

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 941**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/34** (2006.01)

**G01R 31/02** (2006.01)

**H02P 29/024** (2006.01)

**B60L 3/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2016** **E 16159321 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** **EP 3078977**

54 Título: **Método para detectar falla a tierra en inversor**

30 Prioridad:

**09.04.2015 KR 20150050090**

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

**30.04.2020**

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)  
127, LS-ro, Dongan-gu, Anyang-si  
Gyeonggi-Do 14119, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, JAEMOON y  
YANG, CHUNSUK**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 757 941 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

Método para detectar falla a tierra en inversor

### Antecedentes de la invención

#### 1. Campo de la invención

- 5 Esta divulgación se refiere a un método para detectar una falla a tierra en un inversor, y más particularmente, a un método para detectar una falla a tierra que se produce de salida de un inversor, que emplea un método de detectar una corriente en un inversor usando resistencias de derivación.

#### 2. Antecedentes de la invención

- 10 Un convertidor (dicho de otro modo, un rectificador trifásico) convierte una tensión de corriente alterna (abreviada como CA a continuación en el presente documento) en una tensión de corriente continua (abreviada como CC a continuación en el presente documento), y un inversor conmuta la tensión de CC convertida en el convertidor según una señal de modulación de ancho de pulsos (abreviada como PWM a continuación en el presente documento) para generar una tensión de CA. Tal como se ilustra en la figura 1, la tensión de CA generada en el inversor se transfiere a una carga eléctrica, tal como un motor.

- 15 Una falla a tierra puede producirse en un lado de salida del inversor debido a la desconexión de una línea de salida del inversor, una conexión inesperada de un conductor entre una salida del inversor y la tierra. Cuando se produce la falla a tierra, puede dañarse un motor debido al deterioro que es resultado de una sobrecorriente que supera una corriente nominal. Cuando un trayecto de falla a tierra se pone en contacto con un cuerpo humano, puede provocar un accidente implicado en una vida humana. Por tanto, un inversor para accionar un motor proporciona funciones de avisar a un usuario de la presencia de la falla a tierra y proteger de manera segura el motor y al usuario parando su funcionamiento tras la presencia de la falla a tierra.

Normalmente, la presencia o ausencia de deficiencia de fase y falla a tierra en el lado de salida del inversor se determina basándose en corrientes de salida detectadas del inversor.

- 25 Tal como se ilustra en la figura 2A, durante el funcionamiento normal del inversor, la suma de corrientes de salida de tres fases que se emiten desde el inversor es cero (0) (es decir,  $I_u + I_v + I_w = 0$ ) según la ley de corrientes de Kirchhoff (abreviada como KCL a continuación en el presente documento).

- 30 Sin embargo, tal como se ilustra en la figura 2B, cuando se produce una falla a tierra en una fase w, una corriente de la fase w en la que se ha producido la falla a tierra fluye a tierra para convertirse en una corriente de falla a tierra  $I_g$ . Por tanto, la suma de las corrientes de salida trifásicas no es cero (es decir,  $I_u + I_v + I_w \neq 0$ ). De esta manera, la presencia o ausencia de la deficiencia de fase y la falla a tierra en el lado de salida del inversor puede determinarse usando los valores de corriente de salida de las tres fases del inversor. La suma de las corrientes trifásicas puede detectarse instalando un transformador de corriente de fase cero (abreviado como ZCT) comúnmente en las líneas de salida de las tres fases del inversor.

- 35 Haciendo referencia a la figura 3, en un circuito de detección de corriente de salida de un inversor que usa transformadores de corriente (abreviados como CT a continuación en el presente documento) según la técnica relacionada, los CT se instalan en líneas de salida de las fases respectivas para detectar las corrientes de salida trifásicas. El método de detección de corriente que usa los CT se emplea generalmente en un inversor estándar o inversores de mayor nivel. En el método de la técnica relacionada de detectar la deficiencia de fase en el inversor que detecta corrientes usando los CT, tal como se mencionó anteriormente, la presencia o ausencia de la falla a tierra en la línea de salida del inversor se determina usando las corrientes de salida trifásicas según la KCL. Por ejemplo, durante el funcionamiento normal del inversor, la suma de las corrientes de salida de las tres fases que se emiten desde el inversor es cero (0) (es decir,  $I_u + I_v + I_w = 0$ ) según la KCL. Sin embargo, cuando se produce la falla a tierra, la suma de las corrientes de salida trifásicas no es cero (es decir,  $I_u + I_v + I_w \neq 0$ ). Es decir, en la detección de la falla a tierra en la línea de salida del inversor, cuando la suma de las corrientes de salida trifásicas obtenida según la KCL no es menor que un nivel preestablecido, puede determinarse que se ha producido la falla a tierra y por consiguiente se lleva a cabo una operación de protección. En la figura 4 se ilustra un diagrama de flujo del método de detectar la falla a tierra en la línea de salida del inversor según la técnica relacionada.

Tal como se mencionó anteriormente, el método de detectar la falla a tierra aplicando la KCL a las corrientes de salida trifásicas del inversor puede aplicarse de manera útil al inversor que detecta las corrientes usando los CT.

- 50 Sin embargo, el método mencionado anteriormente no puede aplicarse para detectar una falla a tierra en el lado de salida de un inversor, que emplea un método de detectar corrientes usando resistencias de derivación tal como se ilustra en la figura 5.

A continuación en el presente documento, se describirá un método de detectar corrientes usando resistencias de derivación con referencia a la figura 5.

Las resistencias de derivación R1, R2 y R3 están dispuestas en bornes emisores (E) de transistor bipolar de puerta aislada (abreviado como IGBT a continuación en el presente documento), que se ubican en extremos inferiores de las fases del inversor, respectivamente, para detectar corrientes de salida del inversor cuando fluyen corrientes a los IGBT inferiores según un estado de funcionamiento de conmutación del inversor.

5 En la detección de las corrientes de salida del inversor usando las resistencias de derivación R1, R2 y R3, tal como se ilustra en la figura 6, una región de detección de corriente está limitada según un estado de funcionamiento de conmutación y un tiempo de flujo de corriente del inversor. Por tanto, con el fin de extender la región de detección de corriente, la detección de corriente puede implementarse de manera que se detecten corrientes de salida de dos fases disponibles de las tres fases y que se calcule la corriente de la fase restante basándose en las corrientes de salida bifásicas detectadas. La figura 6 ilustra regiones de límite de detección de corriente de salida según estados de PWM del inversor, y la figura 7 ilustra una tabla que incluye formulas para detectar corrientes de salida de dos fases disponibles entre las tres fases del inversor y calcular la corriente de salida de la fase restante.

15 Es decir, en el método de detectar las corrientes de salida en el inversor usando las resistencias de derivación, se detectan corrientes de dos fases disponibles entre las tres fases cuyos elementos de conmutación se encienden según señales de control de PWM y la corriente de la otra fase se calcula basándose en las corrientes detectadas. Por tanto, durante el funcionamiento normal del inversor y tras la presencia de la falla a tierra, la suma de las corrientes de salida en las tres fases siempre es cero (es decir,  $I_u + I_v + I_w = 0$ ). Por consiguiente, el método de detección de falla a tierra de la técnica relacionada para detectar la falla a tierra del inversor no puede aplicarse al inversor en el que se realiza la detección de corriente usando las resistencias de derivación.

20 Un ejemplo de un método de detectar una falla a tierra en una línea de salida se conoce a partir del documento CN102480245A. Además, los documentos JP2008048504 y EP0490388 dan a conocer mediciones de la corriente de salida cuando se aplica un vector cero.

25 La detección de corriente usando las resistencias de derivación puede implementarse con costes más bajos relativamente que la detección de corriente usando los CT y, por tanto, se usa ampliamente para un inversor pequeño de bajo precio. Considerando esto, se requiere un método de detectar una falla a tierra en un inversor de manera precisa y rápida, que puede aplicarse a la detección de corriente usando las resistencias de derivación.

### Sumario de la invención

30 Por tanto, un aspecto de la esta divulgación es solucionar los problemas y otros inconvenientes de la técnica relacionada. Un objeto de la esta invención es proporcionar un método para detectar una falla a tierra en un inversor de una manera precisa y rápida, que puede aplicarse a la detección de corriente usando resistencias de derivación.

Para conseguir estas y otras ventajas y según el objetivo de esta divulgación, tal como se implementa y describe ampliamente en el presente documento, se proporciona un método para detectar una falla a tierra en una línea de salida de un inversor usando resistencias de derivación, comprendiendo el método:

detectar corrientes de salida para tres fases del inversor;

35 determinar si una utilización de tensión del inversor es o no menor que un nivel de tensión aceptable preestablecido; y

determinar la presencia o ausencia de la falla a tierra en el inversor.

40 El método según la invención comprende además una etapa de determinar si un nivel de corriente de salida del inversor es o no menor que un nivel de corriente aceptable preestablecido cuando se determina que la utilización de tensión no es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido.

El método según la invención comprende además una etapa de aplicar un vector cero a través de una modulación de ancho de pulsos, y muestrear corrientes de salida dentro de una zona de vector cero, cuando se determina que el nivel de corriente de salida del inversor no es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido.

45 En el método según la invención, la presencia o ausencia de la falla a tierra del inversor se determina usando las corrientes de salida muestreadas, después de muestrear las corrientes de salida dentro de la zona de vector cero.

En el método según la invención, se determina que se ha producido la falla a tierra y por consiguiente se ejecuta una operación de protección cuando la suma de las corrientes de salida muestreadas del inversor no es menor que un nivel de falla a tierra preestablecido.

50 Según todavía otro aspecto preferido de la invención, en el método según la invención, se determina que se ha producido la falla a tierra y por consiguiente se ejecuta una operación de protección, en la etapa de determinar la presencia o ausencia de la falla a tierra del inversor, cuando la suma de las corrientes de salida trifásicas detectadas no es menor que un nivel de falla a tierra preestablecido, después se determina que la utilización de tensión es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido.

Según todavía otro aspecto preferido de la invención, en el método según la invención, el método vuelve a la etapa de detectar las corrientes de salida de las tres fases cuando se determina que el nivel de corriente de salida del inversor es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido.

5 Según todavía otro aspecto preferido de la invención, el método según la invención comprende además una etapa de filtrar las corrientes de salida trifásicas detectadas usando un filtro paso bajo después de detectar las corrientes de salida trifásicas del inversor.

Según todavía otro aspecto preferido de la invención, en el método según la invención, las resistencias de derivación son tres resistencias de derivación que están dispuestas en bornes emisores ubicados en extremos inferiores de transistores bipolares de puerta aislada de las fases del inversor, respectivamente.

10 Según todavía otro aspecto preferido de la invención, en el método según la invención, las corrientes de salida trifásicas del inversor se calculan basándose en tensiones detectadas aplicadas a las tres resistencias de derivación.

Un alcance adicional de aplicabilidad de la presente aplicación resultará más evidente a partir de la descripción detallada facilitada a continuación en el presente documento.

### Breve descripción de los dibujos

15 Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan en y forman parte de esta divulgación, ilustran realizaciones a modo de ejemplo y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención.

En los dibujos:

20 la figura 1 es una vista de configuración de una unidad de alimentación eléctrica de un inversor de accionamiento de un motor general;

la figura 2A es una vista que ilustra una trayectoria de corriente de salida durante el funcionamiento normal de un inversor;

la figura 2B es una vista que ilustra una trayectoria de corriente de salida tras la presencia de una falla a tierra en un inversor;

25 la figura 3 es una vista que ilustra un método de detección de corriente usando CT;

la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar una falla a tierra en una línea de salida de un inversor según la técnica relacionada;

la figura 5 es una vista que ilustra un método de detección de corriente usando resistencias de derivación;

30 la figura 6 es una vista que ilustra regiones de límite de detección de corriente de salida según estados de PWM de un inversor;

la figura 7 es una tabla que muestra fórmulas para calcular corrientes de salida de un inversor según los estados de PWM del inversor ilustrado en la figura 6;

la figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra etapas sucesivas de detectar corrientes en un inversor;

35 la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar una falla a tierra en una línea de salida de un inversor según una realización a modo de ejemplo de la presente invención; y

la figura 10 es una vista que ilustra un método de muestrear corrientes de salida de un inversor dentro de una zona (sector) de aplicación de vector cero en el método de detectar la falla a tierra en el inversor según la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

40 La descripción se facilitará ahora con detalle según realizaciones a modo de ejemplo dadas a conocer en el presente documento, con referencia a los dibujos adjuntos. Por motivos de brevedad con referencia a los dibujos, pueden proporcionarse los mismos componentes o equivalentes con los mismos números de referencia o similares, y no se repetirá la descripción de los mismos. En general, puede usarse un término tal como "módulo" y "unidad" para hacer referencia a elementos o componentes. El uso de tales términos en el presente documento es  
45 meramente con el fin de facilitar la descripción de la divulgación, y no se pretende que el propio término proporcione ningún significado o función especial. En la descripción de la presente divulgación, además, la descripción detallada se omitirá cuando una descripción específica de tecnologías conocidas públicamente a las que concierne la invención se crea que hace confusa la esencia de la presente divulgación. Los dibujos adjuntos se usan para ayudar a entender fácilmente diversas características técnicas y ha de entenderse que las realizaciones presentadas en el  
50 presente documento no están limitadas por los dibujos adjuntos. Como tal, la presente divulgación ha de

interpretarse para extenderse a cualesquiera alteraciones, equivalentes y sustituyentes además de las que se explican en particular en los dibujos adjuntos.

La presente invención se describe basándose en realizaciones detalladas, pero también ha de entenderse que las realizaciones descritas anteriormente no están limitadas por ninguno de los detalles de la descripción anterior, a menos que se especifique lo contrario, sino que más bien han de interpretarse ampliamente dentro de su alcance tal como se define en las reivindicaciones adjuntas, y por tanto todos los cambios y modificaciones que se encuentran dentro de las medidas y límites de las reivindicaciones, o equivalentes de tales medidas y límites se desean por tanto que se abarquen por las reivindicaciones adjuntas.

La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra etapas secuenciales de detectar corrientes en un inversor. Haciendo referencia a la figura 8, puede realizarse aproximadamente la detección de corriente en un inversor en etapas secuenciales de (a) detección de corriente de salida trifásica →(b) filtrado pasa bajo y ajuste de escala para eliminación de ruido →(c) detección de corriente de salida →(d) cálculo de corriente de salida →(e) determinación de deficiencia de fase. La presente invención específicamente se refiere a la etapa (c) de la detección de corriente de salida del inversor entre las etapas secuenciales, que se describirán con detalle, a continuación en el presente documento.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar una falla a tierra en una línea de salida de un inversor según una realización a modo de ejemplo de la presente invención. Haciendo referencia a la figura 9, según un método para detectar una corriente a tierra en un inversor, comprende una etapa que detecta corrientes de salida  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$  del inversor (S10). En este caso, las corrientes de salida  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$  hacen referencia a corrientes que fluyen en resistencias de derivación (véanse R1, R2 y R3 en la figura 5) que se conectan con los bornes emisores de IGBT inferiores para las fases del inversor, respectivamente. Las corrientes de salida trifásicas  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$  pueden calcularse basándose en tensiones detectadas aplicadas a las tres resistencias de derivación, respectivamente, o detectadas mediante el uso de detectores de corriente tales como un transformador de corriente.

Después, puede determinarse si una tensión según una utilización de tensión del inversor es o no menor que un nivel de tensión aceptable preestablecido (S20). En este caso, la utilización de tensión del inversor puede ser una tasa (%) de una tensión de salida del inversor con respecto a una tensión de enlace de CC del inversor. Cuando la tensión según la utilización de tensión del inversor es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido (si el resultado de la determinación es negativo, eso es "NO"), la presencia o ausencia de una falla a tierra puede determinarse usando las corrientes de salida detectadas  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$  del inversor (S50). La determinación de si se ha producido o no la falla a tierra puede implementarse (procesarse) mediante un microordenador incluido en el inversor de manera que se determina si la suma ( $I_{us}+I_{vs}+I_{ws}$ ) de las corrientes de salida trifásicas del inversor es o no menor que un nivel de falla a tierra preestablecido aplicando la KCL a las corrientes de salida detectadas  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$ . Además, el inversor al cual puede aplicarse el método de detectar la falla a tierra en el inversor según la presente invención puede incluir además una unidad de determinación de falla a tierra (no ilustrada) configurada por el microordenador. La unidad de determinación de falla a tierra, tal como se mencionó anteriormente, puede determinar la presencia o ausencia de la falla a tierra de manera que se determine si la suma ( $I_{us}+I_{vs}+I_{ws}$ ) de las corrientes de salida trifásicas del inversor es o no menor que el nivel de falla a tierra preestablecido aplicando la KCL a las corrientes de salida detectadas  $I_{us}$ ,  $I_{vs}$  e  $I_{ws}$ .

Cuando la suma de las corrientes de salida trifásicas no es menor que el nivel de falla a tierra preestablecido, la unidad de determinación de falla a tierra puede determinar que se ha producido la falla a tierra, y por tanto puede llevarse a cabo (S60) una operación de protección.

Mientras tanto, cuando la utilización de tensión no es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido en la etapa S20, puede determinarse si un nivel de corriente de salida es o no menor que un nivel de corriente aceptable preestablecido (S30). Cuando el nivel de corriente de salida del inversor es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido (si el resultado de la determinación es negativo, eso es "NO"), el procedimiento puede volver a la etapa inicial y volver a realizarse. Cuando el nivel de corriente de salida no es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido (si el resultado de la determinación es positivo, eso es "SÍ"), un vector cero puede aplicarse a los IGBT del inversor a través de una PWM, y pueden muestrearse corrientes de salida del inversor dentro de una zona de vector cero (S40). Después, la presencia o ausencia de la falla a tierra puede determinarse usando las corrientes de salida trifásicas  $I_{us\_cero}$ ,  $I_{vs\_cero}$  e  $I_{ws\_cero}$  muestreadas dentro de la zona de vector cero (S50).

Con detalle, cuando la suma de las corrientes de salida trifásicas muestreadas ( $I_{us\_cero} + I_{vs\_cero} + I_{ws\_cero}$ ) dentro de la zona de vector cero no es menor que el valor de nivel de falla a tierra preestablecido, puede determinarse que se ha producido la falla a tierra y por tanto puede llevarse a cabo (S60) la operación de protección.

Tal como se mencionó anteriormente, en el método para detectar la falla a tierra en el inversor según la presente invención, la presencia o ausencia de la falla a tierra puede determinarse usando las corrientes trifásicas detectadas sin un procedimiento de PWM en una región en la que se garantiza una zona de vector cero suficiente por virtud de una utilización de baja tensión, mientras que la falla a tierra puede detectarse de manera que se detectan las corrientes de salida trifásicas en la zona de vector cero a través del procedimiento de PWM cuando no se garantiza

una zona de vector cero suficiente debido a una utilización de alta tensión.

A continuación en el presente documento, se facilitará con detalle la descripción de la detección de corrientes de salida de un inversor dentro de una zona de vector cero, en el método de detectar la falla a tierra en el inversor según la presente invención, con referencia a la figura 10.

- 5 La figura 10 ilustra un ejemplo basado en un sector 3 entre seis sectores de un algoritmo de PWM de vector ilustrado en la figura 6. La zona de vector cero se refiere a una zona en la que señales (impulsos) de PWM trifásicas para conmutar los IGBT en el inversor están en nivel lógico "0". En la zona de vector cero, pueden detectarse todas las corrientes de salida trifásicas del inversor. Las regiones activas en el sector 3 pueden ser V3 {una región en la que el nivel lógico de señales de PWM para los IGBT (Sa, Sb, Sc) son 0, 1, 0} y V4 (una región en la que el nivel lógico de Señales de PWM para los IGBT (Sa, Sb, Sc) son 0, 1, 1}, y los vectores cero pueden ser V0 {una región en la que el nivel lógico de señales de PWM para los IGBT (Sa, Sb, Sc) son 0, 0, 0} y V7 {una región en la que el nivel lógico de señales de PWM para los IGBT (Sa, Sb, Sc) son 1, 1, 1}. Puesto que un vector que permite la detección de corriente es V0 de los vectores cero, la detección de corriente puede llevarse a cabo en la zona V0 en la realización de la presente invención. Puede determinarse un tiempo físico de la zona de aplicación de vector basándose en la utilización de tensión y la frecuencia de conmutación del inversor. El tiempo de la zona de aplicación de vector cero puede reducirse cuando la utilización de tensión y la frecuencia de conmutación son altas. Por tanto, la detección de corriente puede realizarse en las zonas de vector activas V1 a V6. Pueden muestrearse las corrientes de salida detectadas en la zona de vector cero V0. Después, la KCL puede aplicarse a las corrientes de salida muestreadas para determinar si se ha producido o no la falla a tierra.
- 10
- 15
- 20 Tal como se mencionó anteriormente, la presente invención puede permitir detectar la presencia o ausencia de una falla a tierra de manera precisa y rápida en un método de detectar corrientes usando resistencias de derivación que pueden implementarse con costes relativamente más bajos que un método de detección de corriente que usa transformadores de corriente.

25 Según el método de detectar la falla a tierra en el inversor dado a conocer en el presente documento, la falla a tierra producida en el inversor puede detectarse en el método de detección de corrientes usando las resistencias de derivación.

Además, según la presente invención, la detección precisa y rápida de la falla a tierra producida en el inversor puede ejecutarse en la detección de corriente usando las resistencias de derivación, pueden reducirse los costes de fabricación y mantenimiento del inversor, y además puede difundirse de manera activa un inversor pequeño de bajo precio.

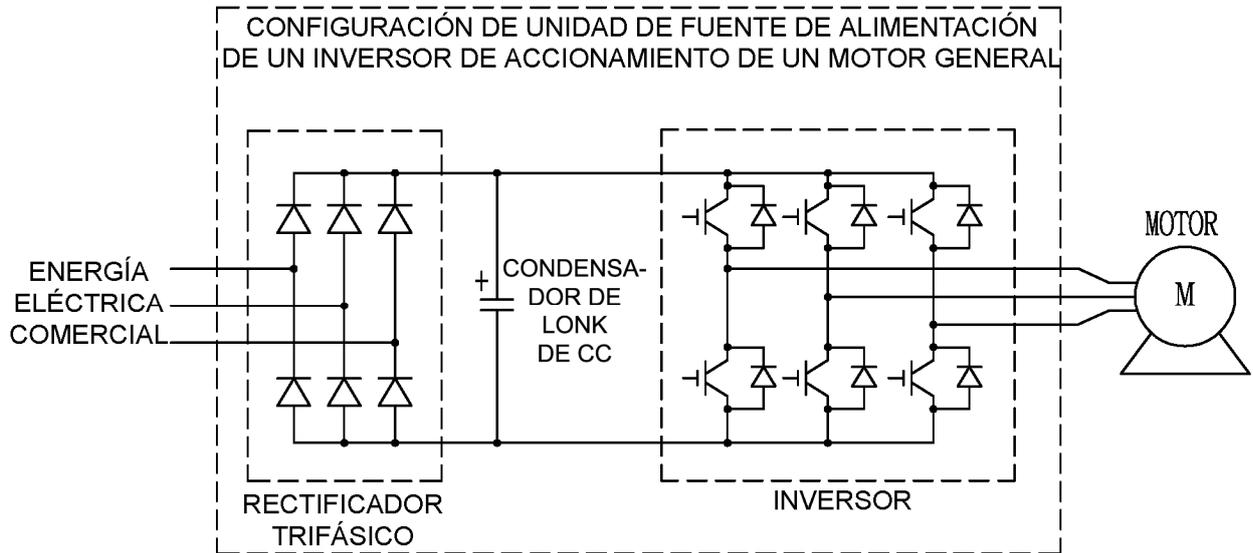
30

Las realizaciones anteriores de la presente invención son meramente ilustrativas, y el alcance técnico de la presente invención debe definirse en las reivindicaciones adjuntas.

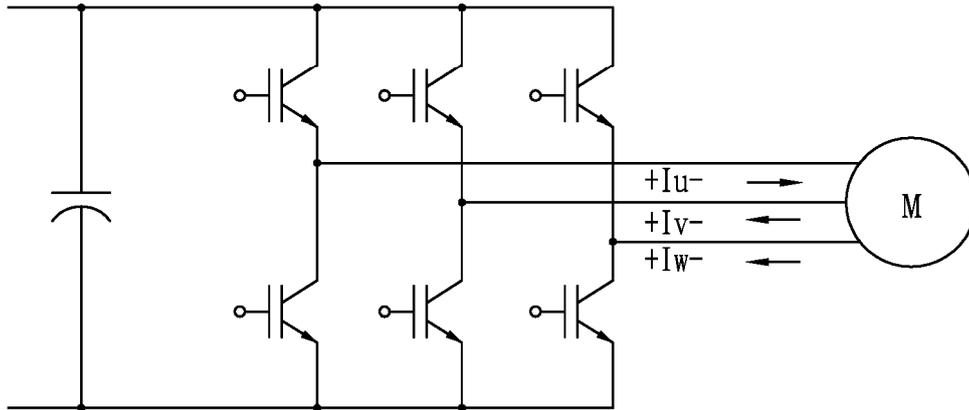
**REIVINDICACIONES**

1. Método para detectar una falla a tierra en una línea de salida de un inversor usando resistencias de derivación, comprendiendo el método:  
 detectar (S10) corrientes de salida (lus, lvs, lws) para tres fases del inversor;
- 5 determinar (S20) si una tensión según una utilización de tensión del inversor es o no menor que un nivel de tensión aceptable preestablecido en el que la utilización de tensión del inversor se describe mediante una tasa de porcentaje de una tensión de salida del inversor con respecto a una tensión de enlace de CC del inversor;
- 10 determinar (S30) si un nivel de corriente de salida del inversor es o no menor que un nivel de corriente aceptable preestablecido cuando se determina que una tensión según la utilización de tensión no es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido;  
 aplicar un vector cero a través de una modulación de ancho de pulsos, y muestrear (S40) corrientes de salida dentro de una zona de vector cero, cuando se determina que el nivel de corriente de salida del inversor no es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido;
- 15 determinar (S50) la presencia o ausencia de la falla a tierra en el inversor;  
 en el que cuando la tensión según la utilización de tensión del inversor es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido, la determinación de la presencia o ausencia de la falla a tierra en el inversor se realiza determinando si la suma de corrientes de salida trifásicas (lus, lvs, lws) del inversor es o no menor que un nivel de falla a tierra preestablecido, y
- 20 en el que la presencia o ausencia de la falla a tierra del inversor se determina usando las corrientes de salida muestreadas, después de muestrear (S40) las corrientes de salida dentro de la zona de vector cero.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinar que se ha producido la falla a tierra y por consiguiente se ejecuta una operación de protección cuando la suma de las corrientes de salida muestreadas del inversor no es menor que un nivel de falla a tierra de salida preestablecido.
- 25 3. Método según la reivindicación 1, que comprende además determinar que se ha producido la falla a tierra y por consiguiente se ejecuta una operación de protección, en la etapa (S50) de determinar la presencia o ausencia de la falla a tierra del inversor, cuando la suma de las corrientes de salida trifásicas detectadas no es menor que un nivel de falla a tierra preestablecido, una vez que se determina que la utilización de tensión es menor que el nivel de tensión aceptable preestablecido.
- 30 4. Método según la reivindicación 1, que comprende además repetir la etapa (S10) de detectar las corrientes de salida (lus, lvs, lws) de las tres fases cuando se determina que el nivel de corriente de salida del inversor es menor que el nivel de corriente aceptable preestablecido.
5. Método según la reivindicación 1, que comprende además filtrar las corrientes de salida detectadas de las tres fases usando un filtro paso bajo después de la detección (S10) de las corrientes de salida trifásicas (lus, lvs, lws) del inversor.
- 35 6. Método según la reivindicación 1, en el que las resistencias de derivación son tres resistencias de derivación (R1, R2, R3) que están conectadas a bornes emisores de transistores bipolares de puerta aislada inferiores de las fases del inversor, respectivamente.
- 40 7. Método según la reivindicación 6, en el que las corrientes de salida trifásicas (lus, lvs, lws) del inversor se calculan basándose en tensiones detectadas aplicadas a las tres resistencias de derivación (R1, R2, R3).

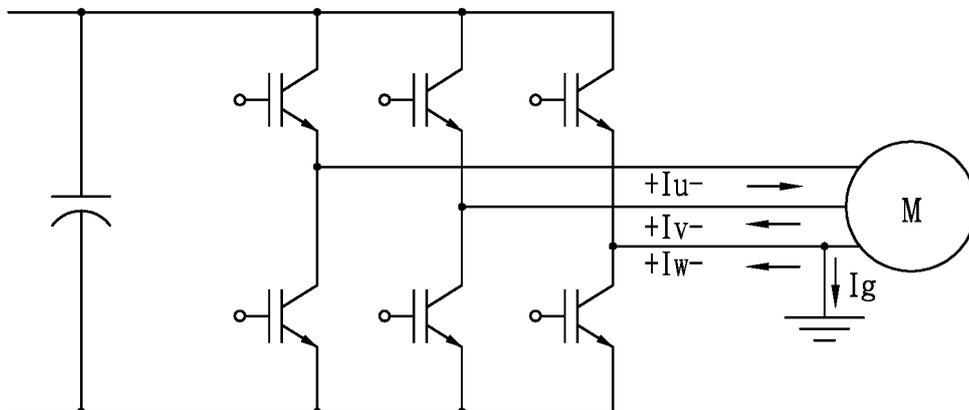
**FIG. 1**



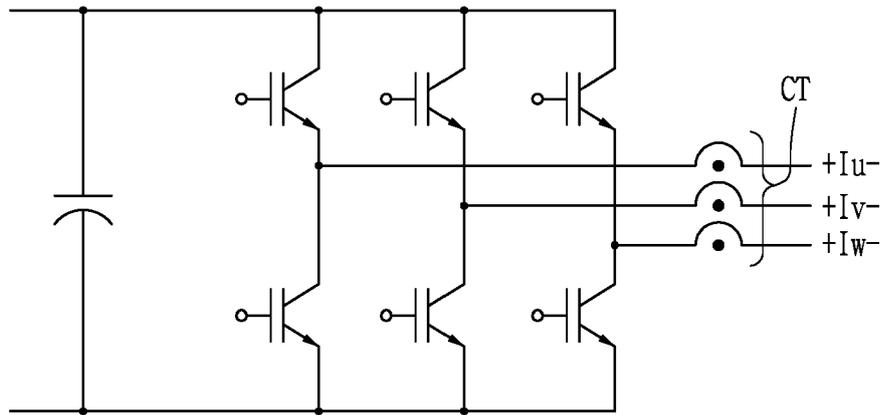
**FIG. 2A**



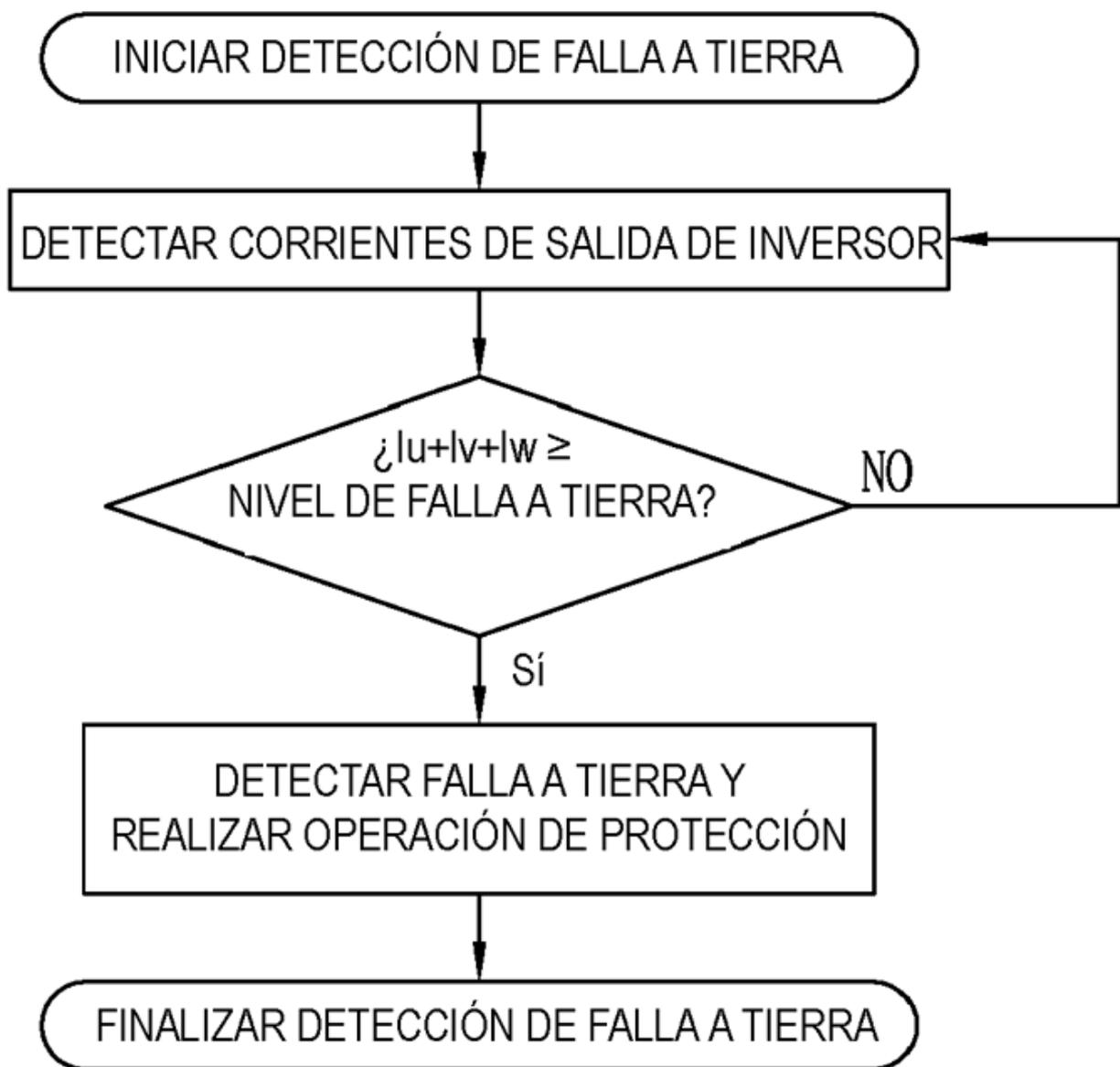
**FIG. 2B**



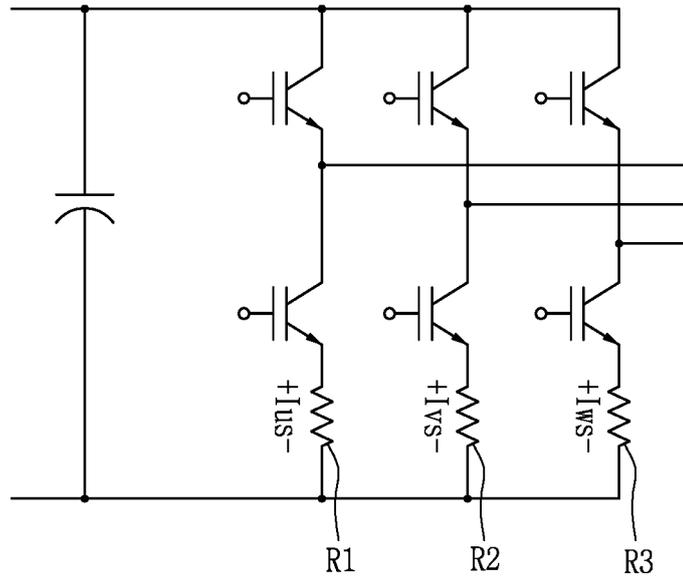
**FIG. 3**



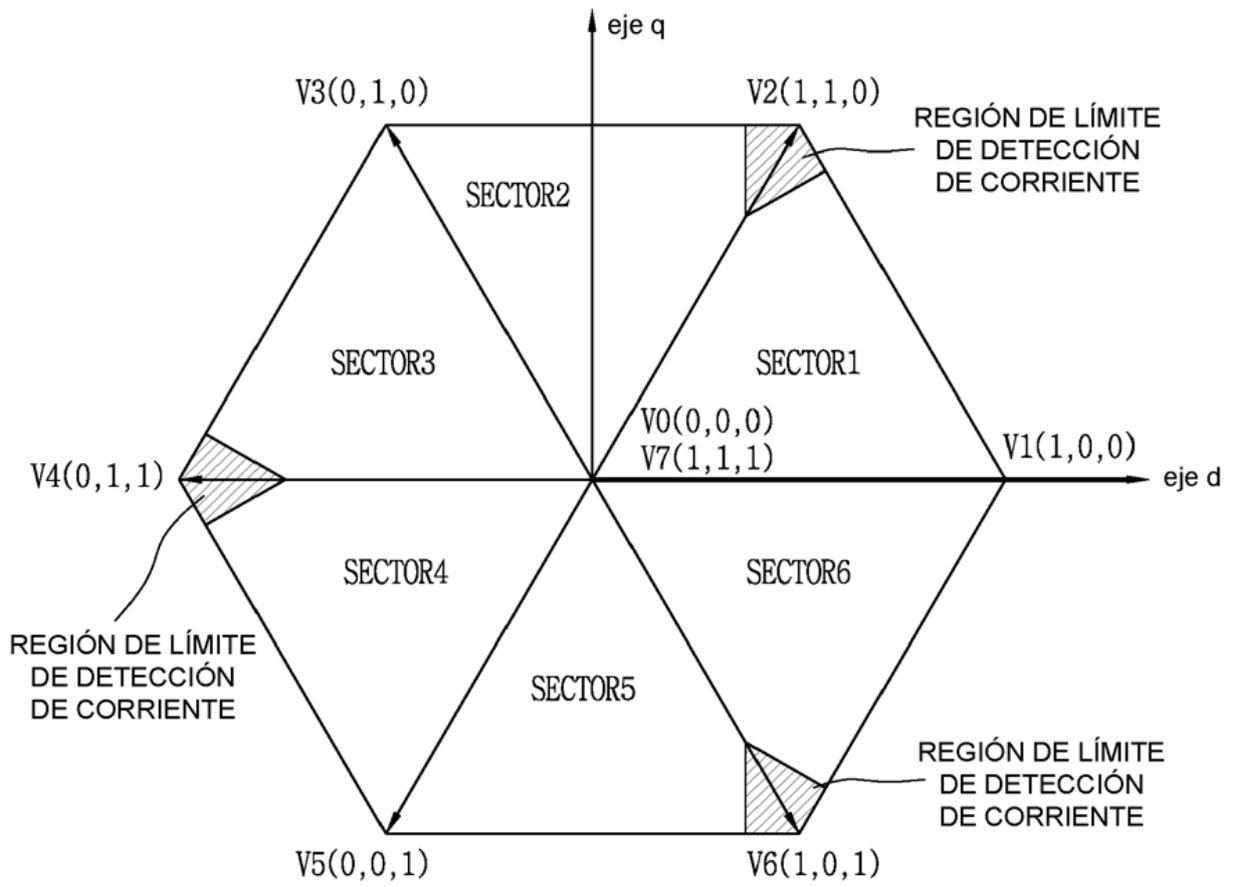
**FIG. 4**



**FIG. 5**



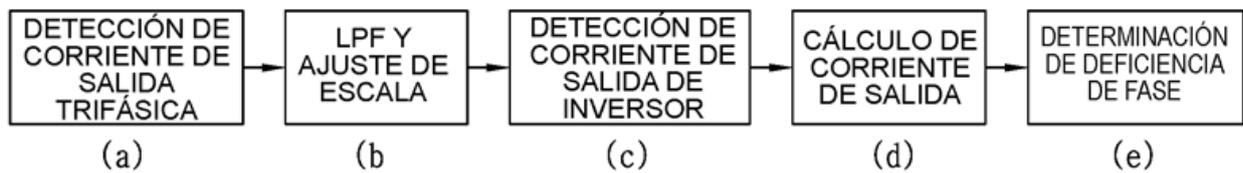
**FIG. 6**



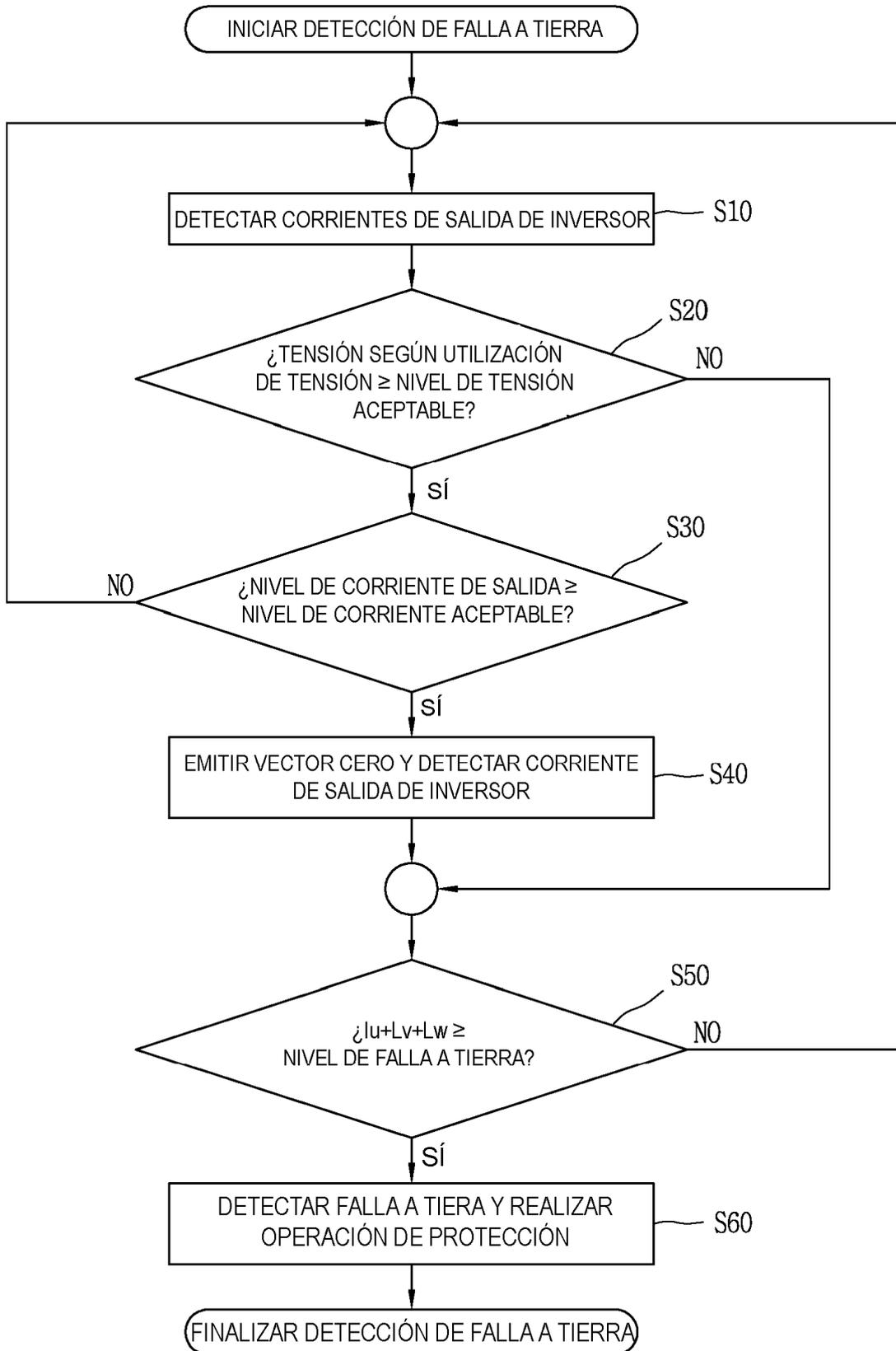
**FIG. 7**

INFORMACIÓN DE SECTOR	$I_u$	$I_v$	$I_w$
1	$I_u=(I_{vs}+I_{ws})$	$I_v=-I_{vs}$	$I_w=-I_{ws}$
2	$I_u=-I_{us}$	$I_v=(I_{us}+I_{ws})$	$I_w=-I_{ws}$
3	$I_u=-I_{us}$	$I_v=(I_{us}+I_{ws})$	$I_w=-I_{ws}$
4	$I_u=-I_{us}$	$I_v=-I_{vs}$	$I_w=(I_{us}+I_{vs})$
5	$I_u=-I_{us}$	$I_v=-I_{vs}$	$I_w=(I_{us}+I_{vs})$
6	$I_u=(I_{vs}+I_{ws})$	$I_v=-I_{vs}$	$I_w=-I_{ws}$

**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**

