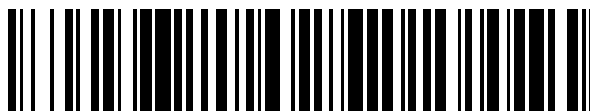


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 279**

51 Int. Cl.:

**H02P 21/08** (2006.01)

**H02P 21/14** (2006.01)

**H02P 21/00** (2006.01)

**H02P 27/08** (2006.01)

**H02M 7/5387** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2014** **E 14194637 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 2879289**

54 Título: **Aparato y método para controlar un inversor**

30 Prioridad:

**29.11.2013 KR 20130147051**

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

**14.01.2019**

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)**  
**127 LS-ro, Dongan-gu**  
**Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, KR**

72 Inventor/es:

**JUNG, YUSEUK y**  
**LEE, JAE MOON**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 696 279 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 controlar un inversor

5 Antecedentes

Campo de la divulgación

10 La presente divulgación se refiere a un aparato y a un método para controlar un inversor. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a un aparato y un método para controlar un inversor para medir cada corriente de fase utilizando una resistencia de derivación en paralelo.

Discusión de la técnica relacionada

15 En general, un inversor es un dispositivo que convierte la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) eléctricamente. El inversor controla la velocidad de un motor al recibir electricidad de una fuente de alimentación comercial y alterando el voltaje y la frecuencia en el inversor para alimentar al motor.

20 La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema inversor general.

Como se ilustra en la figura, el inversor (1) acciona el motor (2), por lo que la unidad (10) de rectificación convierte una electricidad trifásica introducida en electricidad DC, y el condensador (20) de enlace DC acumula la electricidad DC, y luego, la unidad (30) de inversor convierte de nuevo la electricidad DC acumulada en electricidad AC y altera el voltaje y la frecuencia. Por lo tanto, el inversor también se conoce como un sistema de frecuencia (VWF) variable de voltaje.

25 Recientemente, un método de detección de corriente que usa resistencias de derivación se usa comúnmente en pequeños inversores con el fin de lograr costes competitivos. El método de detección de corriente que usa una resistencia de derivación puede clasificarse como un método de detección de corriente de resistencia de derivación de enlace DC, un método de detección de corriente de resistencia de derivación de fase de salida, y un método de corriente de resistencia de derivación en paralelo, de acuerdo con las posiciones de la resistencia de derivación.

30 El documento US 2007/0165431 A1 describe un circuito inversor que incluye dispositivos de conmutación y diodos proporcionados en pares de brazo superior e inferior. La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un método de detección de corriente de resistencia de derivación en paralelo.

35 Como se ilustra en la figura, el método de detección de corriente de resistencia de derivación en paralelo es un método en el que una resistencia de derivación está dispuesta en un terminal emisor del transistor bipolar de puerta aislada inferior (IGBT) (22) en la unidad (30) del inversor para detectar corrientes, lo que tiene las ventajas de realizar un circuito a bajo coste y detectar también una corriente instantánea.

40 Sin embargo, el método que utiliza la resistencia de derivación en paralelo también tiene un problema de que el área de detección de corriente está restringida por el estado de conmutación de modulación de ancho de pulso (PWM) del IGBT.

45 La Fig. 3 es una vista de ejemplo que ilustra un área restringida de detección de corriente de un inversor tipo derivación en paralelo. La Fig. 4 es una vista de ejemplo que ilustra una sección de detección de corriente de fase en un inversor tipo derivación en paralelo.

50 La PWM de vector espacial (SVPWM) está formada por seis vectores distintos de cero y dos vectores cero. La unidad de control de PWM transforma la corriente de salida trifásica del inversor en un vector  $V^*$  de referencia de bajo voltaje en un plano bidimensional entre el eje d y el eje q. El  $V^*$  está formado por una combinación de dos vectores adyacentes distintos de cero y un vector cero.

55 Como se ilustra en la FIG. 4, en el Sector 1 (con referencia a la FIG. 3), durante la primera mitad del ciclo de PWM, los vectores de conmutación están en orden secuencial de un vector cero  $V_0$  (0, 0, 0), un vector no cero  $V_1$  (1, 0, 0), un vector  $V_2$  distinto de cero (1, 1, 0) y un vector cero  $V_7$  (1, 1, 1), luego, durante la última mitad del ciclo de PWM, los vectores de conmutación se aplican en orden inverso (se le conoce como "SVPWM simétrico").

60 En la estructura ilustrada en la FIG. 2, la detección de corriente de cada fase por el inversor tipo derivación en paralelo es factible cuando se encienden IGBT inferiores de cada fase para que la corriente fluya a las resistencias (23) de derivación. Además, la detección de corriente de las 3 fases del inversor es practicable en la sección donde al menos dos de los IGBT inferiores están encendidos en la condición de que en las tres fases del inversor estén en paralelo, como se ilustra en la FIG. 4.

Cuando se encienden dos IGBT para que la detección de corriente de dos fases se vuelva practicable, el resto de la corriente de una fase puede detectarse indirectamente a través del cálculo de la fórmula de relación de  $i_{us} + i_{vs} + i_{ws} = 0$ . El resultado puede diferir por sectores categorizados en la FIG. 3, como se describe en la siguiente TABLA 1.

5

TABLA 1

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	$I_u= I_{us}$	$I_v=(I_{us}+I_{vs})$	$I_w= I_{ws}$
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	$I_u=(I_{vs}+I_{ws})$	$I_v= I_{vs}$	$I_w= I_{ws}$

Con el fin de controlar que los vectores se escapen del área restringida de detección de corriente en el inversor de tipo derivación en paralelo, hay un método para controlar que un vector de referencia de voltaje se escape del área restringida de detección de corriente al alterar la magnitud y el ángulo del vector de referencia de voltaje cuando el vector de referencia de voltaje ingresa al área restringida de detección de corriente. El método está de acuerdo con la siguiente ECUACIÓN 1.

10

ECUACIÓN 1

$$T_{s\text{amp\_min}} = t_{dt} + t_{rs} + 2t_{sn}$$

, donde  $t_{dt}$  es un tiempo muerto del inversor;  $t_{rs}$  es un tiempo de retardo del circuito de detección de corriente;  $t_{sn}$  es un tiempo de muestreo de convertidor de AD; y  $t_{s\text{amp\_min}}$  es un tiempo de detección mínimo de la detección de corriente de la resistencia de derivación en paralelo.

15

Sin embargo, la tecnología convencional descrita anteriormente no está considerando un método para hacer frente a una situación en la que la detección de corriente no se realiza precisamente fuera del área no disponible de detección de corriente esperada.

20

Mientras tanto, en el inversor que está controlado por vector sin sensor, un flujo del rotor se estima como se ilustra en la FIG. 5, y la velocidad de rotación de un rotor se estima con base en el flujo del rotor sin un detector de velocidad independiente, tal como un codificador. La FIG. 5 es una vista de ejemplo que ilustra la unidad de estimación de flujo de rotor  $t$ .

25

Como se ilustra en la FIG. 5, cuando la velocidad de rotación del rotor se estima detectando el flujo del rotor, cuando la corriente medida es considerablemente diferente incluso instantáneamente de la corriente física real, existe la posibilidad de que una serie de módulos de control vectorial sin sensor, incluida la unidad de estimación del flujo del rotor, estén funcionando de manera de manera inestable.

30

ECUACIÓN 2

$$w_{sl} = \frac{1}{T_r} \frac{i_{qs}^e}{i_{ds}^e}$$

$$\theta_e = \int (w_r + w_{sl}) dt$$

$$T_r = L_r / R_r$$

El método para controlar indirectamente por vector un motor de inducción sin sensor es calcular un ángulo sincrónico  $\theta_e$  para usar en el cálculo de un vector de voltaje de referencia como se describe en la ECUACIÓN 2. Para este fin, los valores de velocidad del rotor de  $w_r$  y  $w_{sl}$  deben evaluarse con precisión.

35

La velocidad  $w_r$  del rotor es estimada por el flujo del rotor estimado, y la velocidad  $w_{sl}$  de deslizamiento es proporcional a la proporción de la corriente del eje q a la corriente del eje d, como se describe en la ECUACIÓN 1.

40

En un inversor del tipo de derivación en paralelo, se comprueba experimentalmente que existe una probabilidad muy alta de leer la información de corriente de manera incompleta alrededor de los límites de los vectores (0 1 1), (1 0 1), (1 1 0) donde los sectores se intersecan en el diagrama de vector de voltaje de salida ilustrado en la FIG. 3, incluso fuera del área no disponible de detección de corriente definida en la ECUACIÓN 1.

La FIG. 6 es una forma de onda experimental que ilustra la observación de un fenómeno de inestabilidad de control sin sensor de inversor cuando no se complementa el rendimiento límite de un circuito de detección de corriente de resistencia de derivación en paralelo. La FIG. 7 es una forma de onda experimental que ilustra una corriente filtrada de paso bajo que es detectada por un inversor de tipo de derivación en paralelo.

Haciendo referencia a la fig. 6, debido a que una carga predeterminada está en funcionamiento, no debe ocurrir una

pulsación en  $i_{qs}^e$ . Además, refiriéndose a la fig. 7, la forma de onda de la izquierda es un resultado de la transformación de coordenadas de la corriente trifásica en corriente bifásica, donde la forma de onda amarilla es la corriente del estator del eje d; la forma de onda roja es la corriente del estator del eje q; y la forma de onda verde es la corriente de fase U medida por un osciloscopio para comparación. La forma de onda a la derecha es un resultado del trazado de fase de los vectores de corriente del estator a la izquierda.

Es decir, se comprueba experimentalmente que existe la probabilidad de leer la información de corriente de manera incompleta, no solo dentro de los triángulos que se ubican alrededor de los vértices del vector, sino también en las áreas alrededor de las líneas de los límites de los vectores relevantes donde el tiempo del vector cero parece estar suficientemente asegurado.

Se puede determinar que un problema de este tipo no afecta considerablemente la magnitud del flujo estimado, no porque se detecte continuamente la corriente considerablemente diferente de la corriente real detectada por la derivación en paralelo, sino porque los valores multiplicados por el tiempo de muestreo durante un corto período de tiempo se integran en la integración de la unidad de estimación de flujo cuando se detecta la corriente en la cantidad de alrededor de una muestra.

Sin embargo, se observa experimentalmente un fenómeno en el que la magnitud y el ángulo del vector de corriente

$(i_{ds}^e)$  saltan instantáneamente en el momento de observar un valor de corriente de anomalía como se ilustra en la FIG. 6, cuando se aplica más de una carga cierta (alrededor del 100% de carga de la carga nominal) al motor controlado por el inversor y el trazado de fase en el plano de coordenadas del eje d-q del vector de corriente del estator en el marco de referencia estacionario. Y en el siguiente paso, se observa un fenómeno de retorno en retrógrado a los valores de los vectores existentes.

Adicionalmente, en esta situación,  $v_s - R_s i_s$ , que es una diferencia entre el voltaje del estator y la caída del voltaje del estator a través de una resistencia del estator que funciona como un objeto de integración en la unidad de estimación del flujo del estator, tiene un valor pico instantáneamente alto. Aquí, para realizar este cálculo, cuando las variables se establecen en áreas comparativamente amplias para aumentar la resolución calculadora en unidad(es) (MCU) de microcontrolador de precio medio-bajo y procesadores (DSP) de señal digital que solo se ocupan de operaciones de enteros, puede producirse un exceso de flujo de la variable y, por lo tanto, la variable se inicializa para provocar una variación en pasos del flujo estimado. Después de eso, la estimación del flujo no se realiza correctamente. Esto puede causar problemas tales como el fenómeno del inversor fuera de sincronismo, etc.

Además, refiriéndose a la FIG. 6, se puede observar que el elemento del eje d de la corriente del estator en el marco de referencia sincrónico se muestra repetidamente variaciones de pasos a pesar de la referencia constante. Este fenómeno puede generar errores en el cálculo de la velocidad de deslizamiento como se describe en la primera ecuación de la ECUACIÓN 2, y puede incurrir en efectos adversos tales como el error de la velocidad de estimación para el rendimiento del control sin sensor del tipo de control de vector indirecto del motor de inducción que afecta seriamente la eficiencia del cálculo del ángulo sincrónico.

#### Resumen de la divulgación

El desafío técnico que pretende alcanzar la presente divulgación es, proporcionar un aparato y un método para controlar un inversor, corrigiendo el estator y el flujo del rotor de un motor de inducción, determinando si la corriente detectada por el método de resistencia de derivación en paralelo está en un área no disponible de detección de corriente.

En un aspecto general de la presente divulgación, se puede proporcionar un aparato para controlar un inversor, comprendiendo el aparato: una primera unidad de determinación configurada para determinar una corriente trifásica al recibir una corriente bifásica de una resistencia de derivación en paralelo dispuesta en un terminal emisor de un elemento de conmutación inferior en una unidad inversora del inversor; una unidad de detección configurada para

determinar si hay una anomalía en la corriente trifásica; y una unidad de corrección configurada para corregir la anomalía en la corriente trifásica cuando la unidad de detección determina que se genera la anomalía.

5 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, el aparato puede comprender además una unidad de conversión configurada para convertir la corriente de fase de la primera unidad de determinación a una corriente de estator en el marco de referencia estacionario.

10 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, la unidad de detección puede incluir una unidad de generación de referencia configurada para establecer una referencia para detectar si se genera la anomalía basada en una primera diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator; una unidad de fijación de límites configurada para generar un límite para la determinación de la anomalía; y una segunda unidad de determinación configurada para determinar la anomalía en la corriente cuando un valor absoluto de una segunda diferencia entre la referencia y la primera diferencia es mayor que el límite.

15 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, la referencia puede ser una primera diferencia filtrada de paso bajo entre el voltaje del estator y la caída de voltaje a través de la resistencia del estator.

20 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, el límite puede ser un valor en el que una tercera diferencia entre un valor máximo y un valor mínimo de la primera diferencia se multiplica por una constante predeterminada.

En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, la unidad de corrección puede corregir la anomalía en la corriente del estator utilizando la siguiente ecuación:

$$i_{s\_recon}^s = \frac{v_s^s - LPF(v_s^s - R_s i_{s\_AD}^s)}{R_s},$$

25 donde  $v_s^s$  es el voltaje del estator en el marco de referencia estacionario;  $R_s$  la resistencia del estator; y  $i_{s\_AD}^s$  es la corriente del estator con la anomalía en el marco de referencia estacionario.

30 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, el aparato puede comprender además una unidad de estimación configurada para volver a estimar un flujo de rotor de un motor al recibir una corriente corregida de la unidad de corrección.

35 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, el aparato puede comprender además una unidad de control configurada para controlar la unidad inversora mediante la actualización de un comando de control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico basado en el flujo del rotor reestimado.

40 En otro aspecto general de la presente divulgación, se puede proporcionar un método para controlar un inversor, comprendiendo el método: determinar una corriente trifásica emitida desde el inversor, utilizando una corriente bifásica detectada desde una resistencia de derivación en paralelo; fijando una referencia para detectar si se genera la anomalía basada en una primera diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator; fijando un límite para la determinación de la anomalía; determinar que existe la anomalía en la corriente cuando un valor absoluto de una segunda diferencia entre la referencia y la primera diferencia es mayor que el límite; y corregir la anomalía en la corriente cuando se determina que se genera la anomalía.

45 En algunas formas de realización de ejemplo de la presente divulgación, el método puede comprender además reestimar un flujo de rotor de un motor al recibir una corriente corregida.

50 En algunas realizaciones de ejemplo de la presente divulgación, el método puede comprender además controlar una unidad inversora del inversor actualizando un comando de control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico basado en el flujo del rotor reestimado.

55 De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, se puede adquirir la estabilidad de rendimiento para el control del vector de inversor, determinando la anomalía de las corrientes de fase y corrigiendo la corriente de la etapa relevante y reflejándola en la estimación del flujo.

Además, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, la probabilidad de que el inversor salga puede disminuir, al evitar la sobrecarga de las variables de MCU/DSP evitando la anomalía de la corriente de fase que se aplicará al comando de control bajo la carga pesada.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema inversor general.

5 La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un método de detección de corriente de resistencia de derivación en paralelo.

La FIG. 3 es una vista de ejemplo que ilustra un área restringida de detección de corriente de un inversor de tipo derivación en paralelo.

10 La FIG. 4 es una vista de ejemplo que ilustra una sección de detección de corriente de fase en un inversor de tipo derivación en paralelo.

La FIG. 5 es una vista de ejemplo que ilustra una unidad de estimación de flujo de rotor.

15 La FIG. 6 es una forma de onda experimental que ilustra la observación de un fenómeno de inestabilidad del control sin sensor del inversor cuando no se complementa el rendimiento límite de un circuito de detección de corriente de resistencia de derivación en paralelo.

20 La FIG. 7 es una forma de onda experimental que ilustra una corriente filtrada de paso bajo que es detectada por un inversor de tipo derivación en paralelo.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de control de inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

25 La FIG. 9 es un diagrama de bloques detallado que ilustra una unidad de determinación de anomalías ilustrada en la FIG. 8.

30 La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de control de inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

La FIG. 11 es una vista de ejemplo que ilustra una detección de corriente de anomalías de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

35 Descripción detallada

A continuación, se describirán más detalladamente diversas realizaciones de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas realizaciones de ejemplo. El presente concepto inventivo puede, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las realizaciones de ejemplo expuestas en el presente documento. Más bien, el aspecto descrito está destinado a abarcar todas las alteraciones, modificaciones, variaciones y equivalentes que caen dentro del alcance y la idea novedosa de la presente divulgación.

40 expuestas en el presente documento. Más bien, el aspecto descrito está destinado a abarcar todas las alteraciones, modificaciones, variaciones y equivalentes que caen dentro del alcance y la idea novedosa de la presente divulgación.

En lo sucesivo, con referencia a las figuras adjuntas, se describirá en detalle una realización de ejemplo de la presente divulgación.

45 La FIG. 8 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de control de inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación. El aparato puede aplicarse a un sistema como se ilustra en la FIG. 1. El aparato vector controla la conmutación de la unidad (30) inversora, al recibir corrientes detectadas en la resistencia (23) de derivación en paralelo como se ilustra en la FIG. 2.

50 Como se ilustra en la FIG. 8, el aparato de control del inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación incluye una unidad (50) de determinación de corriente trifásica, una unidad (60) de transformación de coordenadas, una unidad (70) de determinación de anomalías y una unidad (80) de corrección. La salida de la unidad (80) de corrección se introduce en la unidad (40) de estimación de flujo del rotor, y la unidad (90) de control de corriente controla el inversor (1) con base en el flujo estimado en la unidad (40) de estimación de flujo del rotor.

55 La unidad (50) de determinación de corriente trifásica puede determinar una corriente trifásica al recibir una corriente bifásica detectada en la resistencia (23) de derivación en paralelo, para detectar la corriente solamente cuando los IGBT inferiores de cada fase están activados. Aquí, las relaciones son como se describe en la TABLA 1 en lo anterior. La corriente trifásica detectada en tales etapas puede almacenarse en una unidad de almacenamiento que no se ilustra en la figura.

60 La corriente trifásica detectada en tales etapas puede almacenarse en una unidad de almacenamiento que no se ilustra en la figura.

La unidad (60) de transformación de coordenadas puede transformar por coordenadas las corrientes de fase detectadas en las corrientes de los ejes d y q del marco de referencia estacionario del estator. Esto se puede expresar en la siguiente fórmula.

65 en la siguiente fórmula.

ECUACIÓN 3

$$\vec{i}_{s\_AD}^s = \left( i_{ds\_AD}^s, i_{qs\_AD}^s \right)^T$$

La FIG. 9 es un diagrama de bloques detallado que ilustra una unidad de determinación de anomalías ilustrada en la FIG. 8.

5 Como se ilustra en la figura, la unidad (70) de detección de anomalías de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación puede incluir una unidad (71) de generación de valor de referencia, una unidad (72) de fijación de límites y una unidad (73) de determinación.

10 La unidad (71) de generación de valor de referencia puede fijar un valor de referencia, utilizando una diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator ( $v_s - R_s i_s$ ). Al principio, la unidad (71) de generación de valor de referencia define una fórmula como se describe a continuación con el fin de determinar si hay una anomalía en la corriente detectada, utilizando una diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator que es una entrada del integrador (A) en la unidad de estimación del flujo del estator ilustrada en la FIG. 5. De aquí en adelante, los subíndices "d", "q" representan el eje de coordenadas, el subíndice "s" significa el estator y el superíndice "e" representa el marco de referencia sincrónico.

ECUACIÓN 4

$$\vec{e}^s = \left( e_d^s, e_q^s \right)^T = \left( v_{ds}^s - R_s i_{ds\_AD}^s, v_{qs}^s - R_s i_{qs\_AD}^s \right)^T$$

20 La unidad (71) de generación de valor de referencia puede filtrar con paso bajo los  $\vec{e}^s$  definidos en lo anterior, para generar como un valor de referencia para la detección de anomalías. Esto se define como  $LPF(\vec{e}^s)$

La unidad (72) de fijación de límites puede fijar radios de límites para la detección de anomalías con respecto a los ejes d, q, respectivamente, como sigue.

ECUACIÓN 5

$$\epsilon_d = k \times \{ \max(e_d^s) - \min(e_d^s) \}$$

$$\epsilon_q = k \times \{ \max(e_q^s) - \min(e_q^s) \}$$

25 donde, k es una constante, y puede ser, por ejemplo, 0.2. Aquí, cuando se determinan los valores máximo (max) y mínimo (min), deben excluirse las anomalías (valores atípicos). La actualización se puede realizar para el rango de los 3 ciclos recientes de  $LPF(\vec{e}^s)$  en forma de onda sinusoidal.

30 La unidad (73) de determinación determina como una anomalía cuando un valor absoluto de una diferencia entre  $\vec{e}^s$  y  $LPF(\vec{e}^s)$  es mayor que  $\epsilon_d$  o  $\epsilon_q$ .

35 La unidad (80) de corrección puede corregir la corriente del estator de anomalías utilizando la siguiente fórmula, cuando recibe la anomalía de la unidad (70) de determinación de anomalías.

ECUACIÓN 6

$$\vec{i}_{s\_recon}^s = \frac{\vec{v}_s^s - LPF(\vec{v}_s^s - R_s \vec{i}_{s\_AD}^s)}{R_s}$$

La unidad (40) de estimación del flujo del rotor formada como en la FIG. 5, puede reestimar el flujo del rotor como se indica a continuación, al recibir tal corriente de estator de anomalía corregida.

ECUACIÓN 7

$$\vec{\lambda}_s^s = \int ( \vec{v}_s^s - R_s \vec{i}_{s\_recon}^s ) dt$$

$$\vec{\lambda}_r^s = \frac{L_r}{L_m} ( \vec{\lambda}_s^s - \sigma L_s \vec{i}_{s\_recon}^s )$$

5 Posteriormente, la unidad (90) de control de corriente puede controlar el inversor (1) actualizando un comando de control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico, con base en el flujo del rotor reestimado.

10 La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de control de inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

15 Como se ilustra en la figura, mediante el método de control del inversor de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, la unidad (50) de determinación de corriente trifásica puede determinar una corriente trifásica a través de las relaciones como en la TABLA 1, al recibir una corriente bifásica detectada en la resistencia (S10) de derivación en paralelo. Posteriormente, la unidad (60) de transformación de coordenadas puede transformar por coordenadas las corrientes de fase detectadas en las corrientes del eje d y q del marco de referencia estacionario del estator, como se describe en la ECUACIÓN 3.

20 Usando tal corriente transformada, la unidad (71) de generación de valor de referencia en la unidad (70) de determinación de anomalías puede filtrar por paso bajo la diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator (ECUACIÓN 4) para generar un valor de referencia ( $LPF(\vec{e}^s)$ ) (S20) de referencia. La unidad (72) de fijación de límites puede establecer radios de límites para la detección de anomalías utilizando la ECUACIÓN 5 (S25).

25 La unidad (73) de determinación determina la corriente en la etapa relevante como una anomalía cuando un valor absoluto de una diferencia entre el valor de referencia y una diferencia entre un voltaje del estator y la caída de voltaje a través de una resistencia del estator es mayor que el límite (S30, S35, S40).

30 La unidad (80) de corrección, cuando la corriente en la etapa relevante se determina como una anomalía, puede corregir la corriente del estator de anomalías utilizando la ECUACIÓN 6 (S45). Luego, la unidad (40) de estimación del flujo del rotor puede reestimar el flujo del rotor utilizando la ECUACIÓN 7 (S50), al recibir la corriente de estator de anomalía corregida.

35 La unidad (90) de control de corriente puede actualizar un comando de control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico basado en el flujo del rotor reestimado, y luego puede transmitir el comando de control de corriente eje d y del eje q del estator actualizado a la unidad (30) inversora en el inversor (1) (S55). Entonces, la unidad (30) inversora puede realizar la conmutación mediante el comando de control de corriente relevante.

40 La FIG. 11 es una vista de ejemplo que ilustra una detección de corriente de anomalías de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación.

45 Haciendo referencia a la fig. 11, la forma de onda rosa es una forma de onda de entrada del integrador (A) en la unidad de estimación del flujo del rotor (40), que es una diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia ( $v_s - R_s i_s$ ) del estator. Se vuelve definitivamente distintivo en el momento en que se ingresa una corriente anormal. De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, la corriente de anomalía se detecta con base en estos puntos particulares.

50 De acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, se puede adquirir la estabilidad de rendimiento para el control del vector inversor, determinando la anomalía de las corrientes de fase y corrigiendo la corriente de la etapa relevante y reflejándola en la estimación del flujo.

55 Además, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente divulgación, La probabilidad de que el inversor salga puede disminuir, al evitar la sobrecarga de las variables de MCU/DSP evitando la anomalía de la corriente de fase que se aplicará al comando de control bajo la carga pesada.



5 Las realizaciones de ejemplo mencionadas anteriormente 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. Las características, estructuras, métodos y otras características de las realizaciones de ejemplo descritas en este documento pueden combinarse de diversas maneras para obtener realizaciones de ejemplo adicionales y/o alternativas. Por lo tanto, el alcance técnico de los derechos para la presente divulgación se decidirá por las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para controlar un inversor (1), comprendiendo el aparato:

5 una primera unidad (50) de determinación configurada para determinar una corriente trifásica utilizando una corriente bifásica que fluye entre ambos extremos de una resistencia de derivación en paralelo;

una unidad (60) de conversión configurada para convertir la corriente trifásica de la primera unidad (50) de determinación en una corriente de estator en el marco de referencia estacionario;

10 una unidad (70) de detección configurada para determinar si hay una desviación en la corriente trifásica; y

una unidad (80) de corrección configurada para corregir la desviación en la corriente trifásica cuando la unidad (70) de detección determina que se genera la desviación,

15 en donde la unidad (70) de detección incluye:

una unidad (71) de generación de referencia configurada para fijar una referencia de un voltaje del estator para detectar si se genera la desviación, con base en una primera diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator;

20 una unidad (72) de fijación de límite configurada para generar un límite del voltaje del estator para la determinación de la desviación; y

25 una segunda unidad (73) de determinación configurada para determinar la desviación en la corriente trifásica cuando un valor absoluto de una segunda diferencia entre la referencia y la primera diferencia es mayor que el límite.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la referencia incluye una primera diferencia filtrada de paso bajo entre el voltaje del estator y la caída de voltaje a través de la resistencia del estator.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el límite es un valor en el que una tercera diferencia entre un valor máximo y un valor mínimo de la primera diferencia se multiplica por una constante predeterminada.

35 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad (80) de corrección corrige la desviación en la corriente del estator usando la siguiente ecuación:

$$\hat{i}_{s\_recon}^s = \frac{\hat{v}_s^s - LPF(\hat{v}_s^s - R_s \hat{i}_{s\_AD}^s)}{R_s},$$

40 donde  $\hat{v}_s^s$  es el voltaje del estator en el marco de referencia estacionario;  $R_s$  es la resistencia del estator; y  $\hat{i}_{s\_AD}^s$  es la corriente del estator con la desviación en el marco de referencia estacionario.

5. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:

45 una unidad (40) de estimación configurada para reestimar un flujo del rotor al recibir una corriente corregida de la unidad (80) de corrección.

6. El aparato de la reivindicación 5, que comprende, además:

50 una unidad (90) de control configurada para actualizar un comando del control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico con base en el flujo del rotor reestimado.

7. Un método para controlar un inversor, comprendiendo el método:

55 determinar una corriente trifásica utilizando una corriente bifásica detectada desde una resistencia de derivación en paralelo;

fijar una referencia de un voltaje del estator para detectar si se genera la desviación con base en una primera diferencia entre un voltaje del estator y una caída de voltaje a través de una resistencia del estator;

fijar un límite de un voltaje del estator para la determinación de la desviación;

determinar que existe la desviación en la corriente trifásica cuando un valor absoluto de una segunda diferencia entre la referencia y la primera diferencia es mayor que el límite; y

5        corregir la desviación en la corriente cuando se determina que se genera la desviación.

8. El método de la reivindicación 7, que comprende, además:

reestimar un flujo del rotor al recibir una corriente corregida.

10      9. El método de la reivindicación 8, que comprende, además:

actualizar un comando de control de corriente del eje d y del eje q del estator en un marco de referencia sincrónico con base en el flujo del rotor reestimado.

FIG. 1

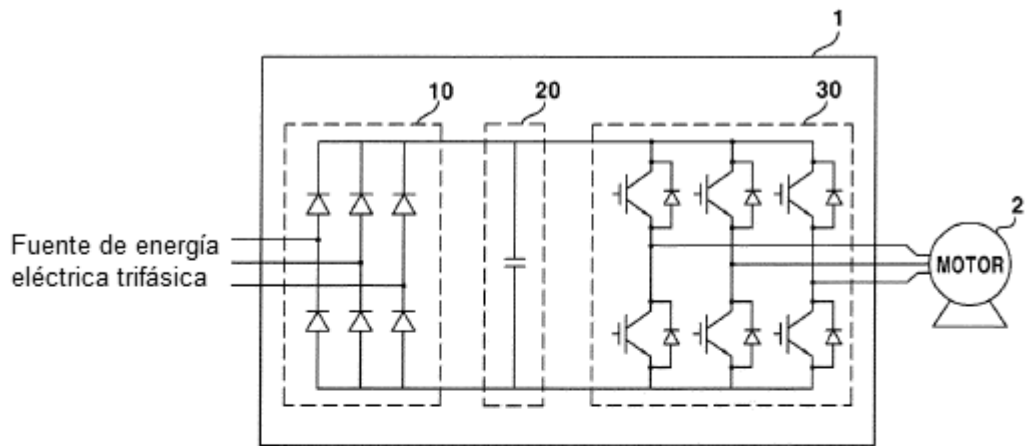


FIG. 2

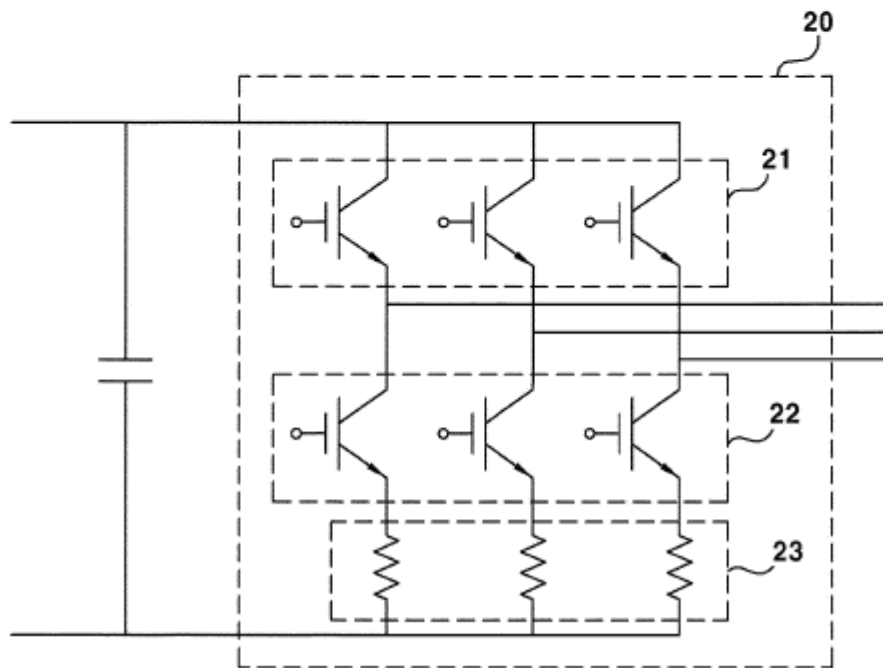


FIG. 3

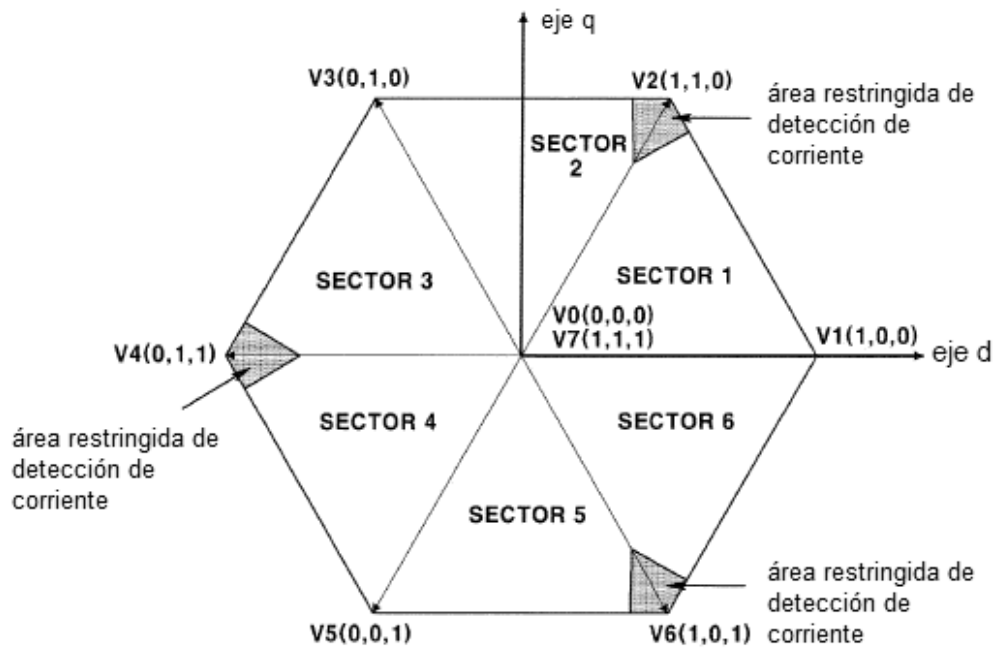


FIG. 4

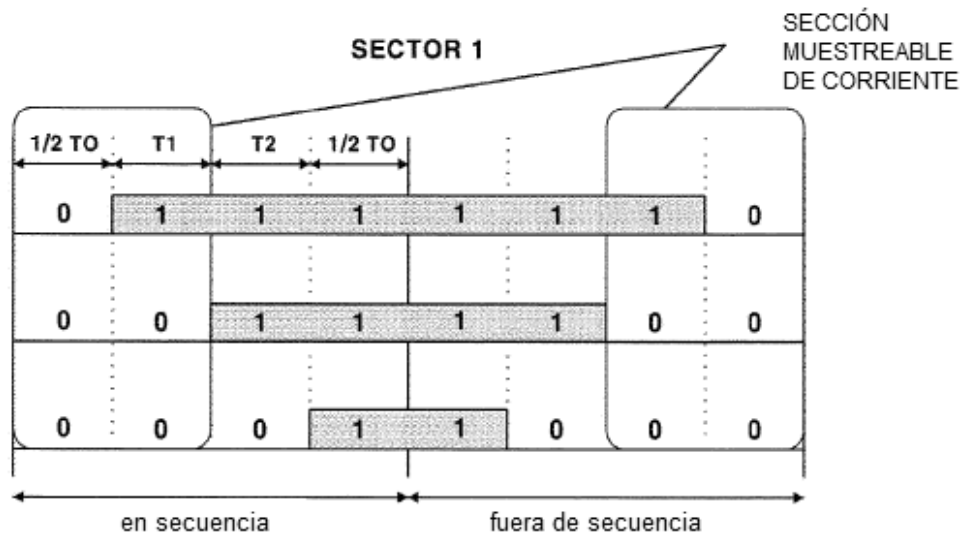


FIG. 5

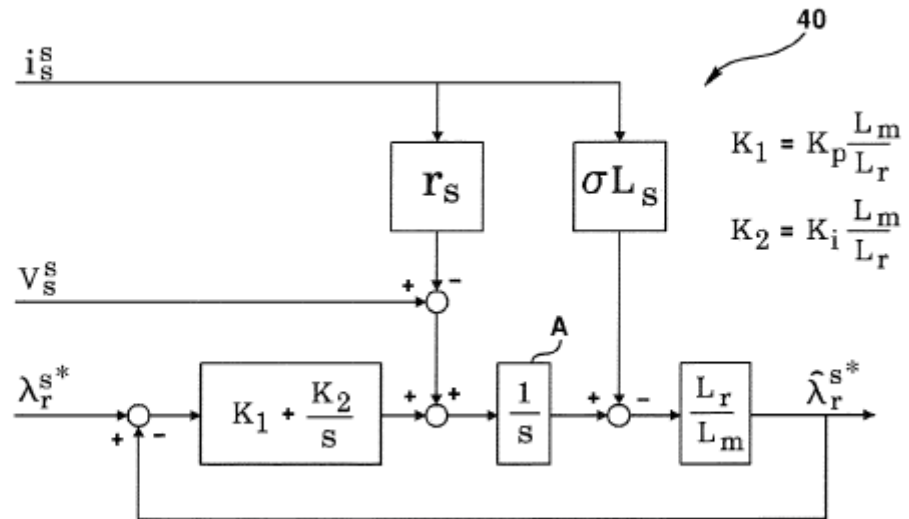


FIG. 6

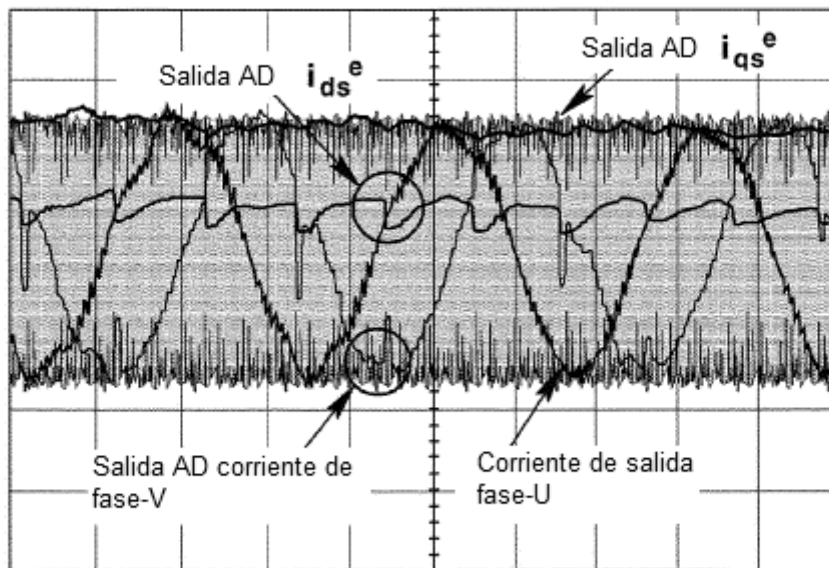


FIG. 7

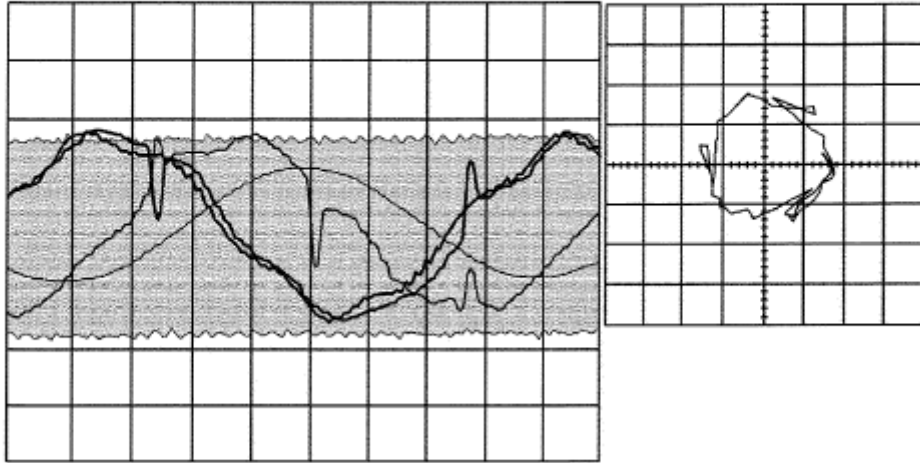


FIG. 8

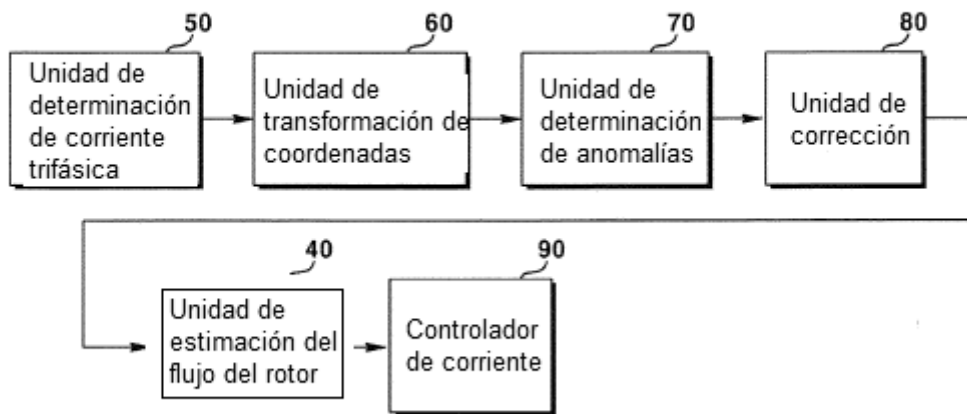


FIG. 9

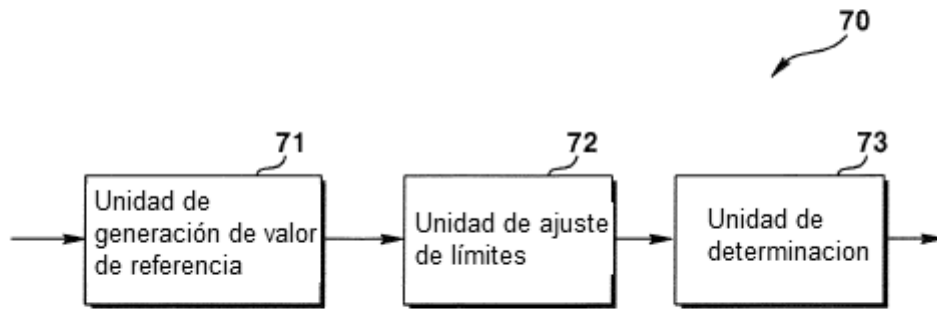




FIG. 10

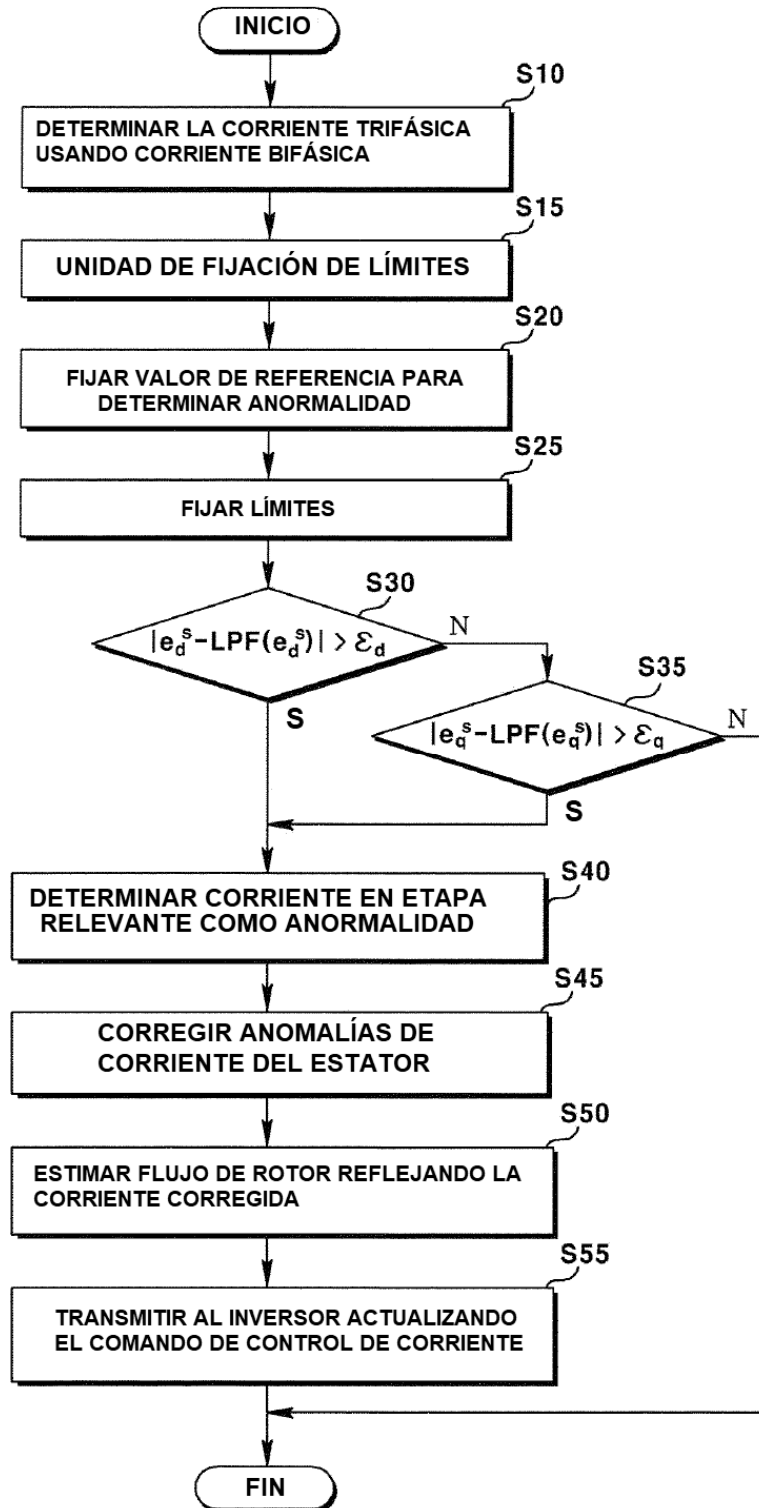


FIG. 11

