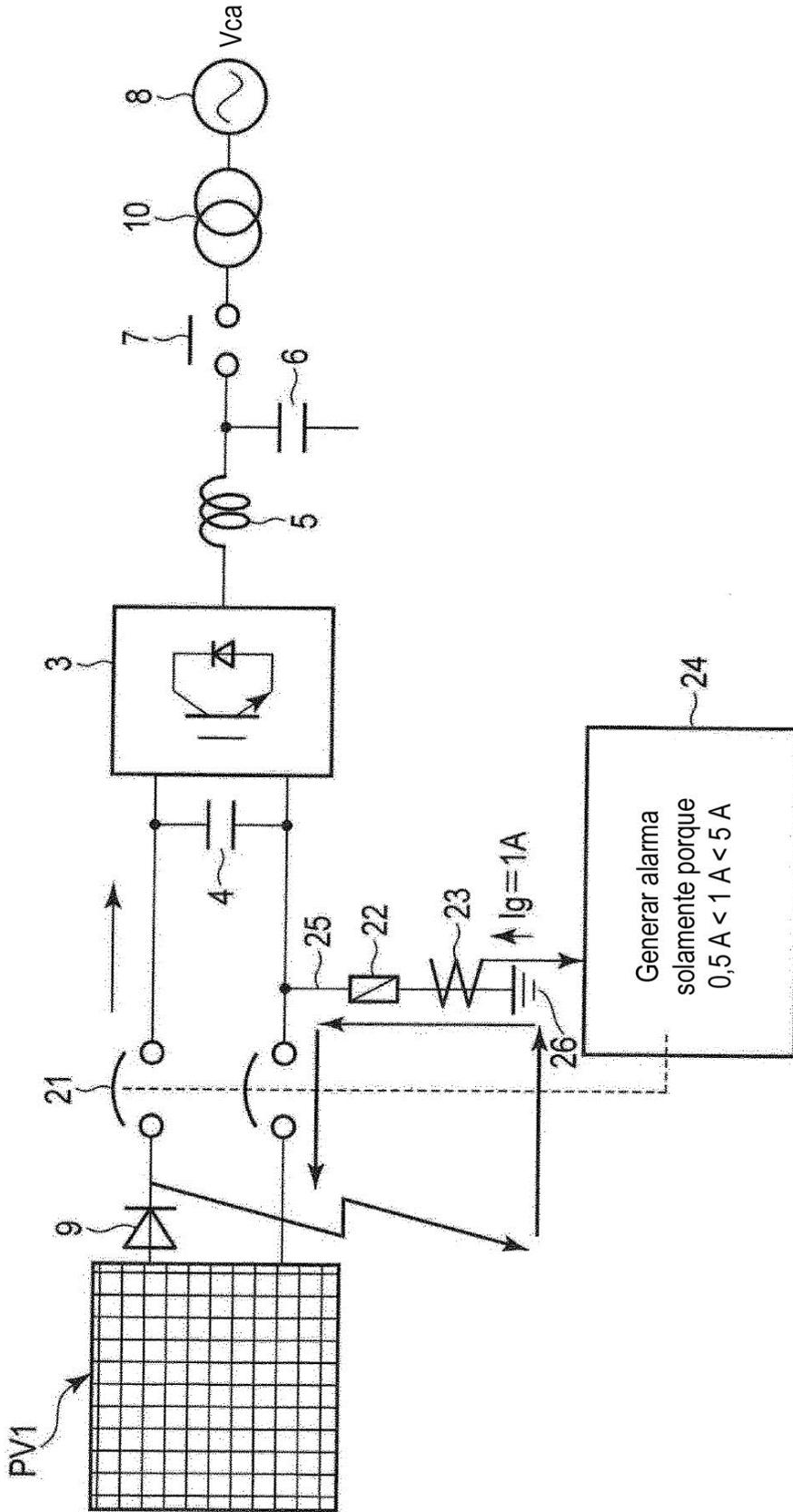


FIG. 4