

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 218**

51 Int. Cl.:

H02M 1/32 (2007.01)

H02P 29/02 (2006.01)

H02P 29/024 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2014 E 14193371 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2874295**

54 Título: **Aparato y método para detectar un fallo de desconexión en un inversor**

30 Prioridad:

18.11.2013 KR 20130139801

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

14.11.2019

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
127 LS-ro, Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, JAE MOON y
BAE, TAE SUK**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 731 218 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

Aparato y método para detectar un fallo de desconexión en un inversor

5 Antecedentes

Campo de la descripción

10 La presente descripción se refiere a un aparato y un método para detectar un fallo de desconexión en un inversor, y un método de esta.

Descripción de la técnica relacionada

15 Generalmente, un inversor es un dispositivo que convierte corriente directa (CD) trifásica en corriente alterna (CA).

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un inversor general, que acciona un motor (2).

20 El inversor (1) convierte la fuente de alimentación CA trifásica en CD usando una unidad de rectificación (10), luego almacena la CD convertida en un capacitor de enlace de CD (20), y luego la convierte en CA de nuevo usando una unidad de inversión (30) para proporcionar al motor (2) la CA convertida. Adicionalmente, el inversor (1) controla la velocidad del motor (2) cambiando los voltajes y frecuencias.

25 Aquí, puede abrirse al menos una fase de la salida del inversor I. Este fenómeno se denomina "fallo de desconexión", que está provocada por la conexión errónea entre el extremo de salida del inversor (1) y el motor (2), o por mal funcionamiento de un dispositivo de conmutación entre el extremo de salida del inversor (1) y el motor (2). Cuando se produce el fallo de desconexión, puede aplicarse al motor (2) una sobrecorriente que excede la corriente nominal, lo que provoca un daño por quemadura por degradación.

30 Dicho fallo de desconexión de un inversor puede determinarse mediante la detección de una corriente de salida del inversor.

Las Figuras 2a y 2b son diagramas de bloques que ilustran una unidad de detección de corriente de salida del inversor. La Figura 2a ilustra un caso en el que se usa un transformador de corriente (CT), y la Figura 2b ilustra un caso en el cual se usa resistencia de derivación en paralelo, respectivamente.

35 Como se ilustra en la Figura 2a, el CT (41) se dispone en la línea de salida del inversor (1), y detecta la corriente de salida trifásica de la unidad de inversor (30). Mientras tanto, como se ilustra en la Figura 2b, la resistencia de derivación en paralelo (42) se dispone en el extremo emisor del transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT) en cada fase de la unidad de inversión (30), y detecta la corriente de salida de la unidad de inversión (30) cuando la corriente fluye al IGBT menor cambiando el estado de operación de la unidad de inversión (30).

La Figura 3 es una vista ilustrativa que ilustra la detección de corriente de salida restringida por el estado de operación de conmutación de un inversor.

45 Como se ilustra en la Figura 3, debido a que el área de detección de corriente se restringe mediante el estado de operación de conmutación y el tiempo de conducción de corriente de la unidad de inversión (30), para expandir el área de detección de corriente, la detección de corriente de salida del inversor que usa una resistencia de derivación en paralelo toma un proceso que detecta la corriente bifásica activa entre la corriente trifásica del inversor, y luego calcula el resto de la corriente monofásica. La siguiente es una tabla que muestra cálculos de la detección de corriente en la
50 detección de corriente usando una resistencia de derivación en paralelo.

Tabla 1

Información del sector	lu	lv	lw
1	$lu=(lvs+lws)$	$lvs=-lvs$	$lw=-lws$
2	$lu=-lus$	$lvs=(lus+lws)$	$lw=-lws$
3	$lu=-lus$	$lvs=(lus+lws)$	$lw=-lws$
4	$lu=-lus$	$lvs=-lvs$	$lw=(lus+lvs)$
5	$lu=-lus$	$lvs=-lvs$	$lw=(lus+lvs)$
6	$lu=(lvs+lws)$	$lvs=-lvs$	$lw=-lws$

Tal detección de corriente usando de una resistencia de derivación en paralelo se usa comúnmente para un inversor pequeño de tipo de bajo precio, debido a que es capaz de realizarse a un menor costo en comparación con la detección de corriente usando una CT.

5 Sin embargo, debido a que este método de detección de corriente que usa una resistencia de derivación en paralelo es para calcular el resto de la corriente monofásica después de detectar la corriente bifásica activa entre la corriente trifásica del inversor, existe un problema de que no está disponible una detección precisa del fallo de desconexión.

10 Como una técnica anterior, el documento US 2007/0040532 describe un controlador de motor que incluye un suministro de energía, un inversor, una resistencia de derivación y un controlador que suministra una señal de control al inversor para accionar el motor y determinar un error del inversor cuando se determina que un tamaño de voltaje entre ambos extremos de la resistencia de derivación es menor que un primer valor de referencia predeterminado.

15 El documento US 2007/165431 describe un circuito inversor que incluye resistencias para detectar corrientes de fase en un motor conectado a las patas inferiores, durante períodos de tiempo muerto cuando tanto un dispositivo de conmutación en una pata superior como un dispositivo de conmutación en una pata inferior están apagados, se toma muestra de un voltaje a través de una resistencia de detección de corriente de fase inducida por una corriente de fase que fluye a través de un diodo.

20 El documento US 2010/117574 describe un circuito inversor que incluye un par de elementos de conmutación superior e inferior, una resistencia de derivación para la detección de corriente de fase, y un voltaje para accionar un motor de múltiples fases y una unidad de determinación para desplazar un tiempo de detección de la corriente que fluye hacia la resistencia de derivación del periodo de APAGADO al periodo de ENCENDIDO del elemento de conmutación en el lado superior en la fase. La unidad de determinación determina si se produce o no el fallo de ENCENDIDO en base a
25 la corriente que fluye a la resistencia de derivación de la fase en el periodo de ENCENDIDO.

Resumen de la descripción

30 El reto técnico que la presente descripción pretende lograr es, detectar de manera precisa un fallo de desconexión en la salida de un inversor cuando una corriente se detecta por una resistencia de derivación en paralelo.

35 Para completar la estimulación técnica antes mencionada, en un aspecto general de la presente descripción, se proporciona un método para detectar fallos de desconexión de la corriente de salida, mediante la recepción de la corriente de salida desde una resistencia de derivación en paralelo en un inversor que incluye una pluralidad de elementos de conmutación, el método comprende: decidir si un sector de la corriente de salida es un sector donde es posible la detección de corriente en base al estado de la función de conmutación del elemento de conmutación en el inversor; mantener una variable de fallo de desconexión cuando se decide que la detección de corriente en el sector de corriente de salida es imposible; añadir un conteo a una variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que la detección de corriente en el sector de la corriente de salida es posible y se decide que la corriente de
40 salida esté dentro de la banda de fallo de desconexión; sustraer un conteo de la variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida esté fuera de la banda de fallo de desconexión; y determinar como fallo de desconexión cuando la variable de fallo de desconexión es mayor que un nivel de detección predeterminado.

45 En algunas modalidades ilustrativas de la presente invención, el método puede comprender además determinar una corriente de salida trifásica en base a las corrientes de salida bifásicas recibidas de la resistencia de derivación en paralelo.

50 En algunas modalidades ilustrativas de la presente invención, el método puede comprender además llevar a cabo una acción de protección predeterminada cuando se determina como el fallo de desconexión.

Además, para completar el desafío técnico antes mencionado, en otro aspecto general de la presente descripción, se proporciona un aparato para detectar un fallo de desconexión, el aparato que comprende: un inversor que incluye una pluralidad de elementos de conmutación; una resistencia de derivación en paralelo conectada a una parte de
55 elementos de conmutación entre la pluralidad de elementos de conmutación en el inversor; una primera unidad de determinación configurada para determinar las corrientes trifásicas de salida en base a las corrientes bifásicas de salida determinadas por la resistencia de derivación en paralelo; y una segunda unidad de determinación configurada para: decidir si un sector de la corriente de salida es un sector donde es posible la detección de corriente en base al estado de la operación de conmutación del elemento de conmutación en el inversor, mantener una variable de fallo de desconexión cuando se decide que es imposible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida, añadir un conteo a una variable de fallo de desconexión para acumular cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida está dentro de una banda de fallo de desconexión, sustraer un conteo de la variable de fallo de desconexión para acumular cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida está fuera de la banda de fallo de desconexión, y determinar como fallo de desconexión cuando la variable de fallo de
60 desconexión es mayor que un nivel de detección prescrito.

En algunas modalidades ilustrativas de la presente invención, la segunda unidad de determinación puede sustraer un conteo de la variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida esté fuera de la banda de fallo de desconexión.

5 En algunas modalidades ilustrativas de la presente invención, la segunda unidad de determinación puede llevar a cabo una acción de protección predeterminada cuando se determina como un fallo de desconexión.

10 De conformidad con una modalidad de la presente descripción como se describió anteriormente, es posible una detección precisa de fallo de desconexión en la salida de un inversor, cuando se usa una resistencia de derivación en paralelo para la detección de la corriente de salida del inversor.

Breve descripción de los dibujos

15 la Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un inversor general.

Las Figuras 2a y 2b son diagramas de bloques que ilustran una unidad de detección de corriente de salida del inversor.

20 La Figura 3 es una vista ilustrativa que ilustra la detección de corriente de salida restringida por el estado de operación de conmutación de un inversor.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad de la presente descripción.

25 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método convencional para detectar un fallo de desconexión.

La Figura 6 es una vista ilustrativa que ilustra un caso de detección de deficiencia de corriente de salida en un método de detección de fallo de desconexión convencional usando un transformador de corriente (CT).

30 La Figura 7 es una vista ilustrativa que ilustra un caso de detección de deficiencia de corriente de salida en un método de detección de fallo de desconexión convencional usando una resistencia de derivación en paralelo.

35 La Figura 8 es un diagrama de forma de onda experimental del método de detección de fallo de desconexión convencional usando una resistencia de derivación en paralelo.

La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

40 La Figura 10 es una vista ilustrativa que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

La Figura 11 es un diagrama de forma de onda de señal que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

45 Descripción detallada

50 Varias modalidades ilustrativas se describirán más completamente con referencia a los dibujos acompañantes, en los que se muestran algunas modalidades ilustrativas. El presente concepto inventivo puede, sin embargo, llevarse a la práctica de muchas maneras diferentes y no debe limitarse a las modalidades ilustrativas establecidas en la presente. En lugar de esto, el aspecto descrito pretende abarcar todas las alteraciones, modificaciones, variaciones y equivalentes que caen dentro del alcance e idea novedosa de la presente descripción.

55 En lo adelante, con referencia a las figuras incorporadas, una modalidad ilustrativa de la presente descripción se describirá en detalle.

60 La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. El aparato puede recibir una corriente de salida de un inversor de la resistencia de derivación en paralelo de la Figura 2b, y puede determinar si existe un fallo de desconexión en la corriente de salida.

65 Como se ilustra, el aparato para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción puede comprender una unidad de ajuste (43), un convertidor analógico a digital (ADC) (44), una unidad de determinación de la corriente de salida (45), y una unidad de determinación de fallo de desconexión (46).

La unidad de ajuste (43) puede realizar el filtrado paso bajo (LPF) y el ajuste de escala para la corriente de salida desde la resistencia de derivación en paralelo. El ADC (44) puede convertir la corriente de salida en datos digitales. Y

la unidad de determinación de la corriente de salida (45) puede calcular la corriente de 1 fase a partir de las corrientes bifásicas.

5 Aquí, la unidad de determinación de la corriente de salida (45) puede calcular la corriente de 1 fase a partir de las corrientes bifásicas usando la TABLA 1 en la presente descripción.

10 La unidad de determinación de fallo de desconexión (46) puede determinar si existe un fallo de desconexión en cada fase de la corriente de salida al recibir una corriente de salida trifásica del inversor. La unidad de determinación de fallo de desconexión (46) puede determinar que existe un fallo de desconexión cuando cada fase de la corriente de salida del inversor se mantiene por un periodo de tiempo predeterminado en una banda de fallo de desconexión. Cuando se produce el fallo de desconexión, la corriente de salida se mantiene en la banda de fallo de desconexión predeterminada. La banda de fallo de desconexión se refiere a una sección en la que la corriente se mantiene constantemente cuando se produce el fallo de desconexión. La banda de fallo de desconexión puede determinarse.

15 En lo adelante, el método convencional en donde la unidad de determinación de fallo de desconexión detecta el fallo de desconexión se describirá de antemano, y luego el método de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción se describirá en comparación con el método convencional.

20 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método convencional para detectar un fallo de desconexión.

Como se muestra, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46), al recibir (S51) la corriente de salida del inversor, determina (S52) si una corriente de salida se emite en la banda de fallo de desconexión en cada ciclo de detección de la corriente de salida del inversor.

25 Cuando la corriente de salida del inversor está dentro de la banda de fallo de desconexión, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) añade un conteo a una variable de fallo de desconexión (OPO_Cnt) para acumular (S54). Tal proceso se repite en cada ciclo de detección de corriente de salida del inversor.

30 Sin embargo, cuando la corriente de salida está fuera de la banda de fallo de desconexión, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) resta un conteo de una variable de fallo de desconexión (OPO_Cnt) para evitar la detección de fallo de desconexión en operaciones normales del inversor (S53).

35 Cuando la variable de fallo de desconexión acumulada (OPO_Cnt) es mayor que un nivel de detección de fallo de desconexión (S55), la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) determina que existe un fallo de desconexión en el inversor, y realiza una acción de protección predeterminada (S56).

40 La Figura 6 es una vista ilustrativa que ilustra un caso de detección de deficiencia de corriente de salida en un método de detección de fallo de desconexión convencional usando una CT (41). En este caso, se produce un fallo de desconexión de fase U.

Como se ilustra, cuando la corriente de salida del inversor (A) está dentro de la banda de fallo de desconexión, se añade un conteo a la variable de fallo de desconexión (B). Cuando la variable de fallo de desconexión (B) es mayor que el nivel de detección de fallo de desconexión (C), esta se determina como un fallo de desconexión.

45 La Figura 7 es una vista ilustrativa que ilustra un caso de detección de deficiencia de corriente de salida en un método de detección de fallo de desconexión convencional usando una resistencia de derivación en paralelo. En este caso, se produce un fallo de desconexión de fase U.

50 Sin embargo, debido a que el método de detección de la corriente de salida que usa una resistencia de derivación en paralelo es calcular el resto de la corriente monofásica después de detectar la corriente bifásica activa entre la corriente trifásica del inversor por medio de sectores de conmutación, no está disponible una detección precisa del fallo de desconexión.

55 Es decir, como se ilustra en la Figura 7, cuando ocurre el fallo de desconexión en la corriente de salida de fase U (D) durante un periodo de un ciclo, los conteos se añaden a la variable de fallo de desconexión (E) en los sectores 2 a 5. Sin embargo, debido a que la corriente de salida se calcula en los sectores 1 y 6 en los que la corriente de fase U se calcula en base a la corriente de otras fases, los conteos se sustraen de la variable de fallo de desconexión (E) en la sección de fallo de desconexión. Por lo tanto, surge un problema de que el fallo de desconexión no puede detectarse en la sección de fallo de desconexión.

60 La Figura 8 es un diagrama de forma de onda experimental del método de detección de fallo de desconexión convencional usando una resistencia de derivación en paralelo. Es evidente que el fallo de desconexión no puede detectarse incluso mediante el fallo de desconexión en U.

65 Como una solución a tal problema en la técnica convencional, el aparato y el método de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción pueden detectar de manera precisa el fallo de desconexión usando de

una resistencia de derivación en paralelo.

La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. El método puede llevarse a cabo mediante el aparato para detectar el fallo de desconexión como se ilustra en la Figura 4.

Como se ilustra en la Figura 9, de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, la unidad de determinación de la corriente de salida (45) puede determinar una corriente de salida trifásica (S91), mediante la recepción de una corriente bifásica entre la corriente de salida del inversor y la resistencia de derivación en paralelo.

En este momento, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) detecta un sector basado en el estado de operación de conmutación del elemento de conmutación en el inversor (S92). Cuando se decide que es imposible la detección de corriente de la fase relevante en el sector (S93), es decir, cuando la corriente es la de la fase calculada por la unidad de determinación de la corriente de salida (45) a través de la corriente detectada por la resistencia de derivación en paralelo, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) mantiene la variable de fallo de desconexión (OPP_Cnt) (S94). Solo cuando se decide que la detección de corriente es posible en el sector, el proceso puede pasar a la siguiente etapa.

Es decir, cuando se decide que la detección de corriente es posible en el sector (S93), la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) asegura si la corriente de salida está dentro de la banda de fallo de desconexión (S95). Cuando se determina que la corriente de salida está dentro de la banda de fallo de desconexión, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) añade un conteo a una variable de fallo de desconexión (OPO_Cnt) para acumular (S97), y repite el mismo proceso en cada ciclo de detección de la corriente de salida.

Sin embargo, cuando se determina que la corriente de salida está fuera de la banda de fallo de desconexión, la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) sustrae un conteo de una variable de fallo de desconexión (OPO_Cnt) para evitar la detección de fallo de desconexión en operaciones normales del inversor (S96).

Después, cuando la variable de fallo de desconexión acumulada (OPO_Cnt) se convierte en mayor que un nivel de detección de fallo de desconexión (S98), la unidad de determinación de fallo de desconexión (46) la determina como una deficiencia de la corriente de salida en el inversor, y realiza una acción de protección predeterminada (S99).

La Figura 10 es una vista ilustrativa que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción. Aquí en el caso ilustrado en esta figura, se produce una deficiencia de corriente de salida de fase U durante un período de un ciclo.

Como se ilustra, cuando ocurre un fallo de desconexión en la corriente de salida de fase U (D) durante un periodo de un ciclo, de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, los conteos se añaden a la variable de fallo de desconexión (F) en los sectores 2 a 5 en los que se detecta la corriente de fase U. Además, en los sectores 1 y 6 en los que la corriente de fase U se calcula en base a la corriente de otras fases, la variable de fallo de desconexión (F) se mantiene sin ningún cambio. Por lo tanto, la detección precisa de fallo de desconexión está disponible. Es decir, el fallo de desconexión no es capaz de detectarse por el método de detección convencional (E), mientras que el fallo de desconexión es capaz de detectarse de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción (F).

La Figura 11 es un diagrama de forma de onda de señal que ilustra un método para detectar un fallo de desconexión de conformidad con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

Como se ilustra, es evidente que, cuando hay una deficiencia de la fase U entre las fases U, V, y W, el fallo de desconexión es capaz de detectarse con precisión para generar una señal de disparo que inicia la acción de protección.

Las modalidades ilustrativas antes mencionadas pretenden ser ilustrativas, y no limitar el alcance de las reivindicaciones. Muchas alternativas, modificaciones, variaciones y equivalentes serán evidentes para los expertos en la técnica. Los elementos, estructuras, métodos, y otras características de las modalidades ilustrativas descritas en la presente descripción pueden combinarse de varias maneras para obtener modalidades ilustrativas adicionales y/o alternativas. Por lo tanto, el alcance técnico de los derechos de la presente descripción se decidirá por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para detectar fallo de desconexión de corriente de salida, mediante la recepción de corriente de salida de una resistencia de derivación en paralelo (42) en un inversor (1) que incluye una pluralidad de elementos de conmutación, el método comprende:
 10 decidir si un sector de la corriente de salida es un sector donde es posible la detección de corriente en función del estado de operación de conmutación del elemento de conmutación en el inversor (1); mantener una variable de fallo de desconexión cuando se decide que es imposible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida;
 15 añadir un conteo a una variable de fallos desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida esté dentro de una banda de fallo de desconexión; sustraer un conteo de la variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida esté fuera de la banda de fallo de desconexión; y
 20 determinar como fallo de desconexión cuando la variable de fallo de desconexión es mayor que un nivel de detección prescrito.
2. El método de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además:
 25 determinar corrientes de salida trifásicas en base a las corrientes bifásicas de salida recibidas de la resistencia de derivación en paralelo (42).
3. El método de conformidad con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además: realizar una acción de protección predeterminada cuando se determina como fallo de desconexión.
- 25 4. Un aparato para detectar fallo de desconexión, el aparato comprende:
 un inversor (1) que incluye una pluralidad de elementos de conmutación;
 una resistencia de derivación en paralelo (42) conectada a una parte de los elementos de conmutación entre la pluralidad de elementos de conmutación en el inversor (1);
 30 una primera unidad de determinación (45) configurada para determinar las corrientes de salida trifásicas en base a las corrientes de salida bifásicas determinadas por la resistencia de derivación en paralelo (42); y
 una segunda unidad de determinación (46) configurada para:
 35 decidir si un sector de la corriente de salida es un sector donde es posible la detección de corriente en base al estado de operación de conmutación del elemento de conmutación en el inversor (1), mantener una variable de fallo de desconexión cuando se decide que es imposible la detección de corriente en el sector de corriente de salida,
 añadir un conteo a una variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de la corriente de salida y se decide que la corriente de salida está dentro de una banda de fallo de desconexión, sustraer un conteo de la variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que es posible la detección de corriente en el sector de corriente de salida y se decide que la corriente de salida esté fuera de la banda de fallo de desconexión; y
 40 determinar como fallo de desconexión cuando la variable de fallo de desconexión es mayor que un nivel de detección prescrito.
- 45 5. El aparato de conformidad con la reivindicación 4, en donde la segunda unidad de determinación (46) se configura además para sustraer un conteo desde la variable de fallo de desconexión para acumularse cuando se decide que la detección de corriente en el sector de la corriente de salida es posible y se decide que la corriente de salida esté fuera de la banda de fallo de desconexión.
- 50 6. El aparato de conformidad con las reivindicaciones 4 o 5, en donde la segunda unidad de determinación (46) se configura además para llevar a cabo una acción de protección predeterminada cuando se determina como un fallo de desconexión.

Figura 1

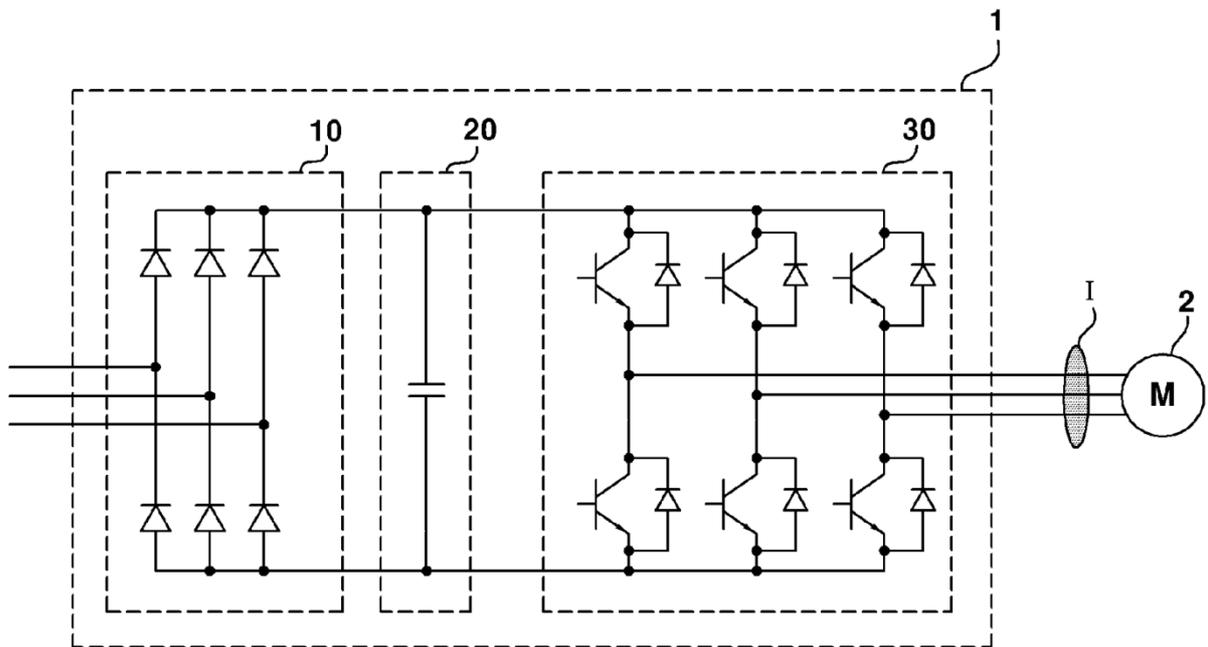


Figura 2A

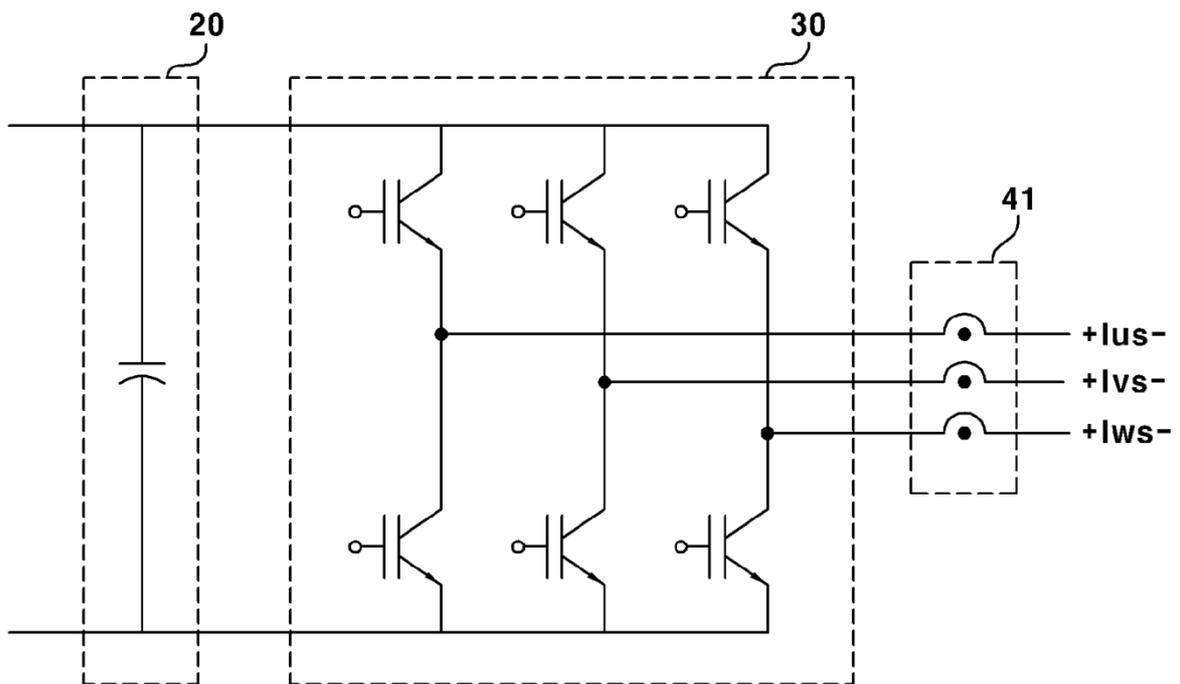


Figura 2B

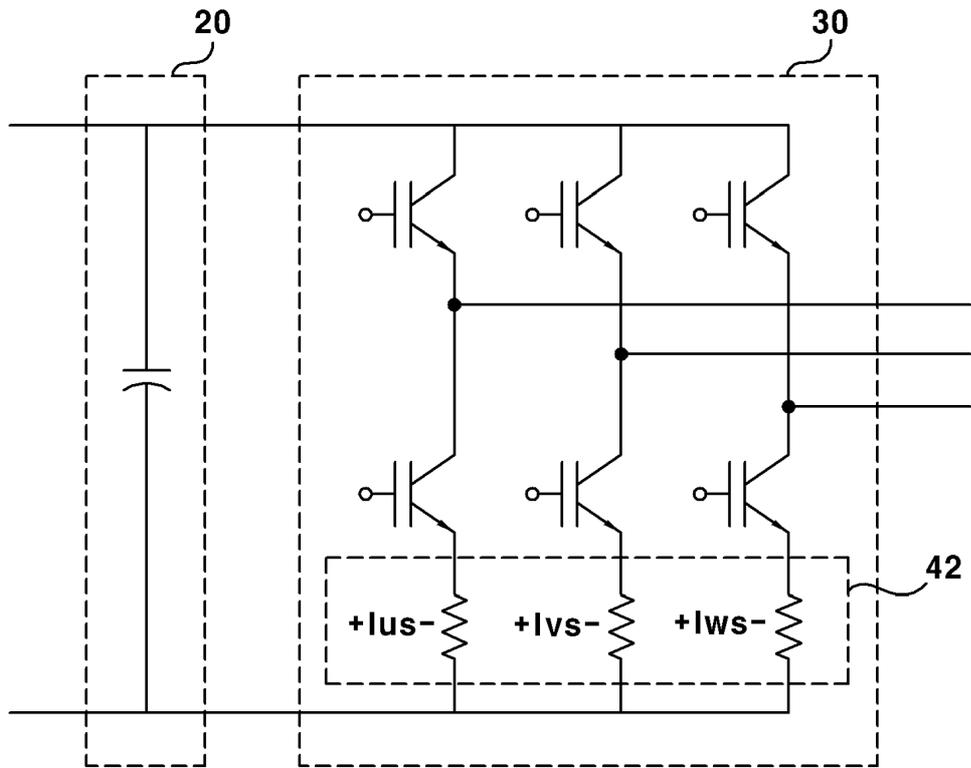


Figura 3

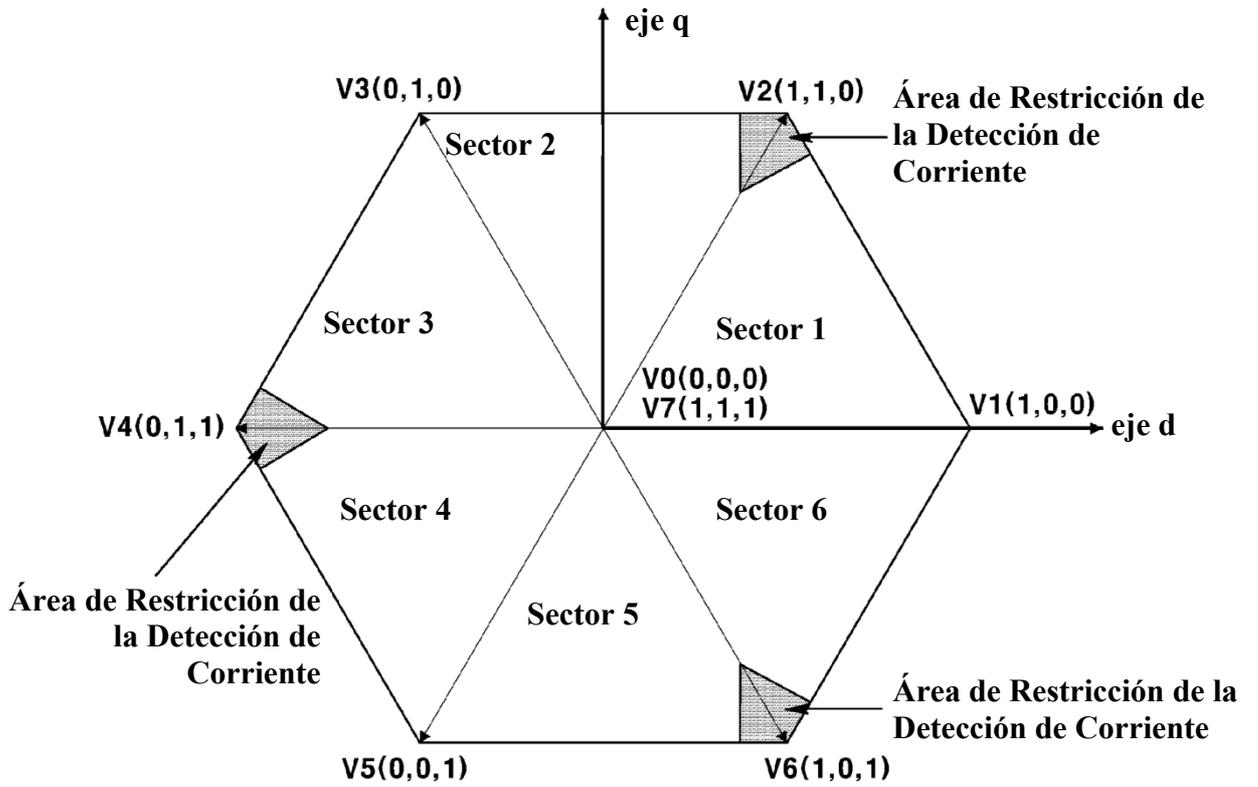


Figura 4

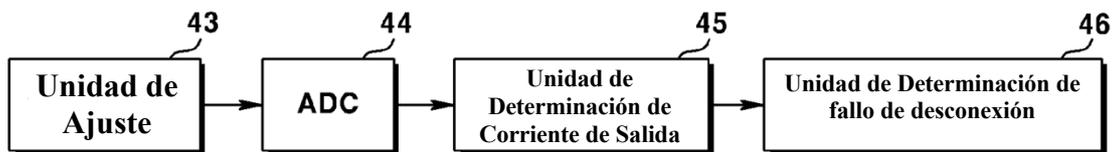


Figura 5

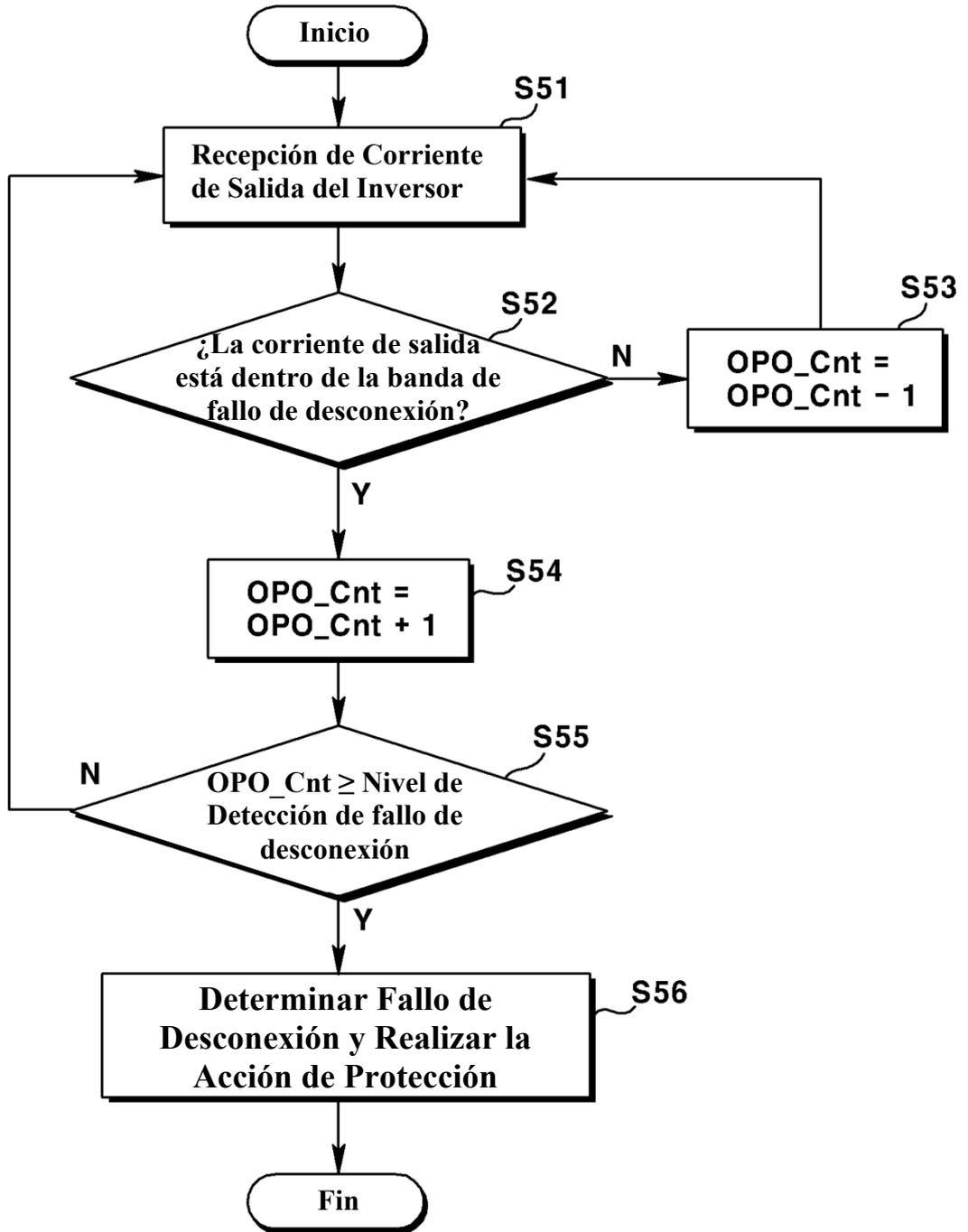


Figura 6

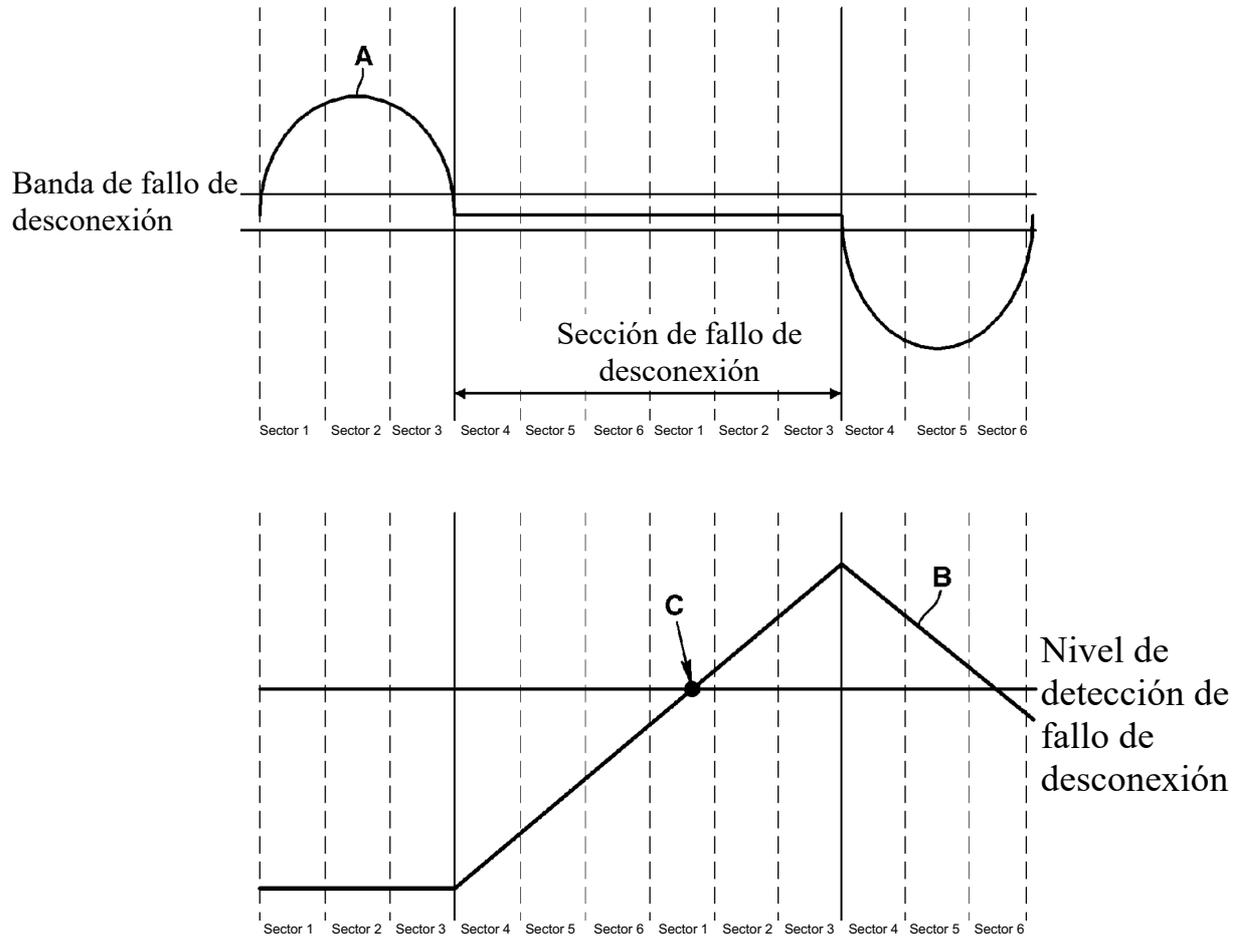


Figura 7

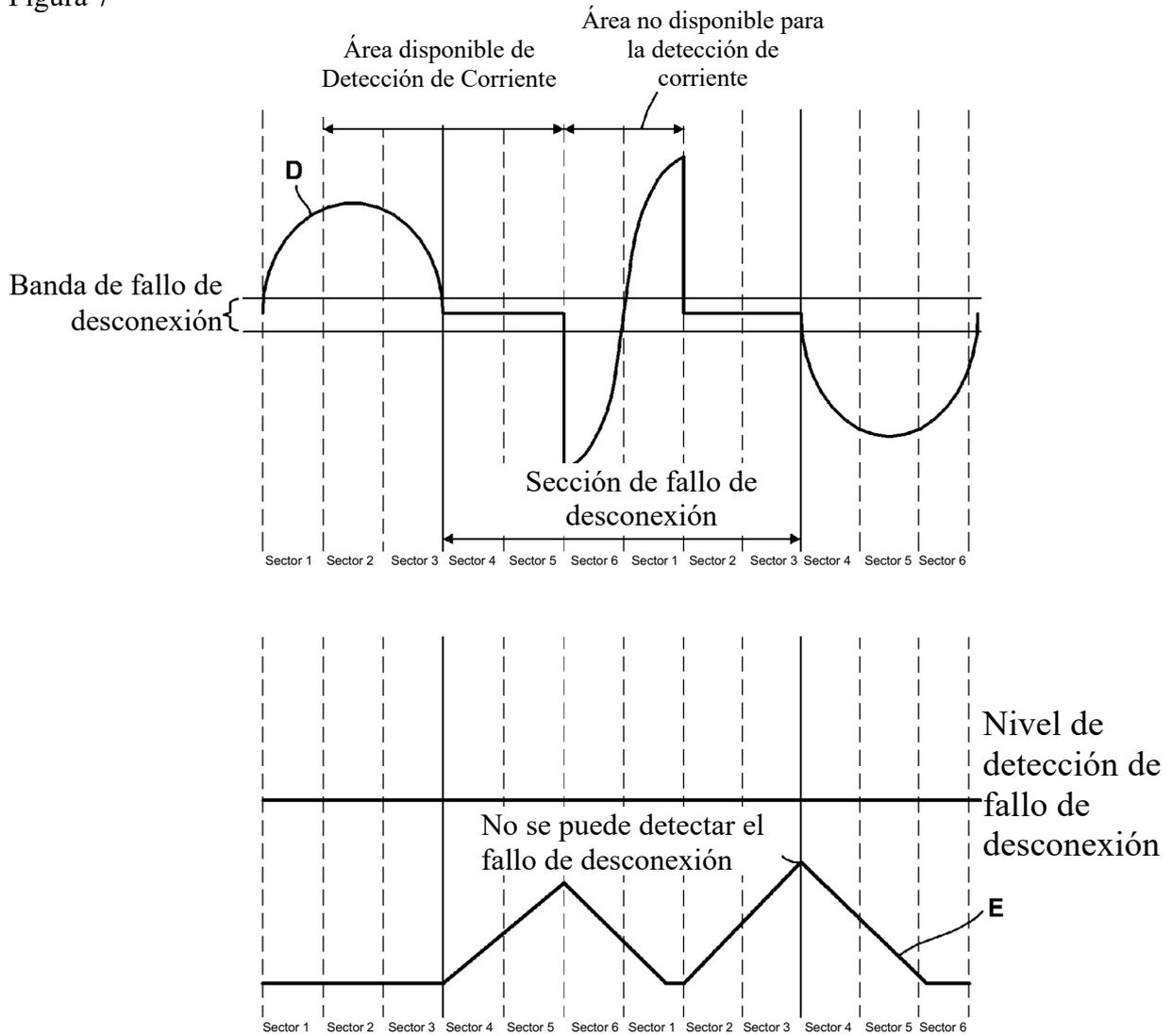


Figura 8

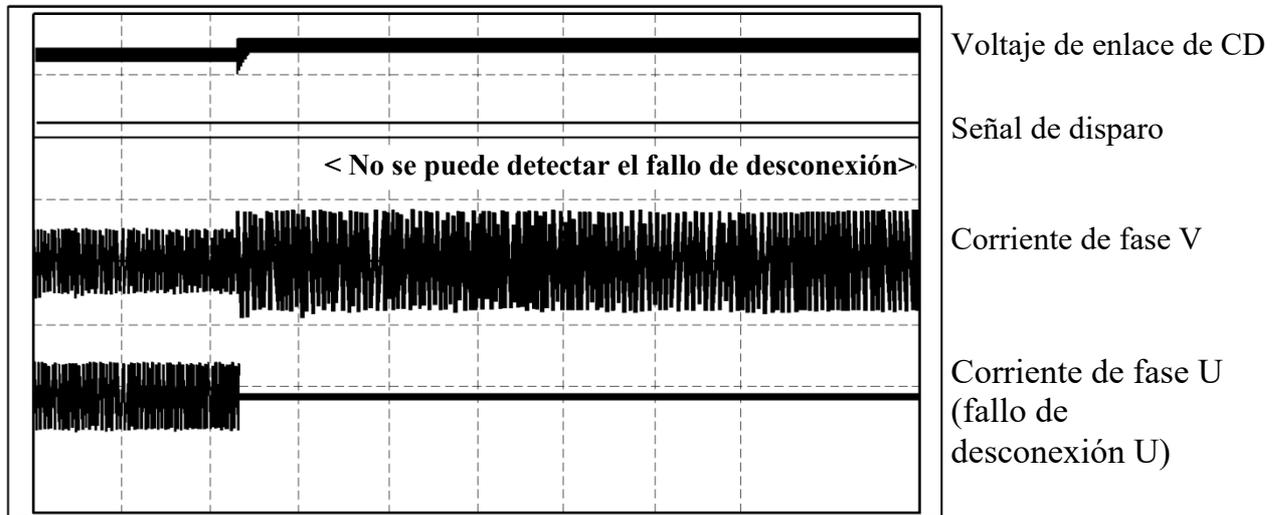


Figura 9

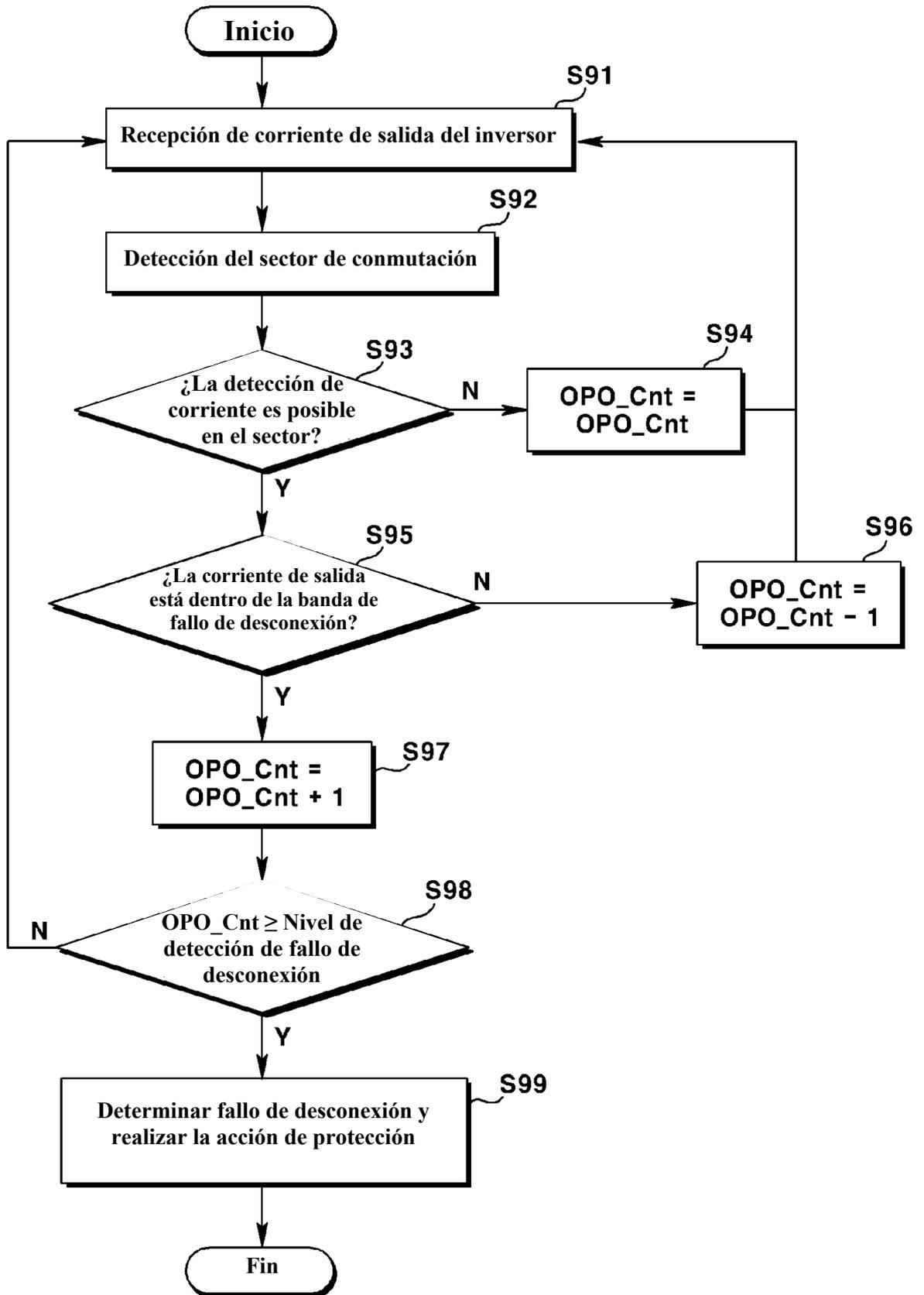


Figura 10

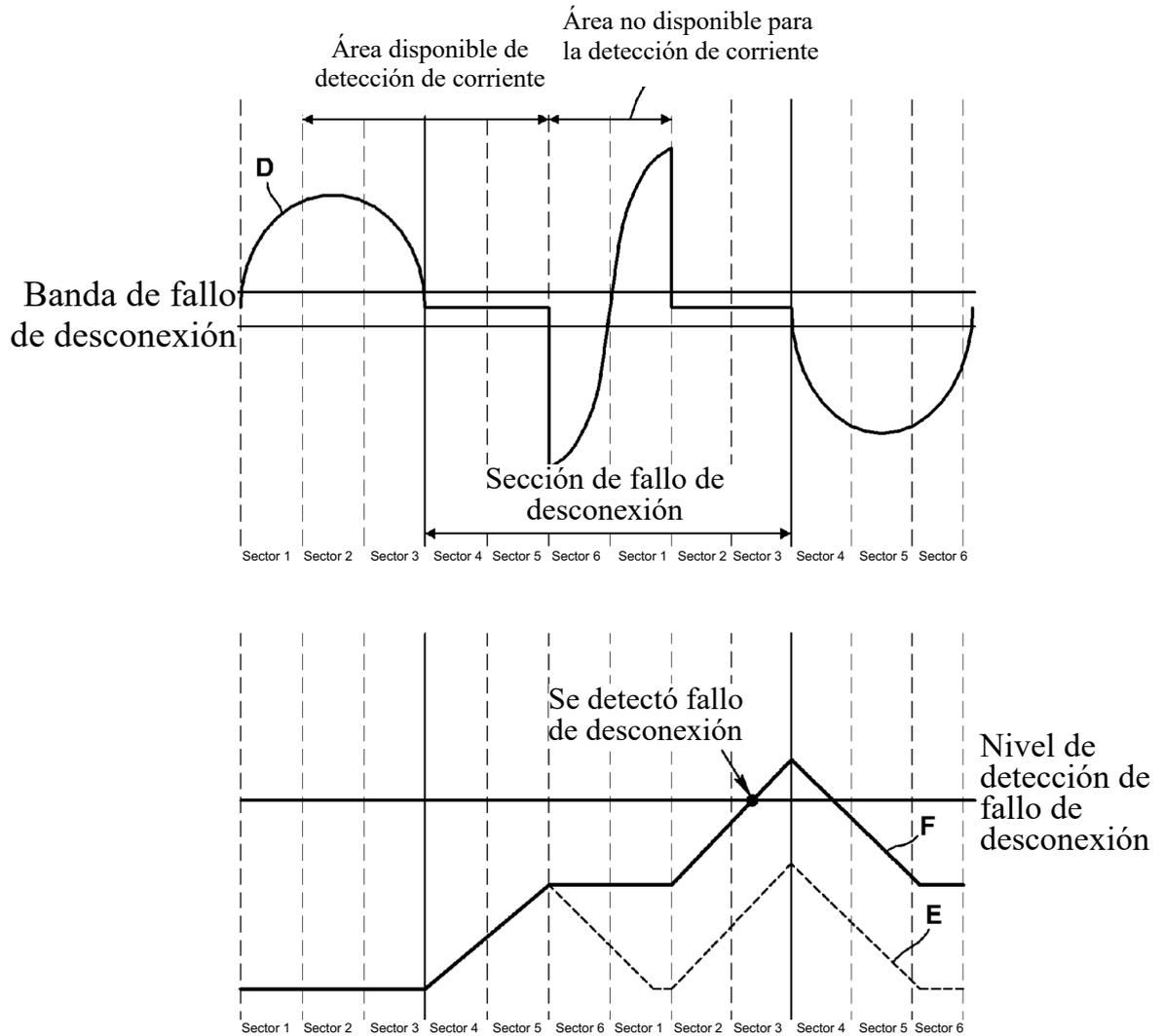


Figura 11

