

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 014**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/12** (2006.01)

**F24F 11/02** (2006.01)

**H02M 1/42** (2007.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2013 PCT/JP2013/065203**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14034207**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013 E 13833735 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2869451**

54 Título: **Dispositivo, método y programa para controlar un convertidor y un acondicionador de aire**

30 Prioridad:

**30.08.2012 JP 2012190134**

**12.12.2012 JP 2012271650**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.11.2017**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)**  
**16-5, Konan 2-chome**  
**Minato-Ku, Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**SUMITO, KIYOTAKA;**  
**KANIE, TETSUO;**  
**SHIMIZU, KENJI;**  
**SUMIYA, ATSUYUKI;**  
**YOSHIDA, JUNICHI y**  
**MIYATA, MASAYUKI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 642 014 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo, método y programa para controlar un convertidor y un acondicionador de aire

### 5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de convertidor, método y programa, y a un acondicionador de aire.

### 10 Estado de la técnica

Un rectificador de PWM descrito en PTL 1 se ha conocido convencionalmente como un dispositivo convertidor que convierte una salida de tensión de corriente alterna (CA) trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de corriente continua (CC). Además, Zargari et al., "An on-line operated unity power factor PWM rectifier for AC drive applications", un registro de conferencia de la conferencia de aplicaciones industriales, Denver, 2-5 de octubre de 1994, vol. 1 páginas 673-678, XP 000514812, ISBN 978-0-7803-1664-3, desvela también un rectificador de PWM. Además, Marschalko et al., "Optimal control and appropriate pulse width modulation for a three-phase voltage DC-link PWM converter", en Procedimientos de la reunión anual de la sociedad de aplicaciones industriales, Houston, 4-9 de octubre de 1992, páginas 1042- 1049, XP 010063644, DOI 10.109/IAS.1992.244432, ISBN 978-0-7803-0635-6, desvela un método de control para un convertidor de PWM de enlace de CC de tensión trifásica.

### Lista de citas

#### Literatura de Patentes

25 PTL 1 Solicitud de patente japonesa no examinada, publicación n.º Hei 10-164845

### Objeto de la invención

### 30 Problema técnico

De acuerdo con el rectificador de PWM desvelado en la PTL 1, el factor de potencia puede controlarse a aproximadamente 1 en una cierta carga, donde se establece un parámetro de control, mientras que el factor de potencia no puede controlarse a 1 en otras regiones de carga.

35 Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de control de convertidor, método y programa, y un acondicionador de aire capaz de controlar el factor de potencia a aproximadamente 1 con independencia de la carga.

### 40 Solución al problema

Un primer aspecto de la presente invención es un dispositivo de control de convertidor usado para un convertidor, incluyendo el convertidor un circuito de puente para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente un par de unidades de conmutación proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, incluyendo el dispositivo de control de convertidor: un medio de cálculo de corriente reactiva que calcula una corriente reactiva usando unos valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera; un medio de cálculo de cantidad de corrección que calcula una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva; un medio de corrección de fase que corrige la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase calculada por el medio de cálculo de cantidad de corrección; un medio de determinación de órdenes de tensión trifásica que determina las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y un medio de generación de señales de excitación que genera señales de excitación para las unidades de conmutación correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.

60 De acuerdo con el presente aspecto, una corriente reactiva se calcula basándose en los valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera, se calcula una diferencia de fase de tensión para poner a cero la corriente reactiva, y las órdenes de tensión de fase de las fases respectivas se determinan usando una fase de tensión corregida con la diferencia de fase con la que se calculó la fase de tensión de la fase. Como resultado, se hace posible poner a cero la diferencia de fase entre la tensión de suministro de alimentación y la corriente de suministro de alimentación. Esto hace posible mantener el factor de potencia a 1, sin influencia del tamaño de la carga.

En el dispositivo de control de convertidor, la fase de tensión de la fase usada en el medio de cálculo de corriente reactiva puede ser un valor detectado por un medio de detección de cruce por cero, o un valor anterior de la fase de tensión corregida de la fase calculada por el medio de corrección de fase o puede calcularse a través de un cálculo aritmético usando una fórmula de fase que incluye la frecuencia y el tiempo del suministro de alimentación como un parámetro.

El dispositivo de control de convertidor también puede incluir un medio de detección de cruce por cero conectado a la fase y a un punto neutro del suministro de alimentación, detectando el medio de detección de cruce por cero la fase de tensión de la fase. Cuando el suministro de alimentación de CA trifásica no tiene un punto neutro, puede usarse un punto pseudo neutro formado conectando las fases respectivas a través de resistencias en lugar de al punto neutro del suministro de alimentación de CA trifásica.

En el dispositivo de control de convertidor, cuando se establece un retardo de tiempo especificado para temporizar el encendido y apagado de conmutación del elemento de conmutación de brazo superior y del elemento de conmutación de brazo inferior en una fase idéntica para evitar que los elementos de conmutación se enciendan simultáneamente, el medio de generación de señales de excitación puede generar señales de PWM en las que la temporización de apagado del elemento de conmutación de brazo inferior correspondiente a la fase se retarda un tiempo de corrección especificado si la corriente de la fase es positiva y la temporización de apagado del elemento de conmutación de brazo superior correspondiente a la fase se retarda el tiempo de corrección especificado si la corriente de la fase es negativa.

Mediante la generación de tales señales de PWM, puede reducirse un inconveniente asociado con proporcionar el retardo de tiempo especificado, y esto hace que sea posible mejorar un efecto de supresión armónica más alta.

El dispositivo de control de convertidor puede incluir un medio de procesamiento de corrección de desequilibrio, en el que cuando la diferencia entre los valores de corriente de las dos fases cualesquiera de los valores de corriente de las fases respectivas alcanza un valor umbral especificado preestablecido o más, el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio puede determinar que el suministro de alimentación de CA trifásica está en un estado de desequilibrio de tensión, puede corregir los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase determinadas por el medio de determinación de órdenes de tensión trifásica con el uso de una relación de tamaño de los valores de corriente de las fases respectivas, y puede emitir las órdenes de tensión de fase corregida al medio de generación de señales de excitación.

De acuerdo con una configuración de este tipo, cuando se determina que el suministro de alimentación está en el estado de desequilibrio de tensión, los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase determinados por el medio de determinación de órdenes de tensión trifásica se corrigen de acuerdo con la relación de tamaño de las corrientes de fase. Como resultado, pueden ajustarse las tensiones de elevación de las fases respectivas de acuerdo con los valores de corriente. Por consiguiente, incluso cuando se produce el desequilibrio de tensión, es posible establecer los valores de corriente de las fases respectivas como un valor sustancialmente idéntico.

En el dispositivo de control de convertidor, cuando se determina que el suministro de alimentación de CA trifásica está en el estado de desequilibrio de tensión, el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio puede aumentar gradualmente un valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a una fase que indica un valor de corriente máximo o puede disminuir gradualmente un valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a una fase que indica un valor de corriente mínimo hasta que coinciden las corrientes de fase respectivas.

Por lo tanto, cuando se determina que el suministro de alimentación de CA trifásica está en el estado de desequilibrio, el valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a la fase que indica el valor de corriente máximo se aumenta gradualmente o el valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a la fase que indica el valor de corriente mínimo se reduce gradualmente hasta que coinciden las corrientes de fase respectivas. Esto hace posible que los valores de corriente de las fases respectivas coincidan eficaz y fácilmente. Un límite superior y un límite inferior del valor de amplitud se establecen de antemano y el valor de amplitud está limitado dentro del intervalo de estos valores de límite superior e inferior.

En el dispositivo de control de convertidor, los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase podrán corregirse por un medio de procesamiento de corrección de desequilibrio cuando un promedio de las corrientes de fase respectivas es un valor especificado preestablecido o más.

Por lo tanto, las órdenes de tensión de fase se corrigen en un estado operativo de una carga, donde el promedio de las corrientes de fase respectivas se convierte en un valor especificado o más. Como resultado, es posible realizar un control de elevación estable.

Un segundo aspecto de la presente invención es un controlador de carga, que incluye: un convertidor que incluye un circuito de puente para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente un par de unidades de conmutación

proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente; un medio de control de convertidor que controla el convertidor; un inversor que convierte la salida de tensión de CC del convertidor en una tensión de CA trifásica y suministra la tensión de CA trifásica a una carga; y un medio de control de inversor que controla el inversor, en el que el medio de control de convertidor incluye: un medio de cálculo de corriente reactiva que calcula una corriente reactiva usando unos valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera; un medio de cálculo de cantidad de corrección que calcula una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva; un medio de corrección de fase que corrige la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase calculada por el medio de cálculo de cantidad de corrección; un medio de determinación de órdenes de tensión trifásica que determina las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y un medio de generación de señales de excitación que genera señales de excitación para las unidades de conmutación correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.

Un tercer aspecto de la presente invención es un acondicionador de aire que incluye el controlador de carga.

Un acondicionador de aire de este tipo puede incluir un medio de elevación que ramifica la entrada de alimentación de CC desde el convertidor al inversor para reducir la tensión de la alimentación de CC, en el que la alimentación de salida del medio de reducción puede suministrarse a una máquina auxiliar de acondicionador de aire.

Un cuarto aspecto de la presente invención es un acondicionador de aire, que incluye: un convertidor que incluye un circuito de puente para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente un par de unidades de conmutación proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente; un dispositivo de control de convertidor de acuerdo con uno cualquiera de los aspectos; un inversor que convierte la salida de tensión de CC del convertidor en una tensión de CA trifásica y suministra la tensión de CA trifásica a un motor compresor; un medio de control de inversor que controla el inversor; una unidad interior conectada a una línea de alimentación de una fase cualquiera de las líneas de alimentación trifásicas conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica; una unidad exterior conectada a una línea de alimentación de una fase, fuera de las líneas de alimentación trifásicas conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica, distinta de la línea de alimentación de la fase conectada a la unidad interior, en el que el medio de control de convertidor incluye un medio de notificación de fallo de alimentación que realiza una notificación de error notificando un fallo de alimentación cuando las órdenes de tensión de fase corregidas emitidas desde el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio incluyen una orden de tensión de fase cuyo valor pico es igual o inferior a un valor umbral predeterminado de notificación de error especificado, notificándose a la unidad interior o a la unidad exterior conectadas a una fase correspondiente.

De acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, el error atribuido al estado de desequilibrio de tensión puede notificarse a la unidad interior y a la unidad exterior que reciben energía eléctrica del suministro de alimentación de CA trifásica. Por consiguiente, del lado de la unidad interior y de la unidad exterior puede averiguarse la causa de una anomalía que está ocurriendo actualmente.

En el acondicionador de aire, cuando los comandos de tensión de fase corregida emitidos desde el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio incluyen una orden de tensión de fase cuyo valor pico es igual o menor que un valor umbral de nivel de protección establecido menor que el valor umbral de notificación de error, el medio de notificación de fallo de alimentación puede emitir una señal que dé órdenes de apagar la unidad interior o la unidad exterior conectadas a una fase correspondiente.

Por lo tanto, la emisión de una señal de apagado permite proteger a la unidad interior y a la unidad exterior.

Un quinto aspecto de la presente invención es un método de control de convertidor usado para un convertidor, incluyendo el convertidor un circuito de puente para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente un par de unidades de conmutación proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, incluyendo el método de control de convertidor: una etapa de cálculo de corriente reactiva para calcular una corriente reactiva usando unos valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera; una etapa de cálculo de cantidad de corrección para calcular una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva; una etapa de corrección de fase para corregir la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase; una etapa de determinación de órdenes de tensión trifásica para determinar las

órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y una etapa de generación de señales de excitación para generar señales de excitación para las unidades de conmutación correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.

Un sexto aspecto de la presente invención es un programa de control de convertidor usado para un convertidor, incluyendo el convertidor un circuito de puente para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente un par de unidades de conmutación proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, haciendo el programa de control de convertidor que un dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 1 ejecute: un proceso de cálculo de corriente reactiva para calcular una corriente reactiva usando unos valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera; un proceso de cálculo de cantidad de corrección para calcular una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva; un proceso de corrección de fase para corregir la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase; un proceso de determinación de órdenes de tensión trifásica para determinar las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y un proceso de generación de señales de excitación para generar unas señales de excitación para las unidades de conmutación correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.

#### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, se implementa un efecto de ser capaz de controlar el factor de potencia a aproximadamente 1 independientemente de una carga.

#### Descripción de las figuras

La figura 1 es una vista esquemática que ilustra la configuración de un dispositivo de control de excitación para un motor compresor en un acondicionador de aire de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista explicativa de un punto pseudo neutro.

La figura 3 es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 4 ilustra un ejemplo de establecimiento de un valor de orden de tensión en el momento del arranque.

La figura 5 ilustra un ejemplo de una tabla que indica la relación entre un valor de orden de tensión y una tensión de convertidor.

La figura 6 ilustra una relación entre una carga y una tensión de convertidor cuando el valor de orden de tensión se establece usando la tabla ilustrada en la figura 5.

La figura 7 ilustra una relación entre una tensión de suministro de alimentación y una tensión de convertidor cuando el valor de orden de tensión se establece usando la tabla ilustrada en la figura 5.

La figura 8 ilustra un ejemplo de señales de PWM de un elemento de conmutación de brazo superior y de un elemento de conmutación de brazo inferior en la fase R cuando el valor de orden de tensión es 1.

La figura 9 ilustra un ejemplo de señales de PWM del elemento de conmutación de brazo superior y del elemento de conmutación de brazo inferior en la fase R cuando el valor de orden de tensión es 1,5.

La figura 10 ilustra un ejemplo de un método para generar la señal de PWM.

La figura 11 ilustra un ejemplo del método para generar la señal de PWM.

La figura 12 ilustra otro ejemplo del método para generar la señal de PWM.

La figura 13 ilustra otro ejemplo del método para generar la señal de PWM.

La figura 14 ilustra un ejemplo de configuración en el caso de suministrar tensión de convertidor a una máquina auxiliar.

La figura 15 es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de convertidor de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

La figura 16 ilustra un ejemplo de formas de onda de corriente de las fases respectivas en un estado de equilibrio de tensión.

La figura 17 ilustra un ejemplo de las formas de onda de corriente de las fases respectivas en un estado de desequilibrio de tensión.

La figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra unos procedimientos de procesamiento ejecutados por una unidad de proceso de corrección de desequilibrio ilustrada en la figura 15.

La figura 19 ilustra un ejemplo de las formas de onda de corriente de las fases respectivas en el estado de desequilibrio de tensión.

La figura 20 ilustra las formas de onda de corriente de las fases respectivas después de realizar un procesamiento de corrección de desequilibrio en el estado de desequilibrio de tensión ilustrado en la figura 19.

La figura 21 es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de convertidor de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

La figura 22 ilustra un aspecto de un acondicionador de aire que incluye el dispositivo de control de convertidor ilustrado en la figura 20.

## Descripción detallada de la invención

A continuación en el presente documento, se describirán las realizaciones del dispositivo de control de convertidor, el método y el programa de acuerdo con la presente invención en el caso de aplicarse a un acondicionador de aire haciendo referencia a los dibujos.

### Primera realización

La figura 1 es una vista esquemática que ilustra la configuración de un controlador de motor (controlador de carga) 1 para un motor compresor 20 en un acondicionador de aire de acuerdo con una primera realización de la presente invención. Como se ilustra en la figura 1, el controlador de motor 1 incluye un convertidor 3 que convierte la alimentación de corriente alterna de (CA) de un suministro de alimentación de CA trifásica 2 en alimentación de corriente continua (CC), un dispositivo de control de convertidor 4 que controla el convertidor 3, un inversor 5 que convierte la salida de alimentación de CC del convertidor 3 en alimentación de CA trifásica y emite la alimentación de CA trifásica al motor compresor 20 y un dispositivo de control de inversor 6 que controla el inversor 5.

El convertidor 3 incluye un circuito de puente 10 que tiene unas unidades de conmutación 11a, 11b, y 11c proporcionadas para cada una de la fase R, la fase S, y la fase T del suministro de alimentación de CA trifásica 2. Las unidades de conmutación 11a, 11b, y 11c incluyen unos elementos de conmutación de brazo superior 12a, 12b y 12c y unos elementos de conmutación de brazo inferior 13a, 13b y 13c, respectivamente. En la unidad de conmutación respectiva 11a, 11b y 11c, los elementos de conmutación de brazo superior 12a, 12b y 12c, y los elementos de conmutación de brazo inferior 13a, 13b y 13c tienen unos puntos de unión conectados cada uno a las fases correspondientes a través de un reactor 14. Un condensador de amortiguamiento 15 está conectado entre los terminales de electrodo positivo y los terminales de electrodo negativo en el lado de salida del circuito de puente 10.

El convertidor 3 tiene unos sensores de corriente 16a y 16b proporcionados para detectar corrientes de dos fases, tales como la fase R (primera fase) y la fase T (segunda fase), fuera de las tres fases. El convertidor 3 tiene también una unidad de detección de cruce por cero 17 proporcionada para comparar una fase cualquiera, tal como la fase R, fuera de las tres fases y un punto neutro del suministro de alimentación de CA trifásica 2 para detectar una fase de tensión  $\theta$  de la fase R. Cuando el suministro de alimentación de CA trifásica no tiene un punto neutro, la unidad de detección de cruce por cero 17 conecta cada una de las fases R, S y T a través de resistencias para formar un punto pseudo neutro N' y compara el punto pseudo neutro N' y la fase R para detectar la fase de tensión  $\theta$  de la fase R como se ilustra en la figura 2.

Los valores de detección de corriente  $I_r$  e  $I_t$  de la fase R y la fase T medidos por los sensores de corriente 16a y 16b y la fase de tensión  $\theta$  de la fase R detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17 se emiten al dispositivo de control de convertidor 4.

Por ejemplo, el dispositivo de control de convertidor 4 es una unidad de micro procesamiento (MPU) que tiene un medio de grabación legible por ordenador que almacena un programa que implementa el procesamiento de las unidades respectivas descritas a continuación. Cuando la CPU descarga el programa almacenado en el medio de grabación a un almacenamiento principal tal como una RAM y ejecuta el programa, se implementa el procesamiento en las unidades respectivas como se muestra a continuación. Ejemplos del medio de grabación legible por ordenador incluyen discos magnéticos, discos magnetoópticos y dispositivos de memoria semiconductores, y similares.

El dispositivo de control de convertidor 4 está configurado para permitir una comunicación bidireccional con el dispositivo de control de inversor 6.

Como en el caso del convertidor 3, el inversor 5 incluye un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior proporcionados para cada una de las fases. Cuando estos elementos de conmutación se excitan basándose en las señales de PWM generadas por el dispositivo de control de inversor 6, se genera la tensión de CA trifásica que se suministra al motor compresor 20.

El dispositivo de control de inversor 6 genera las señales de PWM de las fases respectivas que hacen que la velocidad del motor compresor 20 coincida con una orden de velocidad  $\omega$  dada desde un dispositivo de órdenes de control superior (ilustración omitida), y proporciona las señales de PWM al inversor 5.

A continuación, se describe el dispositivo de control de convertidor 4 haciendo referencia a la figura 3.

La figura 3 es un diagrama de bloques funcional del dispositivo de control de convertidor 4. Como se ilustra en la figura 3, el dispositivo de control de convertidor 4 incluye una unidad de cálculo de corriente reactiva 21, una unidad de cálculo de cantidad de corrección 22, una unidad de corrección de fase 23, una unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24 y una unidad de generación de PWM (medio de generación de señales de excitación) 25 como componentes principales.

La unidad de cálculo de corriente reactiva 21 recibe una entrada de los valores de detección de corriente de la fase R y de la fase T  $I_r$  e  $I_t$  medidos por los sensores de corriente 16a y 16b, y la fase de tensión  $\theta$  de la fase R detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17.

La unidad de cálculo de corriente reactiva 21 calcula una corriente reactiva  $I_q$  mediante estas piezas de información de entrada y una expresión (1) mostrada a continuación:

$$I_q = \sqrt{2}(I_r \cos(\theta + \pi/6) - I_t \sin(\theta)) \quad (1)$$

En la expresión (1),  $I_r$  representa un valor de detección de corriente de la fase R,  $I_t$  representa un valor de detección de corriente de la fase T, y  $\theta$  representa una fase de tensión de la fase R detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17. La corriente reactiva  $I_q$  calculada por la unidad de cálculo de corriente reactiva 21 se emite a la unidad de cálculo de cantidad de corrección 22.

La unidad de cálculo de cantidad de corrección 22 calcula una diferencia de fase de tensión de la fase R, que pone a cero la corriente reactiva  $I_q$ , como una cantidad de corrección de fase  $\phi$ . Específicamente, la unidad de cálculo de cantidad de corrección 22 realiza un control integral para calcular la cantidad de corrección de fase  $\phi$  que pone a cero la corriente reactiva  $I_q$ . Por ejemplo, la cantidad de corrección de fase  $\phi$  se calcula mediante la siguiente expresión (2):

$$\phi = \int (0 - I_q) dt \quad (2)$$

La cantidad de corrección de fase  $\phi$  puede calcularse mediante el control proporcional más integral en lugar del control integral.

La unidad de corrección de fase 23 corrige la fase de tensión  $\theta$  de la fase R detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17 con el uso de la cantidad de corrección de fase  $\phi$  calculada por la unidad de cálculo de cantidad de corrección 22 para obtener una fase corregida  $\theta'$ . Específicamente, la unidad de corrección de fase 23 corrige la fase de tensión  $\theta$  sustrayendo la cantidad de corrección de fase  $\phi$  de la fase de tensión  $\theta$  de la fase R introducida desde la unidad de detección de cruce por cero 17 como se expresa por la expresión (3) mostrada a continuación:

$$\theta' = \theta - \phi \quad (3)$$

La unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24 determina las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas usando un valor de orden de tensión predeterminado  $k$  y la entrada de fase de tensión corregida  $\theta'$  a partir de la unidad de corrección de fase 23. Específicamente, las órdenes de tensión de fase respectivas  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  de la fase R, la fase S y la fase T se determinan respectivamente basándose en las siguientes expresiones (4) a (6):

$$V_r^* = k \sin(\theta') \quad (4)$$

$$V_s^* = k \sin(\theta' - 2\pi/3) \quad (5)$$

$$V_t^* = k \sin(\theta' - 4\pi/3) \quad (6)$$

En este caso, como se ilustra en la figura 4, por ejemplo, el valor de orden de tensión  $k$  se fija en  $k = 1,5$  en el momento del arranque del convertidor 3. Se cambia el valor de orden de tensión  $k$  con el fin de disminuirse a  $k = 1,0$  en las etapas a lo largo del tiempo.

Después de iniciarse el convertidor 3, un valor obtenido, por ejemplo, realizando el control proporcional más integral en una diferencia  $\Delta V_{cc}$  entre una tensión objetivo  $V_{cc}^*$  que es una tensión de convertidor especificada preestablecida (ambas tensiones extremas del condensador de amortiguamiento 15) y una tensión de convertidor

medida  $V_{cc}$ , puede usarse como el valor de orden de tensión  $k$ .

En lugar de esto, puede prepararse con antelación una tabla en la que el valor de orden de tensión  $k$  y la tensión de convertidor  $V_{cc}$  se asocian entre sí, y el valor de orden de tensión  $k$  correspondiente a la tensión de convertidor  $V_{cc}$  puede establecerse usando esta tabla como se ilustra en la figura 5.

Por ejemplo, la tensión de convertidor  $V_{cc}$  tiene una tendencia a disminuir a medida que la carga (por ejemplo, la velocidad de un motor, y similares) es superior como se ilustra con una línea curva de "control no realizado" en la figura 6. Por lo tanto, teniendo en cuenta esta tendencia, la relación entre el valor de orden de tensión  $k$  y la tensión de convertidor  $V_{cc}$ , que puede mantener la tensión de convertidor  $V_{cc}$  en un valor constante incluso con cambios en la carga, puede prepararse de antemano como una tabla y el valor de orden de tensión  $k$  puede establecerse con el uso de esta tabla.

Esto hace que sea posible mantener la tensión de convertidor  $V_{cc}$  constante, incluso cuando la carga cambia, como se ilustra, por ejemplo, con una línea de "control realizado" en la figura 6. Como se ilustra en la figura 7, incluso cuando la tensión de suministro de alimentación cambia a 380 V, 400 V y 415 V, se hace posible controlar la tensión de convertidor  $V_{cc}$  para que sea constante y banalice de este modo la tensión de alimentación.

La unidad de generación de señales de PWM 25 compara las órdenes de tensión de fase  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  de las fases respectivas determinadas por la unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24 con una onda triangular que tiene una frecuencia de portadora especificada con el fin de que se generen las señales de PWM que están conmutando las señales de excitación de las unidades de conmutación 11a, 11b y 11c correspondientes a las fases respectivas. La unidad de generación de señales de PWM 25 proporciona las señales de PWM al circuito de puente 10 en el convertidor 3.

La figura 8 ilustra un ejemplo de las señales de PWM del elemento de conmutación de brazo superior y del elemento de conmutación de brazo inferior en la fase R cuando el valor de orden de tensión  $k$  es 1. La figura 9 ilustra un ejemplo de las señales de PWM del elemento de conmutación de brazo superior y del elemento de conmutación de brazo inferior en la fase R cuando el valor de orden de tensión  $k$  es 1,5. Las señales de PWM de la fase S y de la fase T también se generan de manera similar.

En este caso, cuando se generan las señales de PWM, se proporciona un retardo de tiempo especificado  $T_d$  para temporizar el encendido del elemento de conmutación de brazo superior y del elemento de conmutación de brazo inferior como se ilustra en las figuras 10 y 11. La figura 10 ilustra un ejemplo de las señales de PWM cuando una corriente de fase de la fase R es positiva. La figura 11 ilustra un ejemplo de las señales de PWM cuando la corriente de fase de la fase R es negativa.

En las figuras 10 y 11, el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior se controlan de tal manera que un elemento de conmutación cae y a continuación, después de un lapso de retardo de tiempo  $T_d$  después de la caída, el otro elemento de conmutación se eleva. El retardo de tiempo  $T_d$  es un valor que puede establecerse arbitrariamente de acuerdo con las características de los elementos de conmutación (por ejemplo, los transistores de potencia y similares).

Ya que el retardo de tiempo especificado  $T_d$  se proporciona de esta manera para evitar que el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior se enciendan simultáneamente, puede evitarse un cortocircuito.

De acuerdo con el método para la generación de la señal de PWM ilustrado en las figuras 10 y 11, un período de tiempo cuando se aplica la tensión  $R_N$  no coincide con el tiempo  $P_f + P_a$  determinado por la comparación entre la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular. Por ejemplo, cuando la corriente de la fase R ilustrada en la figura 10 es positiva, el tiempo de aplicación de tensión  $R_N$  es  $P_f + P_a + T_d$ , y por lo tanto la tensión  $R_N$  se controla para que sea mayor. Cuando la corriente de la fase R ilustrada en la figura 11 es negativa, el tiempo de aplicación de tensión  $R_N$  es  $P_f + P_a - T_d$  y, por lo tanto, la tensión  $R_N$  se controla para que sea menor.

Por consiguiente, un error de este tipo podrá corregirse, por ejemplo, corrigiendo la temporización de caída del brazo inferior y la temporización de subida del brazo superior, como se ilustra en las figuras 12 y 13.

Por ejemplo, como se ilustra en la figura 12, cuando la corriente de la fase R es positiva, un pulso del brazo inferior se hace caer no en el tiempo  $t_1$  cuando la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular intersecan, sino en el tiempo  $t_2$  después de un lapso de tiempo de corrección  $T_c$  desde el tiempo  $t_1$ . Un pulso del brazo superior se hace subir en el tiempo  $t_3$  después de un lapso de retardo de tiempo  $T_d$  desde el tiempo  $t_2$ , cuando el pulso del brazo inferior cae.

Ya que la temporización de caída del pulso del brazo inferior se retarda mediante el tiempo de corrección  $T_c$  de esta manera, el tiempo de aplicación de tensión  $R_N$  ( $= P_f + P_a + T_d - T_c$ ) puede aproximarse al tiempo ( $= P_f + P_a$ ) obtenido por la comparación entre la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular como se ilustra en la figura 12.



Además, el establecimiento de  $T_c = T_d$  puede hacer que el tiempo obtenido por la comparación entre la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular coincida con el tiempo de aplicación de tensión RN.

De manera similar, cuando la corriente de la fase R es negativa, el pulso del brazo superior se hace caer no en el tiempo  $t_4$  cuando intersecan la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular, sino en el tiempo  $t_5$  después de un lapso de un tiempo de corrección especificado  $T_c$  desde el tiempo  $t_4$ , como se ilustra en la figura 13.

El pulso del brazo inferior se hace subir en el tiempo  $t_6$  después de un lapso de retardo de tiempo  $T_d$  desde el tiempo  $t_5$ , cuando el pulso del brazo superior cae. Ya que la temporización de pulso de caída del brazo superior se retarda el tiempo de corrección  $T_c$  de esta manera, el tiempo de aplicación de tensión RN ( $= P_f + P_a - T_d + T_c$ ) puede aproximarse al tiempo ( $= P_f + P_a$ ) obtenido por la comparación entre la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular como se ilustra en la figura 13. El establecimiento de  $T_c = T_d$  puede hacer que el tiempo obtenido por la comparación entre la orden de tensión de fase  $V_r^*$  y la onda triangular coincida con el tiempo de aplicación de tensión RN.

Como se ha descrito anteriormente, cuando la corriente de fase es positiva, la temporización de pulso de caída del brazo inferior se corrige para retardarse el tiempo de corrección especificado  $T_c$ . Cuando la corriente de fase es negativa, la temporización de pulso de caída del brazo superior se corrige para retardarse el tiempo de corrección especificado  $T_c$ . Como resultado, se hace posible mejorar el efecto de supresión de armónicos más altos.

Cada una de las señales de PWM generadas por la unidad de generación de señales de PWM 25 se proporcionan a las unidades de conmutación 11a, 11b, y 11c que corresponden a las fases respectivas, de tal manera que se controla el encendido y apagado de los elementos de conmutación respectivos.

A continuación, se proporciona una descripción de una función del controlador de motor 1 de acuerdo con la presente realización.

En primer lugar, en el momento del arranque del controlador de motor 1, una señal de inicio se introduce desde un dispositivo superior al dispositivo de control de inversor 6. Tras recibir la señal de inicio, el dispositivo de control de inversor 6 emite una señal de inicio para el dispositivo de control de convertidor 4. Tras recibir la señal de inicio, el dispositivo de control de convertidor 4 establece el valor  $k$  de acuerdo con la tabla ilustrada en la figura 4 y también genera las señales de PWM correspondientes a las fases respectivas basándose en los siguientes procedimientos.

Mientras que las corrientes de fase R y de fase T se detectan por los sensores de corriente 16a y 16b, la fase de tensión de fase R  $\theta$  se detecta por la unidad de detección de cruce por cero 17. Estos valores de detección se emiten al dispositivo de control de convertidor 4.

Los valores de detección de corriente  $I_r$  e  $I_t$ , y la fase de tensión de fase R  $\theta$  se introducen en la unidad de cálculo de corriente reactiva 21. Usando estas piezas de información y las expresiones indicadas anteriormente (1), se calcula la corriente reactiva  $I_q$ . En la unidad de cálculo de cantidad de corrección 22, se calcula la cantidad de corrección  $\phi$  de la fase de tensión de fase R para poner a cero la corriente reactiva  $I_q$ , y esta cantidad de corrección de fase  $\phi$  se emite a la unidad de corrección de fase 23. En la unidad de corrección de fase 23, la fase de tensión de fase R  $\theta$  detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17 se corrige con la cantidad de corrección de fase  $\phi$  a partir de la unidad de cálculo de cantidad de corrección 22, y una fase de tensión de fase R  $\theta'$  corregida ( $= \theta - \phi$ ) se emite a la unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24.

En la unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24, las órdenes de tensión de fase  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  correspondientes a las fases respectivas se determinan usando el valor de orden de tensión  $k$  establecido basándose en la tabla ilustrada en la figura 4 y la fase de tensión de fase R  $\theta'$  a partir de la unidad de corrección de fase 23. Basándose en las órdenes de tensión de fase  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$ , se producen las señales de PWM para las fases respectivas por la unidad de generación de señales de PWM 25.

Las señales de PWM de las fases respectivas se proporcionan al circuito de puente 10. Basándose en las señales de PWM, se realiza el control de encendido-apagado de los elementos de conmutación de brazo superior 12a, 12b y 12c, y de los elementos de conmutación de brazo inferior 13a, 13b y 13c de las unidades de conmutación respectivas 11a, 11b y 11c.

Por consiguiente, una tensión entre los terminales del condensador de amortiguamiento 15 se eleva gradualmente y una vez que la tensión alcanza un valor especificado, se emite una señal de final de arranque desde el dispositivo de control de convertidor 4 al dispositivo de control de inversor 6. El dispositivo de control de inversor 6 recibe la señal, y comienza el control en el inversor 5. Como consecuencia, la salida de alimentación de CC del convertidor 3 se convierte en alimentación de CA trifásica y se suministra al motor compresor 20, mediante la que se inicia la operación del motor compresor 20.

Después de que se inicie el convertidor 3, el dispositivo de control de convertidor 4 realiza repetidamente una serie de procesamientos indicados anteriormente que incluyen establecer el valor de orden de tensión  $k$ , calcular la cantidad de corrección de fase  $\phi$ , y corregir la fase de tensión  $\theta$  de acuerdo con un algoritmo especificado. Por consiguiente, se generan las señales de PWM en un período determinado, y se controla el circuito de puente 10 de tal manera que la tensión de convertidor se hace constante.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con el dispositivo de control de convertidor, el método y el programa, y el acondicionador de aire de acuerdo con la presente realización, la corriente reactiva  $I_q$  se calcula basándose en los valores de detección de corriente de la fase R y de la fase T  $I_r$  e  $I_t$  y la información en la fase de tensión de fase R  $\theta$ , la diferencia de fase de tensión de fase R que pone a cero la corriente reactiva  $I_q$  se calcula como una cantidad de corrección de fase  $\phi$ , y las órdenes de tensión de fase de las fases respectivas se determinan usando la fase de tensión  $\theta'$  obtenida corrigiendo la fase de tensión de fase R  $\theta$  con la cantidad de corrección de fase  $\phi$ . Como resultado, puede ponerse a cero una diferencia de fase entre la tensión de suministro de alimentación y la corriente de suministro de alimentación. Esto hace que sea posible mantener el factor de potencia a 1, sin la influencia del tamaño de la carga.

En la presente realización, se detecta la corriente reactiva en la unidad de cálculo de corriente reactiva 21 usando la fase de tensión  $\theta$  de la unidad de detección de cruce por cero 17. En lugar de esto, la corriente reactiva puede calcularse a través de un cálculo aritmético de la fase de tensión  $\theta$  usando la siguiente expresión (7).

$$\theta = 2\pi fT \quad (7)$$

En la expresión anterior (7),  $f$  es la frecuencia de suministro de alimentación y  $T$  es el tiempo. Como con la frecuencia de alimentación, puede registrarse un valor con antelación, o la frecuencia de suministro de alimentación puede detectarse de manera secuencial, y el valor detectado puede sustituirse.

Por ejemplo, el método indicado anteriormente puede reemplazarse por un método en el que se usa un valor anterior de la fase corregida  $\theta'$  determinado por la unidad de corrección de fase 23 como la fase de tensión  $\theta$ .

Aunque el caso de la corrección de la fase de tensión de fase R se ha descrito en la presente realización, la fase de tensión de fase S o de fase T puede corregirse en lugar de la fase de la tensión de fase R. Aunque las corrientes de fase R y de fase T se detectan por los sensores de corriente 16a y 16b, pueden detectarse las corrientes de dos fases cualquiera, y una combinación de los mismos puede establecerse arbitrariamente. La fase de la fase de tensión  $\theta$  detectada por la unidad de detección de cruce por cero 17 no se limita a la fase R, sino que pueden ser la fase S y la fase T.

En la presente realización, las órdenes de tensión de fase respectivas  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  de la fase R, la fase S y la fase T se determinan usando las expresiones anteriores (4) a (6). En el caso donde, por ejemplo, se detectan en su lugar las fases de las fases respectivas, las órdenes de tensión de fase respectivas  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  de la fase R, la fase S y la fase T puede determinarse usando las fases detectadas de las fases respectivas de acuerdo con las siguientes expresiones (8) a (10).

$$V_r^* = k \sin (\theta_r - \phi) \quad (8)$$

$$V_s^* = k \sin (\theta_s - \phi) \quad (9)$$

$$V_t^* = k \sin (\theta_t - \phi) \quad (10)$$

En estas expresiones,  $\theta_r$  es una fase detectada de la fase R,  $\theta_s$  es una fase detectada de la fase S, y  $\theta_t$  es una fase detectada de la fase T. Además,  $\phi$  es una cantidad de corrección de fase.

Como se ilustra en la figura 14, un circuito de reducción 30 que está conectado a una máquina auxiliar puede conectarse a ambos extremos del condensador de amortiguamiento 15 del convertidor 3, de tal manera que la alimentación de CC generada por el convertidor 3 se reduce a un valor de tensión especificado por el circuito de reducción 30, y la alimentación de CC reducida puede suministrarse a la máquina auxiliar 31.

Por ejemplo, cuando la tensión de suministro de alimentación es de 400 V, se usa un motor de clase 400 V en general como el motor compresor 20, mientras que un motor de clase 200 V se usa como la máquina auxiliar 31 tal como un motor de ventilador. Por consiguiente, cuando se reduce la tensión de convertidor generada por el convertidor 3 mediante el circuito de reducción 30 y a continuación se suministra a la máquina auxiliar 31, se hace posible usar la máquina auxiliar, cuyo efecto de suprimir el armónico más alto de la corriente de entrada se mejora en comparación con el caso donde se rectifica la tensión de fase del suministro de alimentación y, a continuación se

conecta a la máquina auxiliar 31.

### Segunda realización

A continuación, se describen haciendo referencia a los dibujos el dispositivo de control de convertidor, el método y el programa de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. La figura 15 ilustra el diagrama de bloques funcional de un dispositivo de control de convertidor 4' de acuerdo con la presente realización. Como se ilustra en la figura 15, el dispositivo de control de convertidor 4' de acuerdo con la presente realización es diferente del dispositivo de control de convertidor 4 de acuerdo con la primera realización desvelada anteriormente en el punto en que incluye además una unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26.

En lo sucesivo en el presente documento, se omite una descripción de los puntos en común con la primera realización desvelada anteriormente, y se proporciona una descripción principalmente de la diferencia con la primera realización.

Cuando el suministro de alimentación de CA trifásica 2 se pone en un estado de desequilibrio de tensión en el dispositivo de control de convertidor 4 de acuerdo con la primera realización desvelada anteriormente, puede generarse una gran diferencia entre las tensiones de fase respectivas en comparación con el tiempo cuando las tensiones están equilibradas. Por ejemplo, en el estado de equilibrio de tensión donde una tensión de entrefases R-S es 415 V, una tensión de entrefases T-S es 415 V, y una tensión de entrefases R-T es 415V, el motor compresor 20 tiene una velocidad de 120 rps y un par motor de 6,7 Nm como una carga. En esta condición, las formas de onda de corriente de la fase R, la fase S y la fase T son sustancialmente idénticas como se ilustra en la figura 16.

Cuando este estado se cambia a un estado de desequilibrio de tensión donde, por ejemplo, la tensión de entrefases R-S es 435 V, la tensión de entrefases T-S es 415 V, y la tensión de entrefases R-T es 415 V, los valores pico de las ondas de corriente de la fase R y de la fase T se convierten en aproximadamente dos veces tan grandes como los del momento de equilibrio de tensión ilustrado en la figura 16, mientras que el valor de la corriente de fase T se vuelve casi cerca de cero como se ilustra en la figura 17.

En cuanto a la corriente de fase T que tiene una tensión de fase baja, la unidad de conmutación 11c se hace funcionar en un intento de elevar la tensión y para cargar el condensador de amortiguamiento 15. Sin embargo, ya que la tensión de elevación es pequeña, difícilmente puede cargar el condensador de amortiguamiento 15. Como resultado, la corriente de fase T se considera para que sea más pequeña y termina formando la forma de onda de corriente como se ilustra en la figura 17.

En la figura 17, los valores pico de las ondas de corriente de la fase R y de la fase S también son diferentes uno de otro. Sin embargo, esto se considera que está atribuido a un error de las señales y/o las variaciones de PWM en las características de los elementos de conmutación. Idealmente, se considera que fluyan las corrientes del mismo tamaño.

La presente realización se caracteriza por la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 proporcionada para la supresión de las variaciones en los valores de corriente de las fases respectivas cuando se produce tal desequilibrio de tensión.

Cuando una diferencia entre los valores de corriente de dos fases cualquiera, fuera de los valores de corriente de las fases respectivas, alcanza un valor umbral especificado preestablecido (por ejemplo, 0,5 A) o más, la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 determina que el suministro de alimentación de CA trifásica 2 está en el estado de desequilibrio de tensión, corrige los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  determinados por la unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24 con el uso de la relación de tamaño entre los valores de corriente de las fases respectivas, y emite las órdenes de tensión de fase corregidas  $V_r^{*'}$ ,  $V_s^{*'}$  y  $V_t^{*'}$  a la unidad de generación de PWM 25.

Por ejemplo, cuando se determina que la tensión de alimentación está en el estado de desequilibrio de tensión, la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 aumenta gradualmente el valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a la fase que indica un valor de corriente máximo o disminuye gradualmente el valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a la fase que indica un valor de corriente mínimo hasta que las corrientes de fase respectivas  $I_s$ ,  $I_r$  e  $I_t$  coinciden sustancialmente.

Por ejemplo, en la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26, las órdenes de tensión de fase corregidas  $V_r^{*'}$ ,  $V_s^{*'}$  y  $V_t^{*'}$  se proporcionan mediante las siguientes expresiones (11) a (13):

$$V_r^{*' } = \alpha_r V_r^{*} \quad (11)$$

$$V_s^{*' } = \alpha_s V_s^{*} \quad (12)$$

$$V_t^{*' } = \alpha_t V_t^{*} \quad (13)$$

En las expresiones (11), (12) y (13),  $\alpha_r$ ,  $\alpha_s$ , y  $\alpha_t$  son los coeficientes de corrección y sus valores iniciales se establecen en 1. Los coeficientes de corrección tienen un límite superior preestablecido en 1 y un límite inferior preestablecido a un valor especificado. Los coeficientes de corrección se ajustan dentro del intervalo de estos límites superior e inferior.

5 Los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase  $V_r^*$ ,  $V_s^*$  y  $V_t^*$  determinadas por la unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica 24 se corrigen ajustando los coeficientes de corrección  $\alpha_r$ ,  $\alpha_s$ , y  $\alpha_t$  de acuerdo con la relación de tamaño entre los valores de corriente de las fases respectivas.

10 En lo sucesivo en el presente documento, el procesamiento ejecutado por la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 se describe haciendo referencia a la figura 18. Por ejemplo, la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 ejecuta repetidamente el siguiente procesamiento en un período especificado.

15 En primer lugar, la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 adquiere los valores de detección de corriente de la fase R y de la fase T  $I_r$  e  $I_t$  medidos por los sensores de corriente 16a y 16b (etapa SA1), y calcula un valor de corriente estimado  $I_s$  de la fase S a través de un cálculo aritmético usando los valores de detección de corriente  $I_r$  e  $I_t$  de estas dos fases (etapa SA2). A continuación, entre los valores de corriente de las tres fases, se identifican un valor de corriente máximo y un valor de corriente mínimo, y se calcula una diferencia entre el valor de corriente máximo y el valor de corriente mínimo (etapa SA3). A continuación, se determina si la diferencia es o no igual o mayor que un valor umbral especificado preestablecido (etapa SA4). Si la diferencia es menor que el valor umbral, se determina que el suministro de alimentación 2 no está en el estado de desequilibrio de tensión, y este procesamiento se termina ("NO" en la etapa SA4).

25 Por el contrario, si la diferencia es igual o mayor que el valor umbral ("SI" en la etapa SA4), entonces se determina si el coeficiente de corrección  $\alpha_a$  que corresponde a la fase de corriente máxima (la fase que indica el valor de corriente máximo) es o no 1, es decir, si el coeficiente de corrección  $\alpha$  se establece o no en el valor máximo (etapa SA5). Por ejemplo, cuando la fase de corriente máxima es la fase S, se determina si el coeficiente de corrección  $\alpha_s$  que corresponde a la fase S es o no 1.

30 Si el coeficiente de corrección  $\alpha$  que corresponde a la fase de corriente máxima no es 1 ("NO" en la etapa SA5) como un resultado de la determinación, entonces el coeficiente de corrección  $\alpha$  correspondiente a la fase de corriente máxima se incrementa en una cantidad especificada (etapa SA6), y este procesamiento se termina. Si el coeficiente de corrección correspondiente a la fase de corriente máxima es 1 (límite superior) ("SI" en la etapa SA5), el coeficiente de corrección correspondiente a la fase de corriente mínima se reduce en una cantidad especificada (etapa SA7), y este procesamiento se termina.

40 Cuando el procesamiento de las etapas SA1 a SA6 como se ha indicado anteriormente se ejecuta repetidamente por la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26, la diferencia entre los valores de corriente de las tres fases, si se genera debido al estado de desequilibrio de tensión, puede suprimirse.

Por ejemplo, el control de tensión siguiente se realiza mediante la ejecución repetida del procesamiento anterior.

45 Se supone el caso donde se cambia la tensión del suministro de alimentación de CA trifásica desde un estado de equilibrio a un estado de desequilibrio, y una relación de tamaño expresado por  $I_r > I_s > I_t$  se produce entre los valores de corriente de las fases respectivas a condición de que los coeficientes de corrección  $\alpha$  de las fases respectivas se establezcan, por ejemplo, a un valor inicial de 1. En este caso, en primer lugar, un coeficiente de fase T  $\alpha_t$  se disminuye gradualmente (disminuido gradualmente en unidades de 0,01). Como el coeficiente  $\alpha_t$  disminuye, la tensión de elevación de fase T aumenta gradualmente. Si la tensión de elevación de fase T coincide con las tensiones de elevación de la fase R y de la fase S cuando, por ejemplo,  $\alpha_t$  es igual a 0,904, el valor de orden de tensión  $V_t^{**}$  corregido  $\alpha_t = 0,904$  se emite continuamente a la fase T posteriormente.

50 Bajo esta condición, si el estado de desequilibrio de tensión se devuelve al estado de equilibrio de tensión, la tensión de suministro de alimentación de la fase T aumenta. Sin embargo, ya que la tensión de la fase T se eleva basándose en el valor de orden de tensión  $V_t^{**}$  corregido con el coeficiente de corrección  $\alpha_t = 0,904$ , la corriente de la fase T se hace más grande que las otras corrientes de la fase S y de la fase R en este momento. Una vez que se produce este giro de los acontecimientos, se determina si el coeficiente de corrección  $\alpha_t$  de la fase T, que es la fase de corriente máxima, es o no 1. Ya que  $\alpha_t$  no es igual a 1, como un resultado, el coeficiente de corrección  $\alpha_t$  se aumenta gradualmente desde  $\alpha_t = 0,904$ , y la tensión de elevación de fase T disminuye gradualmente. Por consiguiente, la corriente de fase T disminuye, y cuando la corriente de fase T alcanza sustancialmente el mismo valor que las corrientes de la fase S y de la fase R o cuando  $\alpha_t$  se convierte en igual a 1, se termina el ajuste del coeficiente de corrección  $\alpha_t$ .

60 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con el dispositivo de control de convertidor 4', el método y el programa de acuerdo con la presente realización, cuando se produce el estado de desequilibrio de tensión, los coeficientes de corrección  $\alpha_r$ ,  $\alpha_s$ , y  $\alpha_t$  de las fases respectivas se aumentan o se disminuyen gradualmente de

acuerdo con la relación de tamaño de las corrientes de fase con el fin de controlar las tensiones de elevación de las fases respectivas. Como resultado, se hace posible hacer que coincidan sustancialmente los valores de corriente de las fases respectivas.

La figura 19 ilustra las formas de onda de corriente de las fases respectivas cuando se produce un desequilibrio de tensión. La figura 20 ilustra las formas de onda de corriente de las fases respectivas después de que se realice un procesamiento de corrección de desequilibrio en el estado de desequilibrio de tensión ilustrado en la figura 19. Como se ilustra en la figura 20, incluso en el caso del estado de desequilibrio de tensión, la ejecución de la corrección de desequilibrio como se describe anteriormente puede hacer que coincidan sustancialmente las corrientes de las fases respectivas.

Cuando se determinan las tensiones para estar en el estado de desequilibrio de tensión en el dispositivo de control de convertidor 4' de acuerdo con la segunda realización desvelada anteriormente, la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 puede determinar si un promedio de las corrientes de las fases respectivas es o no igual o mayor que un valor predeterminado especificado. Si el promedio es igual o mayor que el valor especificado, puede realizarse la corrección desvelada anteriormente de las órdenes de tensión de fase. Cuando las órdenes de tensión de fase se corrigen de esta manera en una región de carga, donde el promedio de las corrientes de fase respectivas es igual o mayor que un valor especificado, se hace posible realizar el control de elevación de tensión estable.

### Tercera realización

A continuación, se describe un dispositivo de control de convertidor 4a de acuerdo con una tercera realización de la presente invención haciendo referencia a la figura 21. Como se ilustra en la figura 21, un dispositivo de control de convertidor 4a de acuerdo con la presente realización está configurado para proporcionar adicionalmente el dispositivo de control de convertidor 4' de acuerdo con la segunda realización desvelada anteriormente con una unidad de notificación de fallo de alimentación 27.

Cuando los valores pico de los valores de orden de tensión corregidos  $V_r^{**}$ ,  $V_s^{**}$  y  $V_t^{**}$  emitidos desde la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 se convierten en iguales o inferiores que un valor umbral de notificación de error especificado preestablecido, y este estado se mantiene durante un período preestablecido, la unidad de notificación de fallo de alimentación 27 determina la aparición del fallo de corriente, y realiza la notificación del error.

La notificación del error se realiza mostrando un error en una unidad de visualización no ilustrada, o emitiendo un sonido. Además de la notificación del error, puede realizarse el apagado del convertidor 3, y puede realizarse además el apagado del controlador de motor 1.

Proporcionar una unidad de notificación de fallo de alimentación 27 de este tipo, permite que el controlador de motor 1 estime el estado de desequilibrio de tensión que no se asume en el lado del sistema de suministro de alimentación.

De acuerdo con un dispositivo de control de convertidor 4a de este tipo, puede realizarse también, por ejemplo, un acondicionador de aire 1' como se ilustra en la figura 22. El acondicionador de aire 1' tiene una unidad interior 7 (por ejemplo, un dispositivo de control, un motor de ventilador, y similares de una unidad interior, en particular) conectada a una línea de alimentación de una fase cualquiera (por ejemplo, la fase R) fuera de las líneas de alimentación trifásica conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica 2, y una unidad exterior 8 (por ejemplo, un dispositivo de control, un motor de ventilador, y similares de una unidad exterior, en particular) conectada a una línea de alimentación de una fase (por ejemplo, la fase S), fuera de las líneas de alimentación trifásica conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica 2, distinta de la fase conectada a la unidad interior 7.

Cuando los valores pico de los valores de orden de tensión corregidos  $V_r^{**}$ ,  $V_s^{**}$  y  $V_t^{**}$  emitidos desde la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 se convierten en iguales o inferiores que el valor umbral de notificación de error especificado preestablecido, y este estado se mantiene durante un período preestablecido, la unidad de notificación de fallo de alimentación 27 del dispositivo de control de convertidor 4a determina la aparición de un fallo de alimentación y realiza la notificación de error indicada anteriormente. Además, la unidad de notificación de fallo de alimentación 27 identifica una fase correspondiente al valor de orden de tensión que satisface las condiciones anteriores, y notifica el error a la unidad interior conectada 7 o a la unidad exterior 8 conectada a la fase mencionada anteriormente.

Como resultado, también se hace posible notificar el estado de desequilibrio de tensión y similares, a la unidad interior 7 y a la unidad exterior 8 que reciben la alimentación del suministro de alimentación de CA trifásica 2. En este caso, es deseable establecer un valor umbral de notificación de error basándose en los valores de diseño de tensión admisibles en la unidad interior 7 y en la unidad exterior 8. Por ejemplo, cuando el valor de tensión de la tensión de alimentación se convierte por debajo del valor de tensión admisible en la unidad interior 7 y/o en la unidad exterior 8, puede realizarse la notificación de error. Detectar el estado de desequilibrio de tensión y realizar la

notificación de error de esta manera, permite que la unidad interior 7 y la unidad exterior averigüen que el error se produce debido al desequilibrio de tensión o debido a otras causas.

5 La unidad de notificación de fallo de alimentación 27 puede almacenar un valor umbral de nivel de protección establecido más pequeño que el valor umbral de notificación de error. Cuando los valores pico de los valores de orden de tensión corregidos  $V_r^{**}$ ,  $V_s^{**}$  y  $V_t^{**}$  emitidos desde la unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio 26 se hacen iguales o inferiores que el valor umbral de nivel de protección, y este estado se mantiene durante un período preestablecido, la unidad de notificación de fallo de alimentación 27 puede emitir una señal de apagado a la unidad interior 7 o a la unidad exterior 8 conectadas a la fase correspondiente. Por lo tanto, la emisión  
10 de una señal de apagado permite proteger a la unidad interior 7 y a la unidad exterior 8.

#### Lista de signos de referencia

	1	Controlador de motor
15	1'	Acondicionador de aire
	2	Suministro de alimentación de CA trifásica
	3	Convertidor
	4, 4', 4a	Dispositivo de control de convertidor
	5	Inversor
20	6	Dispositivo de control de inversor
	7	Unidad interior
	8	Unidad exterior
	10	Circuito de puente
	11a, 11b, 11c	Unidad de conmutador
25	12a, 12b, 12c	Elemento de conmutación de brazo superior
	13a, 13b, 13c	Elemento de conmutación de brazo inferior
	14	Reactor
	15	Condensador de amortiguamiento
	16a, 16b	Sensor de corriente
30	17	Unidad de detección de cruce por cero
	20	Motor compresor
	21	Unidad de cálculo de corriente reactiva
	22	Unidad de cálculo de cantidad de corrección
	23	Unidad de corrección de fase
35	24	Unidad de determinación de órdenes de tensión trifásica
	25	Unidad de generación de señales de PWM
	26	Unidad de procesamiento de corrección de desequilibrio
	27	Unidad de notificación de fallo de alimentación
	30	Circuito de reducción
40	31	Máquina auxiliar

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de control de convertidor (4; 4'; 4a) usado para un convertidor (3), incluyendo el convertidor un circuito de puente (10) para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica (2) en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente (10) un par de unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior (12a, 12b, 12c) y un elemento de conmutación de brazo inferior (13a, 13b, 13c), teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, estando el dispositivo de control de convertidor (4; 4'; 4a) **caracterizado por que** comprende:
  - un medio de cálculo de corriente reactiva (21) configurado para calcular una corriente reactiva usando los valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera;
  - un medio de cálculo de cantidad de corrección (22) configurado para calcular una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva;
  - un medio de corrección de fase (23) configurado para corregir la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase calculada por el medio de cálculo de cantidad de corrección (22);
  - un medio de determinación de órdenes de tensión trifásica (24) configurado para determinar las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y
  - un medio de generación de señales de excitación (25) configurado para generar señales de excitación para las unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.
2. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fase de tensión de la fase usada en el medio de cálculo de corriente reactiva se detecta por un medio de detección de cruce por cero (17).
3. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fase de tensión de la fase usada en el medio de cálculo de corriente reactiva (21) es un valor anterior de la fase de tensión corregida de la fase calculada por el medio de corrección de fase (23).
4. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fase de tensión de la fase usada en el medio de cálculo de corriente reactiva (21) se calcula a través de un cálculo aritmético usando una fórmula de fase que incluye la frecuencia y el tiempo (T) de suministro de alimentación (F) como un parámetro.
5. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un medio de detección de cruce por cero (17) conectado a la una fase y a un punto neutro del suministro de alimentación de CA trifásica (2), detectando el medio de detección de cruce por cero la fase de tensión de la fase.
6. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cuando el suministro de alimentación de CA trifásica no tiene un punto neutro, se usa un punto pseudo neutro (N') formado conectando las fases respectivas a través de las resistencias en lugar del punto neutro del suministro de alimentación de CA trifásica (2).
7. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que en el caso donde se proporciona un retardo de tiempo especificado (Td) para temporizar el encendido y apagado de conmutación del elemento de conmutación de brazo superior (12a) y del elemento de conmutación de brazo inferior (13a) en una fase idéntica para evitar que los elementos de conmutación (12a, 13a) se activen de manera simultánea, el medio de generación de señales de excitación genera señales de PWM en el que la temporización de apagado del elemento de conmutación de brazo inferior (13a) correspondiente a la fase se retarda un tiempo de corrección especificado (Tc) desde el momento en que la orden de tensión de fase correspondiente a la fase y la onda triangular se intersecan si la corriente de la fase es positiva y la temporización de apagado del elemento de conmutación de brazo superior (12a) correspondiente a la fase se retarda el tiempo de corrección especificado (Tc) desde el momento en que la orden de tensión de fase correspondiente a la fase y la onda triangular se intersecan si la corriente de la fase es negativa.
8. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además
  - un medio de procesamiento de corrección de desequilibrio (26) configurado para determinar que el suministro de alimentación de CA trifásica (2) está en un estado de desequilibrio de tensión cuando una diferencia entre los valores de corriente de cualquiera de las dos fases fuera de los valores de corriente de las fases respectivas alcanza un valor umbral especificado preestablecido o más, para corregir los valores de amplitud de las órdenes de tensión de fase determinadas por el medio de determinación de órdenes de tensión trifásica (24) con el uso de una relación de tamaño de los valores de corriente de las fases respectivas, y para emitir las órdenes de tensión de fase corregida al medio de generación de señales de excitación (25).

9. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que cuando el suministro de alimentación de CA trifásica (2) se determina que esté en el estado de desequilibrio de tensión, el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio (26) se configura para aumentar gradualmente un valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a una fase que indica un valor de corriente máximo o para disminuir gradualmente el valor de amplitud de la orden de tensión de fase correspondiente a una fase que indica un valor de corriente mínimo hasta que las corrientes de fase respectivas coinciden.

10. El dispositivo de control de convertidor de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que el valor de amplitud de la orden de tensión de fase se corrige mediante el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio (26) cuando el promedio de las corrientes de fase respectivas es un valor especificado preestablecido o más.

11. Un controlador de carga (1), que comprende:

un convertidor (3) que incluye un circuito de puente (10) para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente (10) un par de unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior (12a, 12b, 12c) y un elemento de conmutación de brazo inferior, teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior (13a, 13b, 13c) un punto de unión conectado a cada fase correspondiente;  
un dispositivo de control de convertidor (4; 4'; 4a) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10;  
un inversor (5) configurado para convertir la salida de tensión de CC del convertidor (3) en una tensión de CA trifásica y para suministrar la tensión de CA trifásica a una carga; y  
un medio de control de inversor (6) configurado para controlar el inversor.

12. Un acondicionador de aire (1') que comprende un controlador de carga (1) de acuerdo con la reivindicación 11.

13. El acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además un medio reductor (30) configurado para ramificar la entrada de alimentación de CC desde el convertidor (3) al inversor (5) para reducir la tensión de la alimentación de CC, en el que la alimentación de salida del medio reductor (30) se suministra a una máquina auxiliar de acondicionador de aire (31).

14. Un acondicionador de aire (1'), que comprende:

un convertidor (3) que incluye un circuito de puente (10) para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica (2) en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente (10) un par de unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica (2), incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior (12a, 12b, 12c) y un elemento de conmutación de brazo inferior (13a, 13b, 13c), teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente;  
un dispositivo de control de convertidor (4; 4'; 4a) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10;  
un inversor (5) configurado para convertir la salida de tensión de CC del convertidor (3) en una tensión de CA trifásica y para suministrar la tensión de CA trifásica a un motor compresor (20);  
un medio de control de inversor (6) configurado para controlar el inversor;  
una unidad interior (7) conectada a una línea de alimentación de una fase cualquiera fuera de las líneas de alimentación trifásica conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica (2);  
una unidad exterior (8) conectada a una línea de alimentación de una fase, fuera de las líneas de alimentación de las tres fases conectadas al suministro de alimentación de CA trifásica, distinta de la fase conectada a la unidad interior (7), en el que  
el medio de control de convertidor (4; 4'; 4a) incluye un medio de notificación de fallo de alimentación (27) configurado para realizar la notificación de error notificando el fallo de corriente cuando las órdenes de tensión de fase corregida emitidas desde el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio incluyen una orden de tensión de fase cuyo valor pico es igual o menor que un valor umbral de notificación de error especificado preestablecido, notificándose el fallo de alimentación a la unidad interior (7) o a la unidad exterior (8) conectadas a la fase correspondiente.

15. El acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 14, en el que cuando las órdenes de tensión de fase corregida emitidas desde el medio de procesamiento de corrección de desequilibrio (26) incluyen una orden de tensión de fase cuyo valor pico es igual o menor que un valor umbral de nivel de protección establecido menor que el valor umbral de notificación de error, el medio de notificación de fallo de alimentación se configura para emitir una señal que de órdenes de apagar la unidad interior (7) o la unidad exterior (8) conectadas a una fase correspondiente.



16. Un método de control de convertidor usado para un convertidor (3), incluyendo el convertidor (3) un circuito de puente (10) para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica (2) en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente (10) un par de unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior (12a, 12b, 12c) y un elemento de conmutación de brazo inferior (13a, 13b, 13c), teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, comprendiendo el método:
- 10 una etapa de cálculo de corriente reactiva para calcular una corriente reactiva usando los valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera;
  - una etapa de cálculo de cantidad de corrección para calcular una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva;
  - 15 una etapa de corrección de fase para corregir la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase;
  - una etapa de determinación de órdenes de tensión trifásica para determinar las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y
  - una etapa de generación de señales de excitación para generar señales de excitación para las unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.
17. Un programa de control de convertidor usado para un convertidor (3), incluyendo el convertidor (3) un circuito de puente (10) para convertir la salida de tensión de CA trifásica de un suministro de alimentación de CA trifásica (2) en una tensión de CC y emitir la tensión de CC, teniendo el circuito de puente (10) un par de unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) proporcionadas para cada fase del suministro de alimentación de CA trifásica, incluyendo el par de unidades de conmutación un elemento de conmutación de brazo superior (12a, 12b, 12c) y un elemento de conmutación de brazo inferior (13a, 13b, 13c), teniendo el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior un punto de unión conectado a cada fase correspondiente, haciendo el programa de control de convertidor que el dispositivo de control de convertidor de la reivindicación 1 ejecute:
- 30 un proceso de cálculo de corriente reactiva para calcular una corriente reactiva usando los valores de detección de corriente de dos fases cualquiera y una fase de tensión de una fase cualquiera;
  - un proceso de cálculo de cantidad de corrección para calcular una diferencia de fase entre la fase de tensión de la fase y una fase de tensión de la fase para poner a cero la corriente reactiva;
  - un proceso de corrección de fase para corregir la fase de tensión de la fase usando la diferencia de fase;
  - 35 un proceso de determinación de órdenes de tensión trifásica para determinar las órdenes de tensión de fase correspondientes a las fases respectivas basándose en un valor de orden de tensión predeterminado y una fase de tensión corregida de la fase; y
  - un proceso de generación de señales de excitación para generar señales de excitación para las unidades de conmutación (11a, 11b, 11c) correspondientes a las fases respectivas usando las órdenes de tensión de fase.

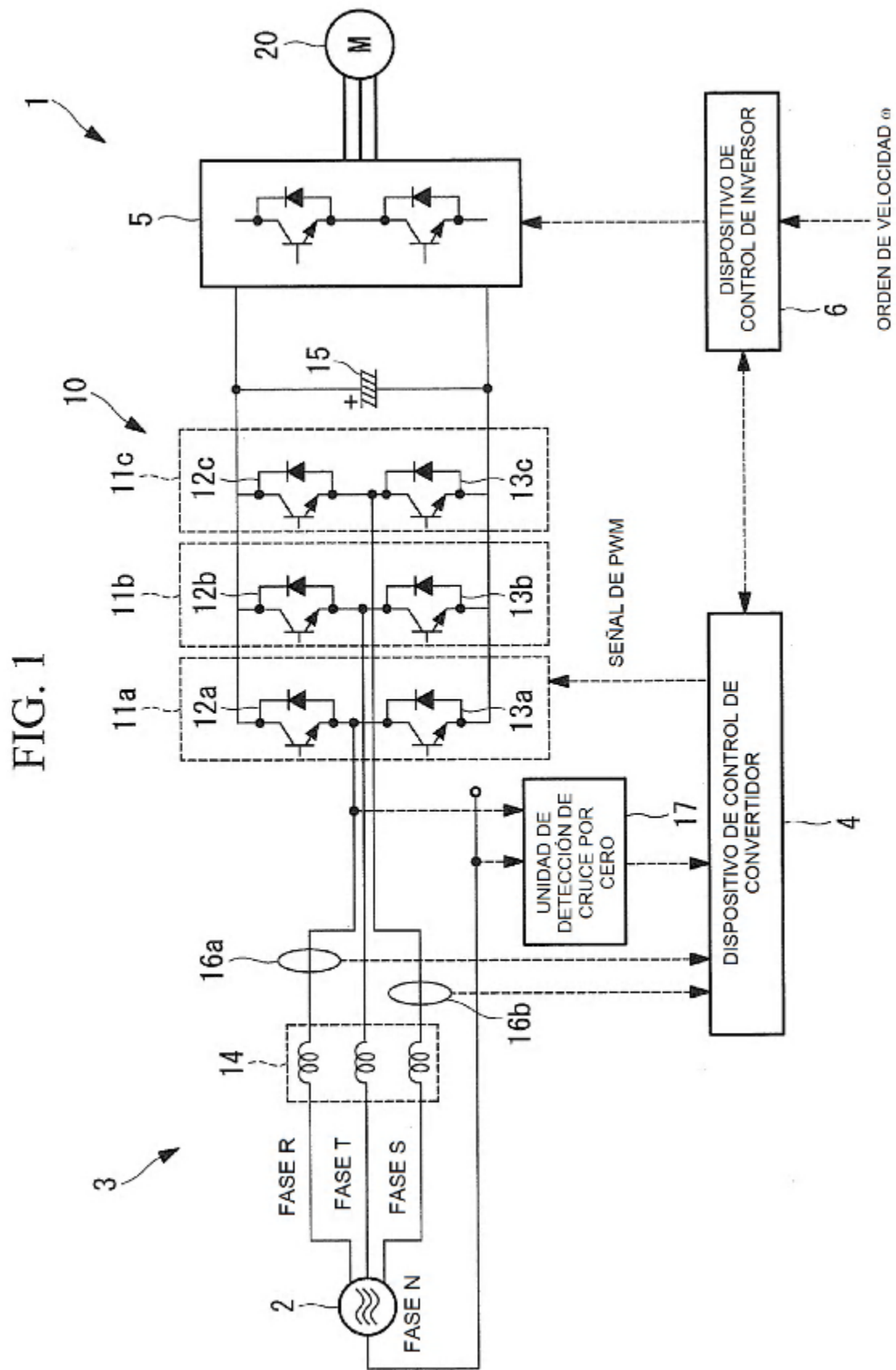


FIG. 2

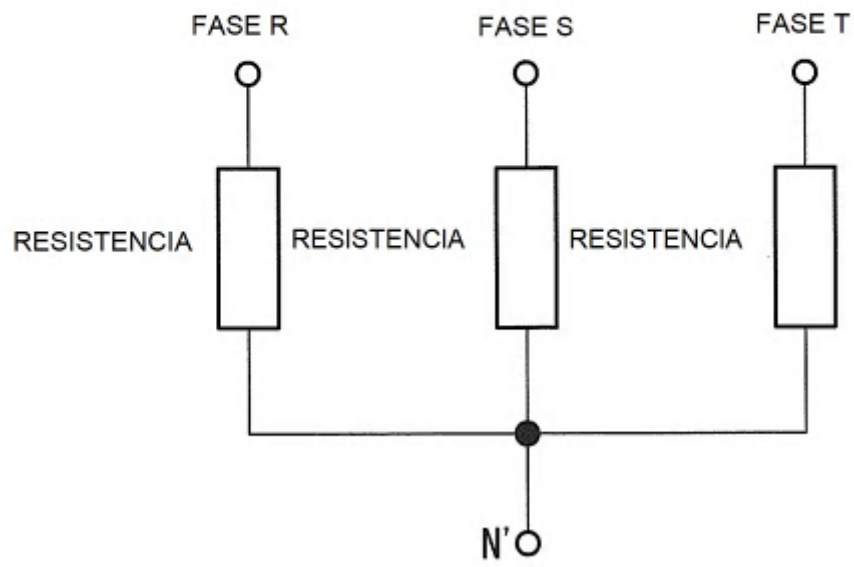


FIG. 3

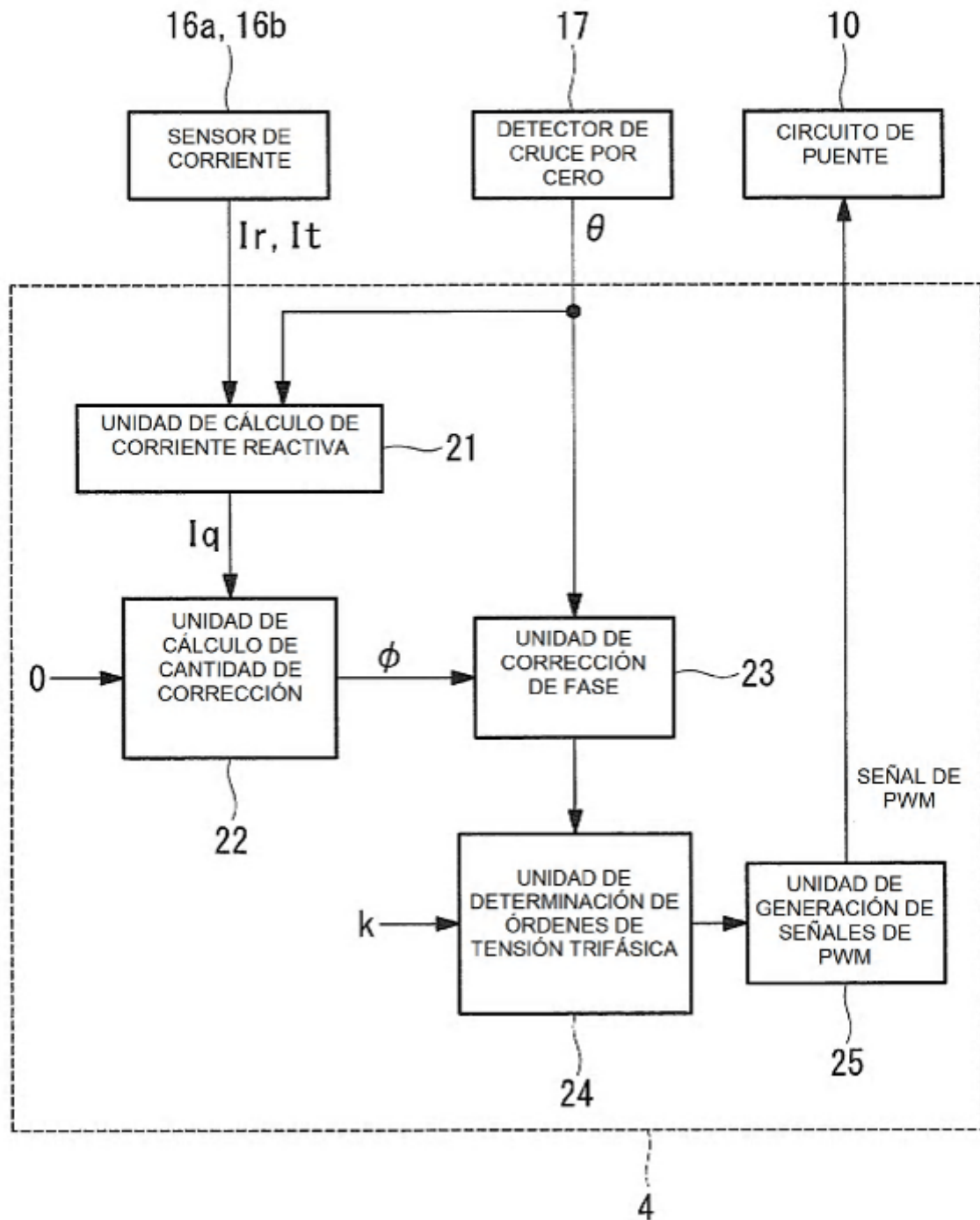


FIG. 4

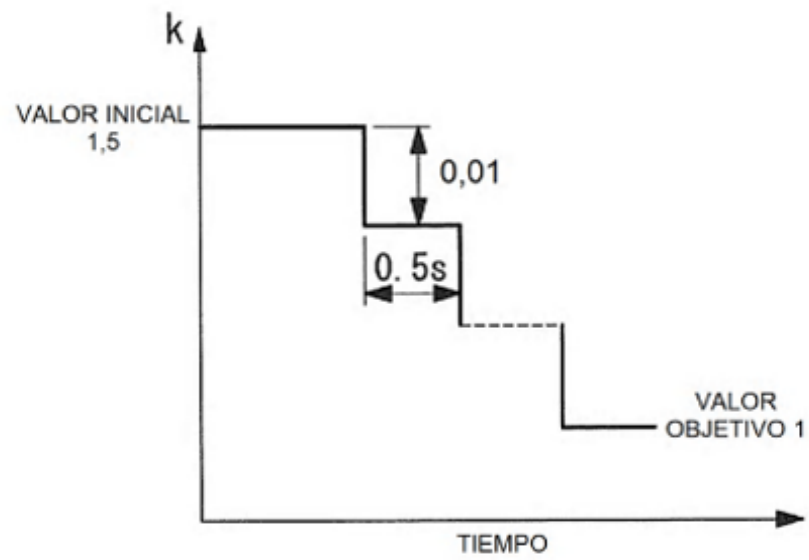


FIG. 5

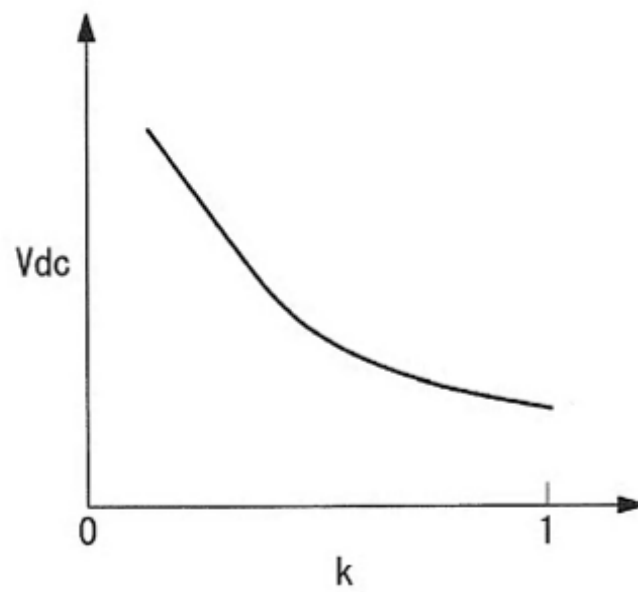


FIG. 6

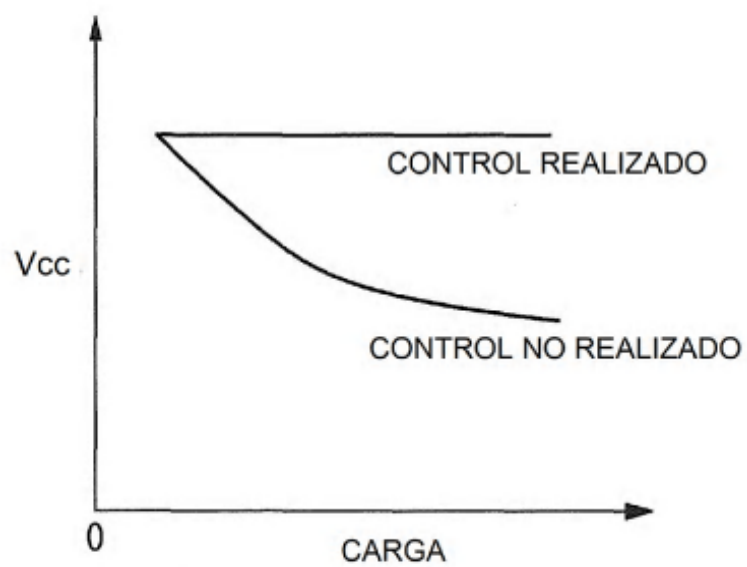


FIG. 7

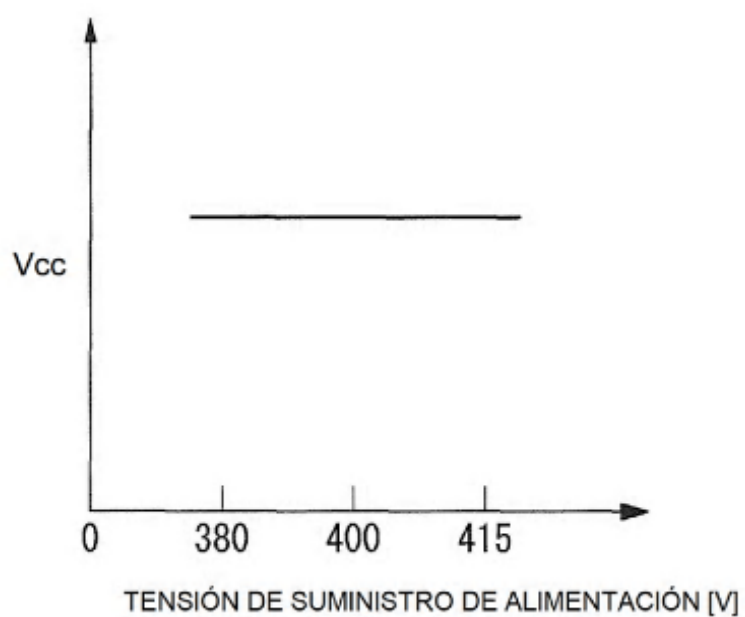


FIG. 8

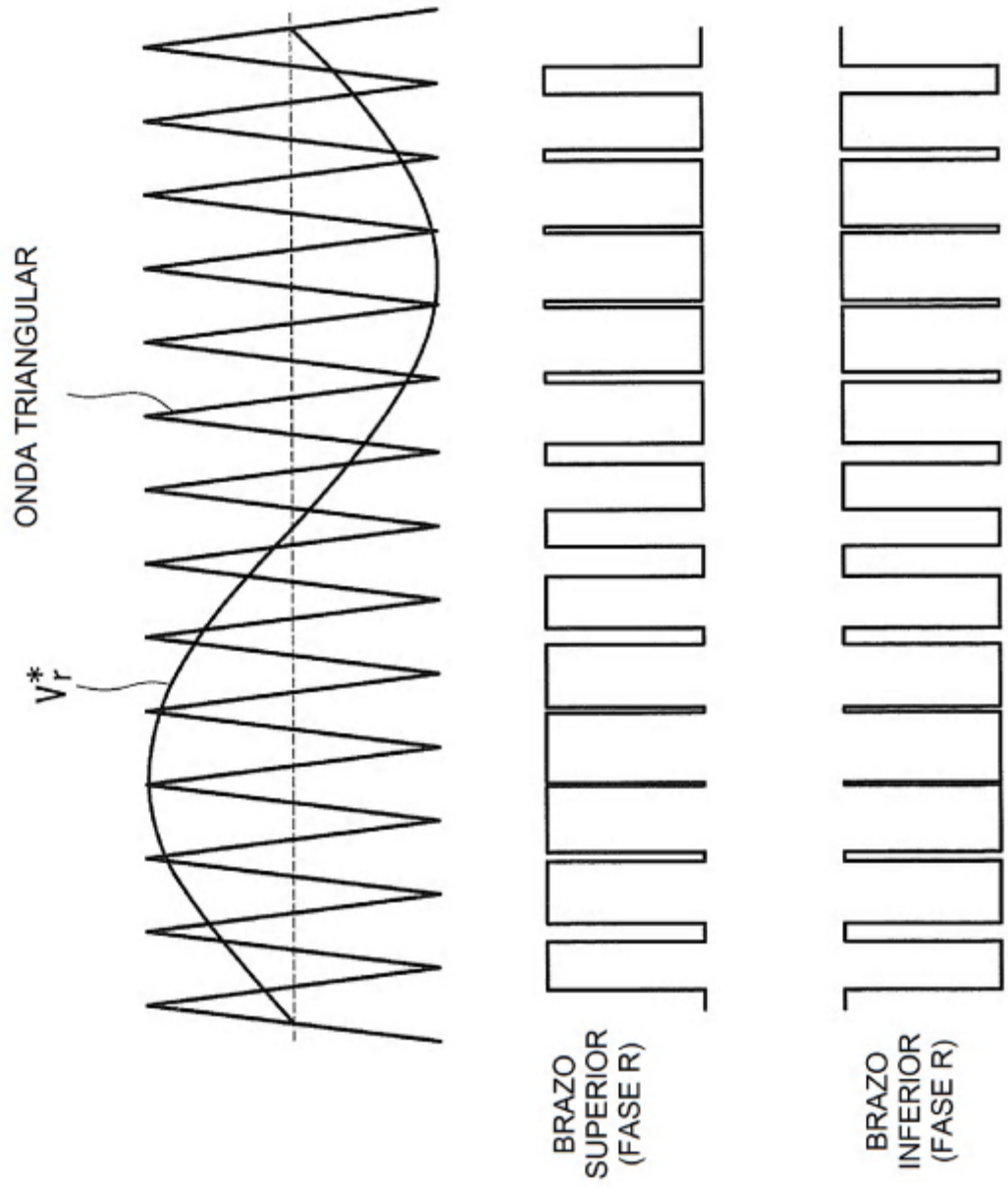


FIG. 9

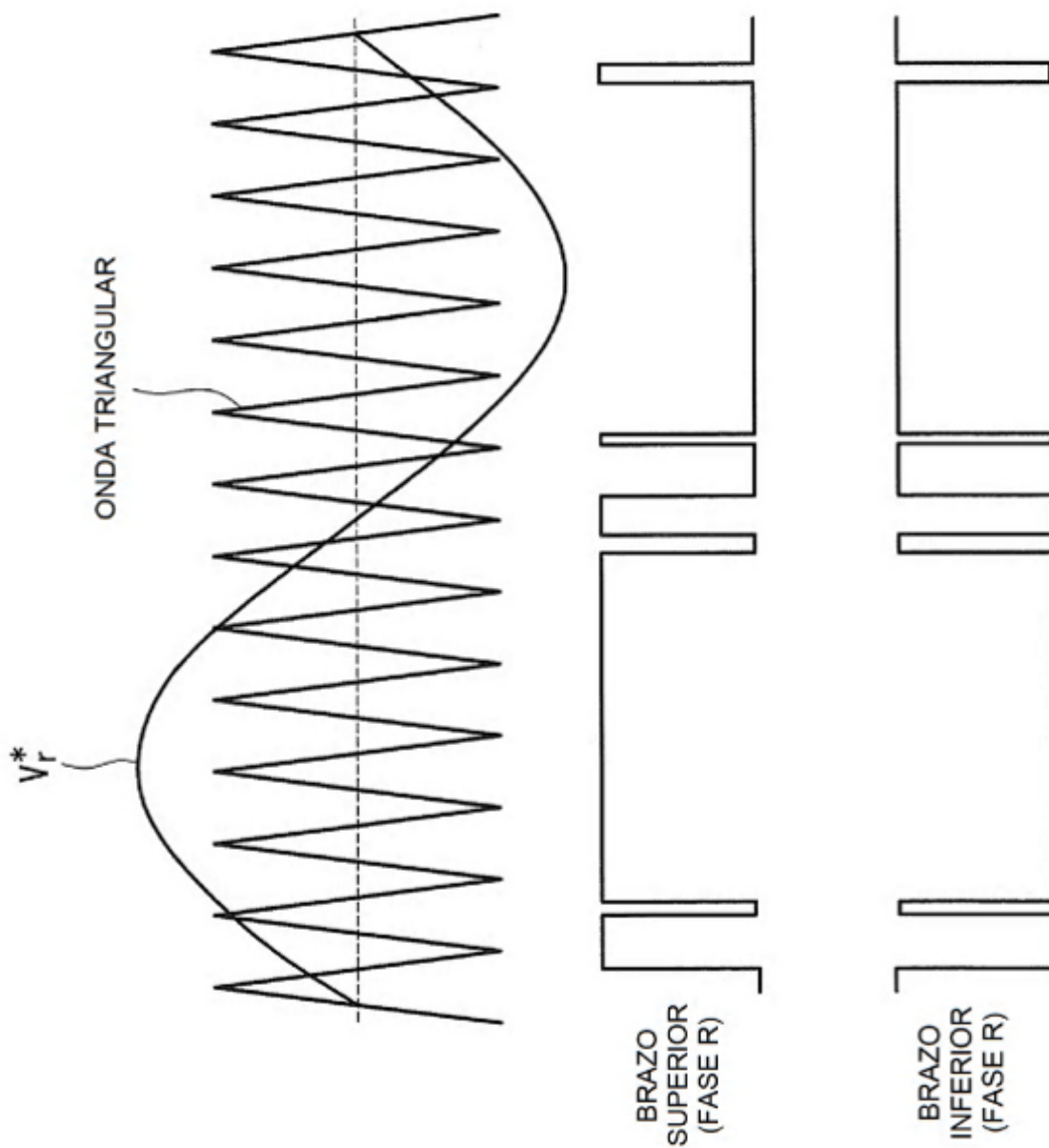




FIG. 10

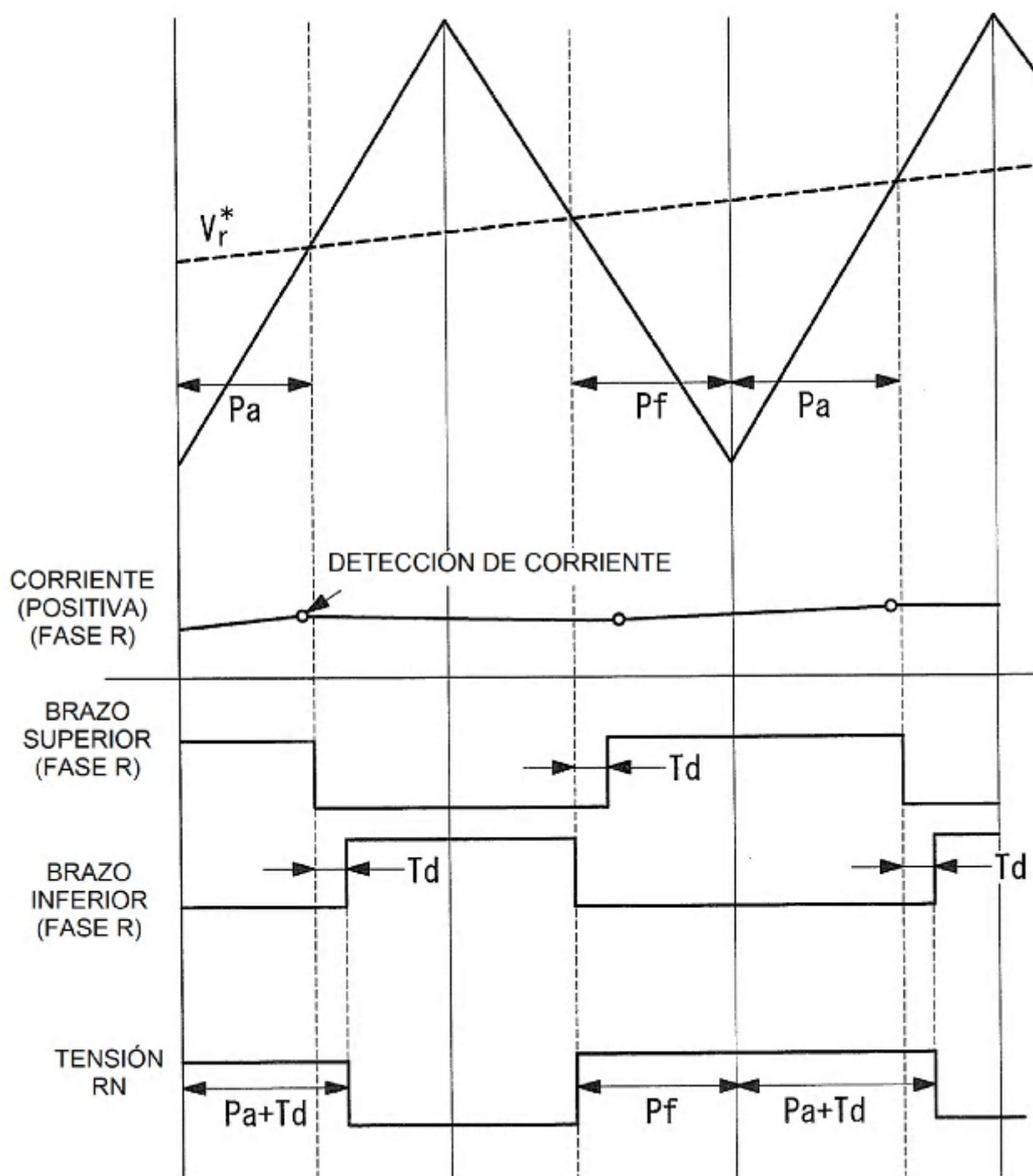


FIG. 11

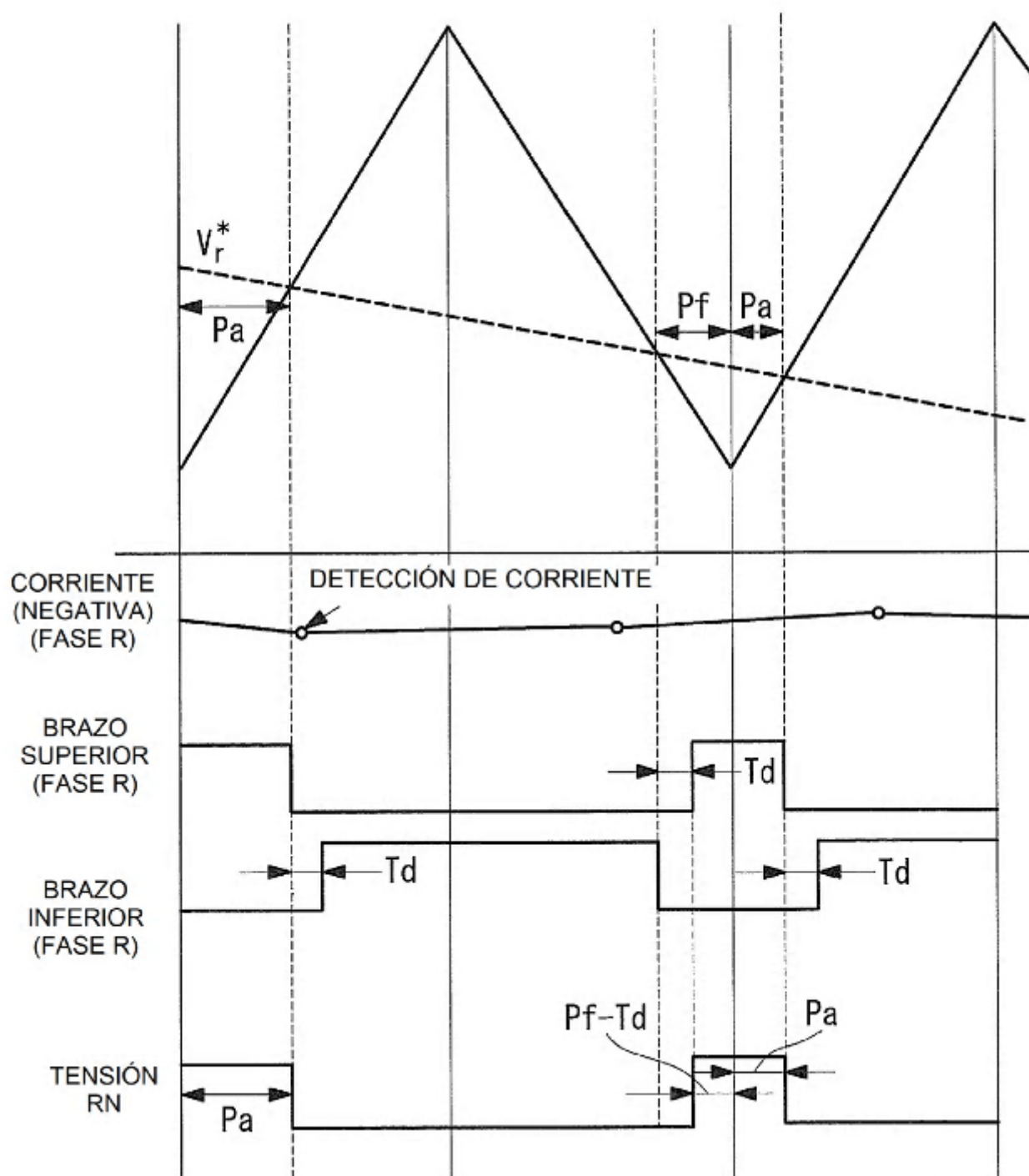


FIG. 12

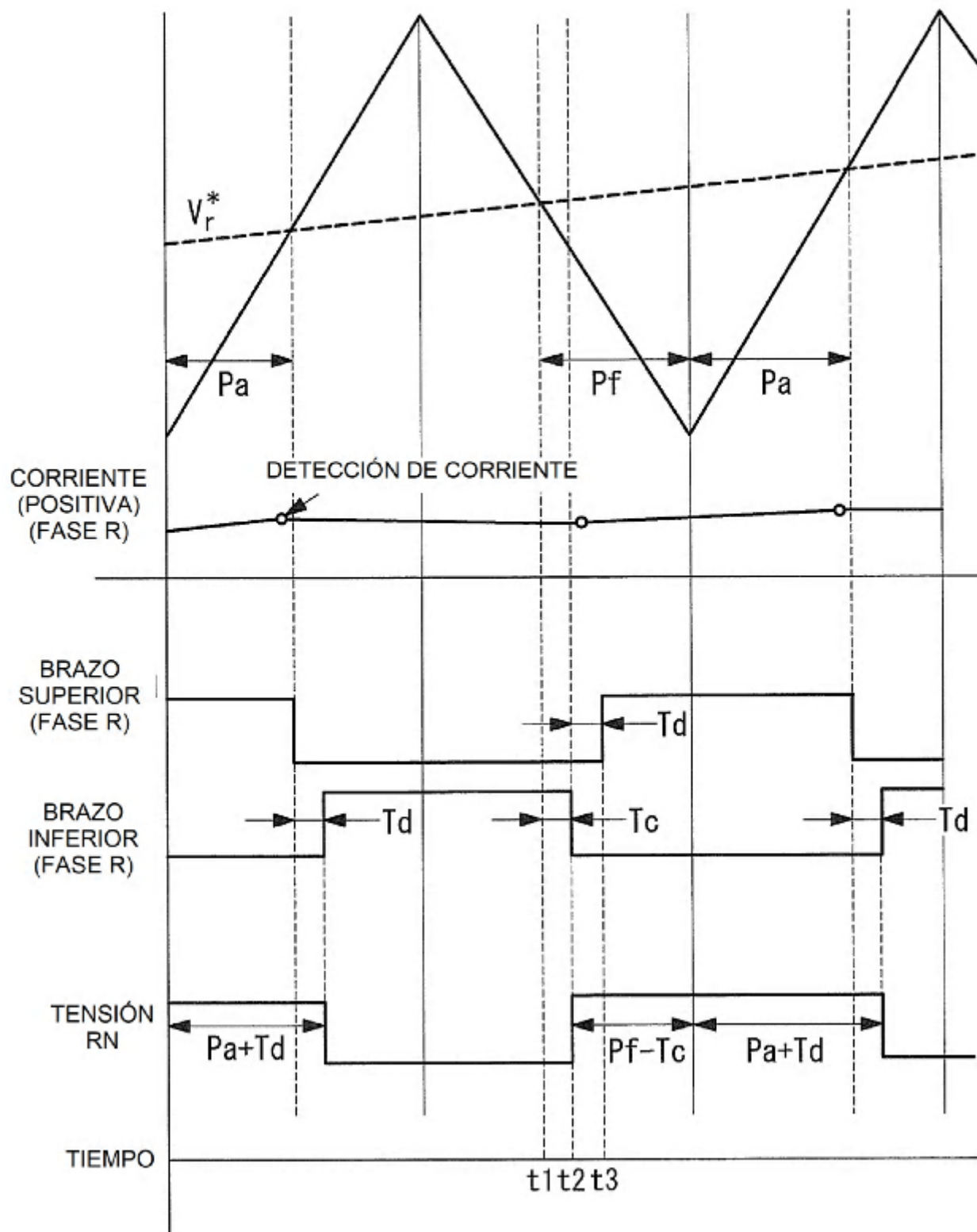
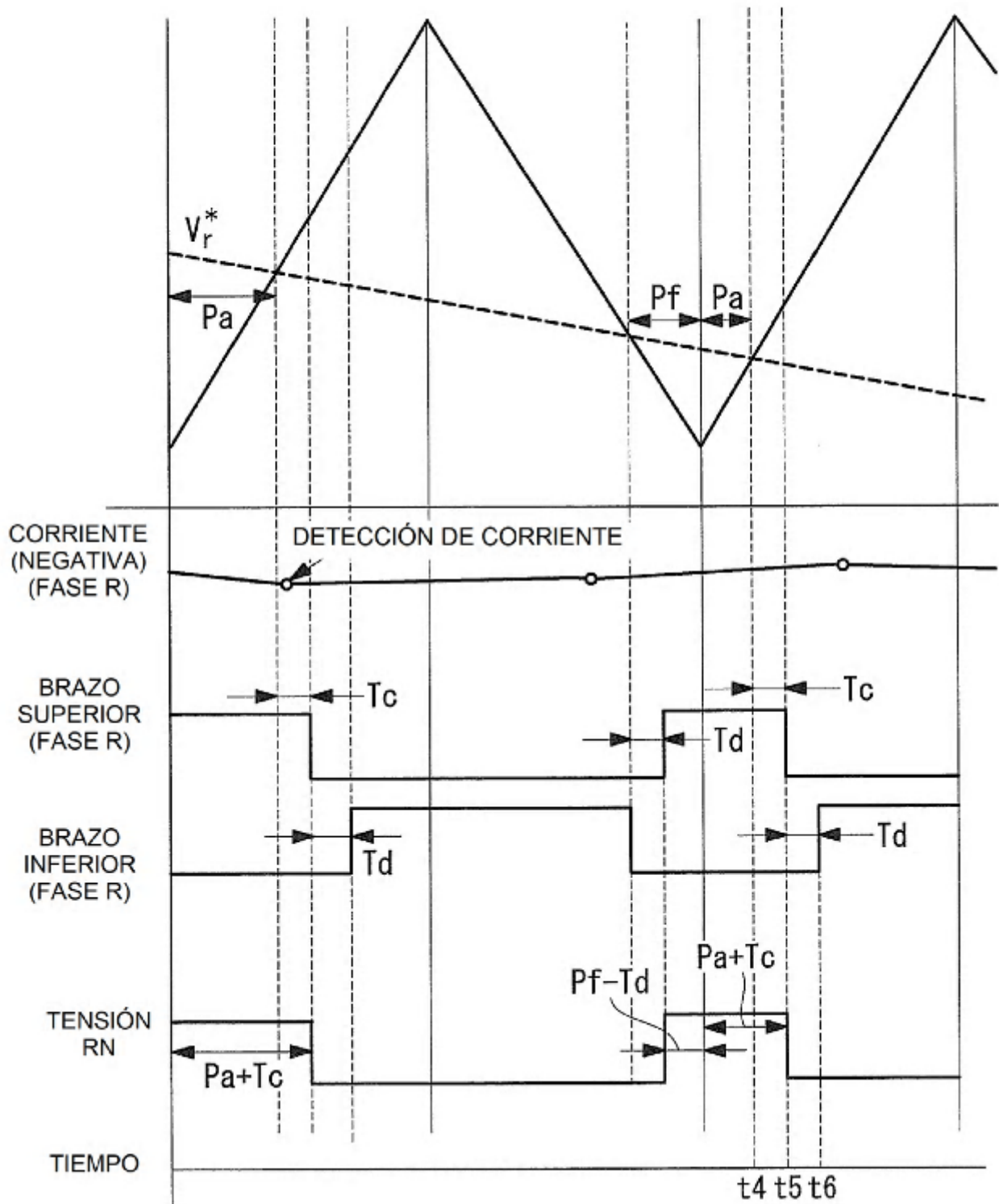


FIG. 13



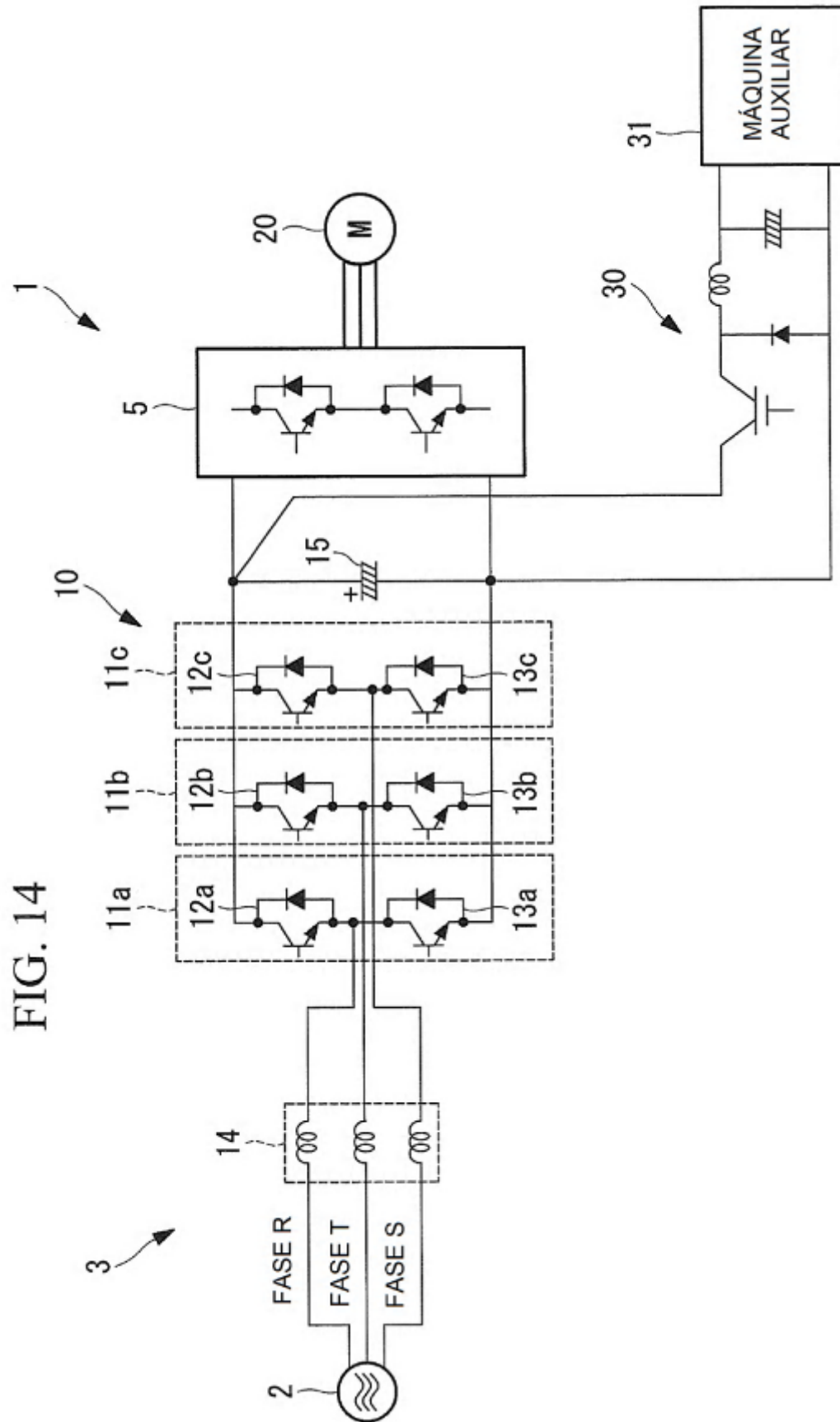


FIG. 15

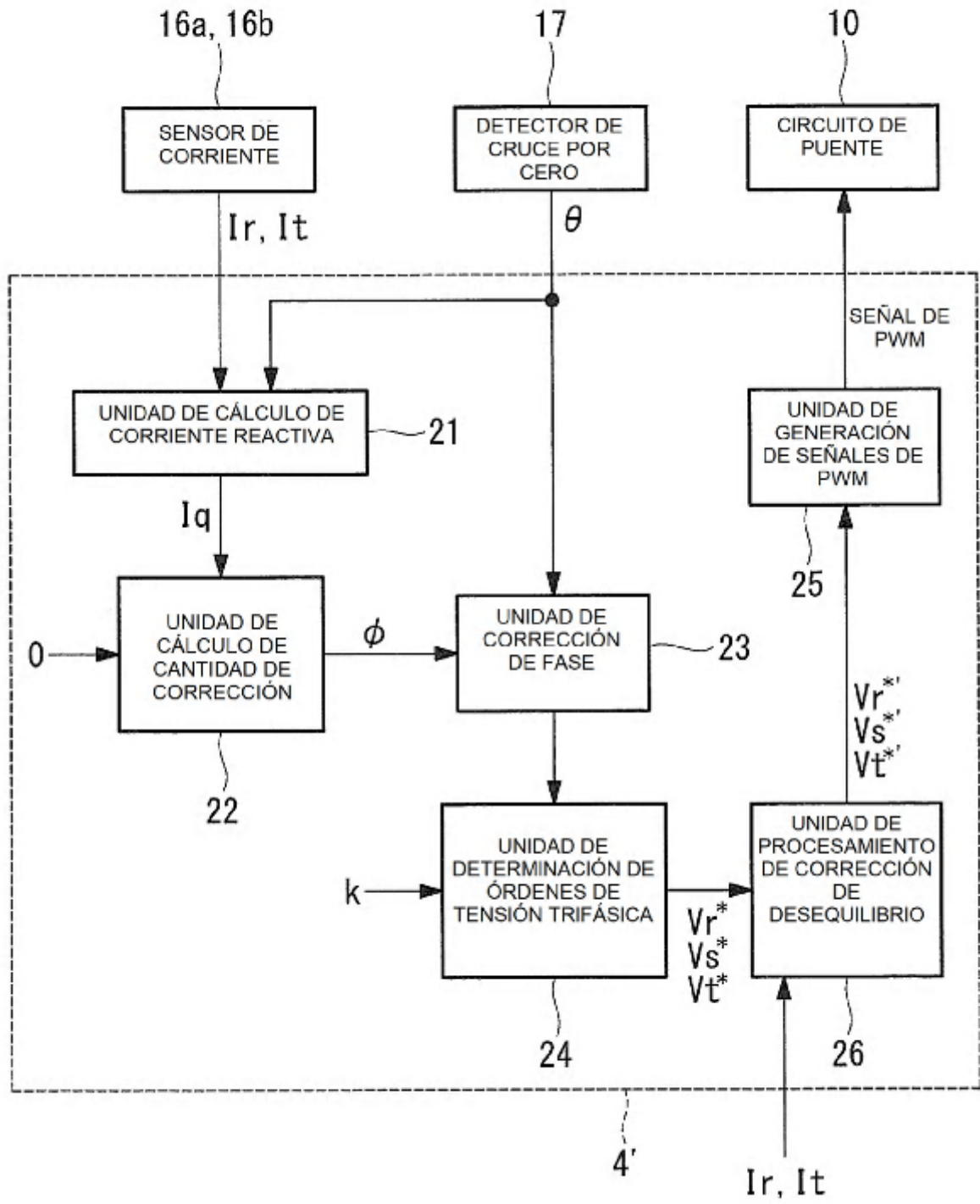


FIG. 16

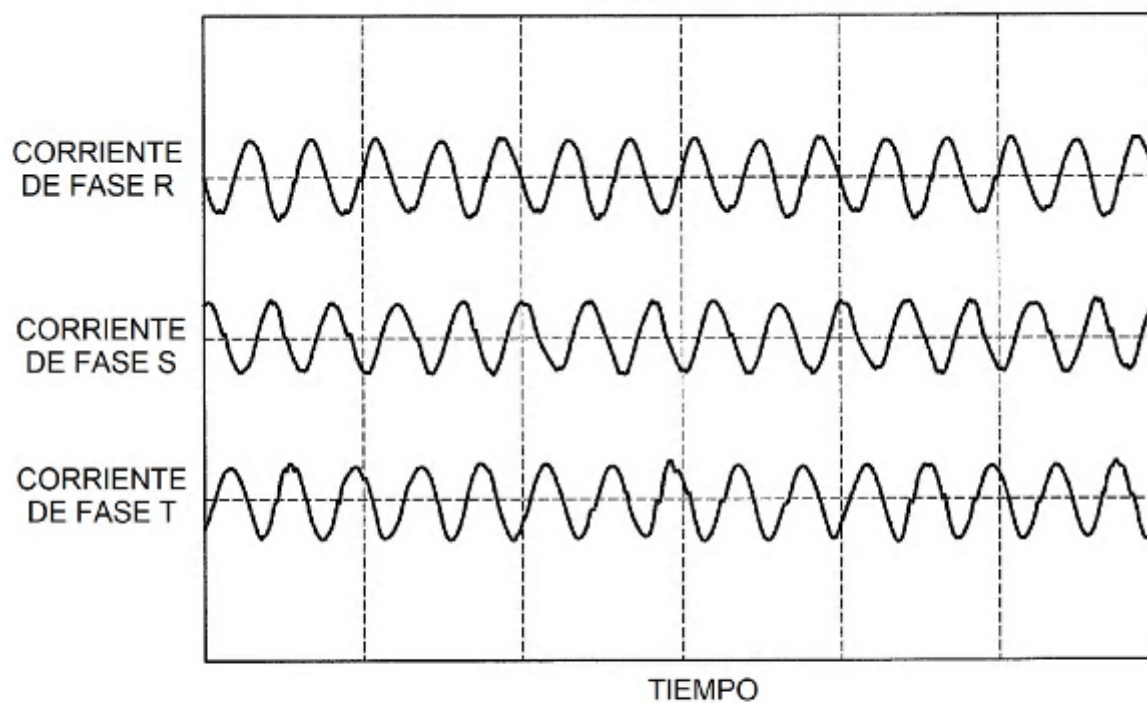


FIG. 17

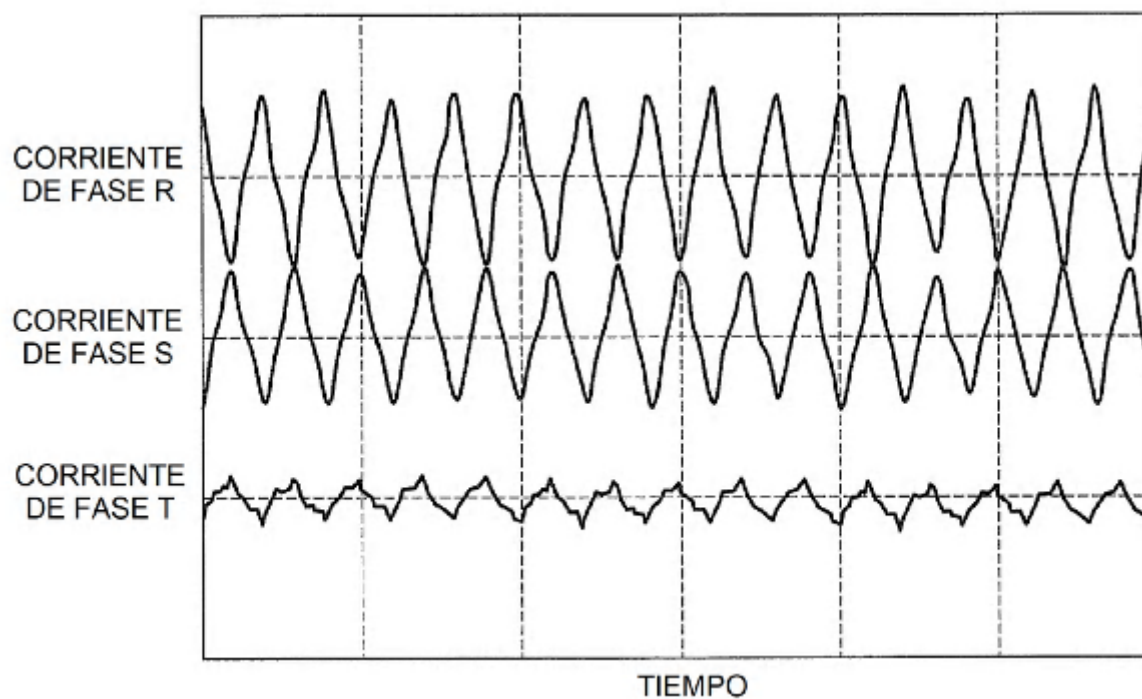




FIG. 18

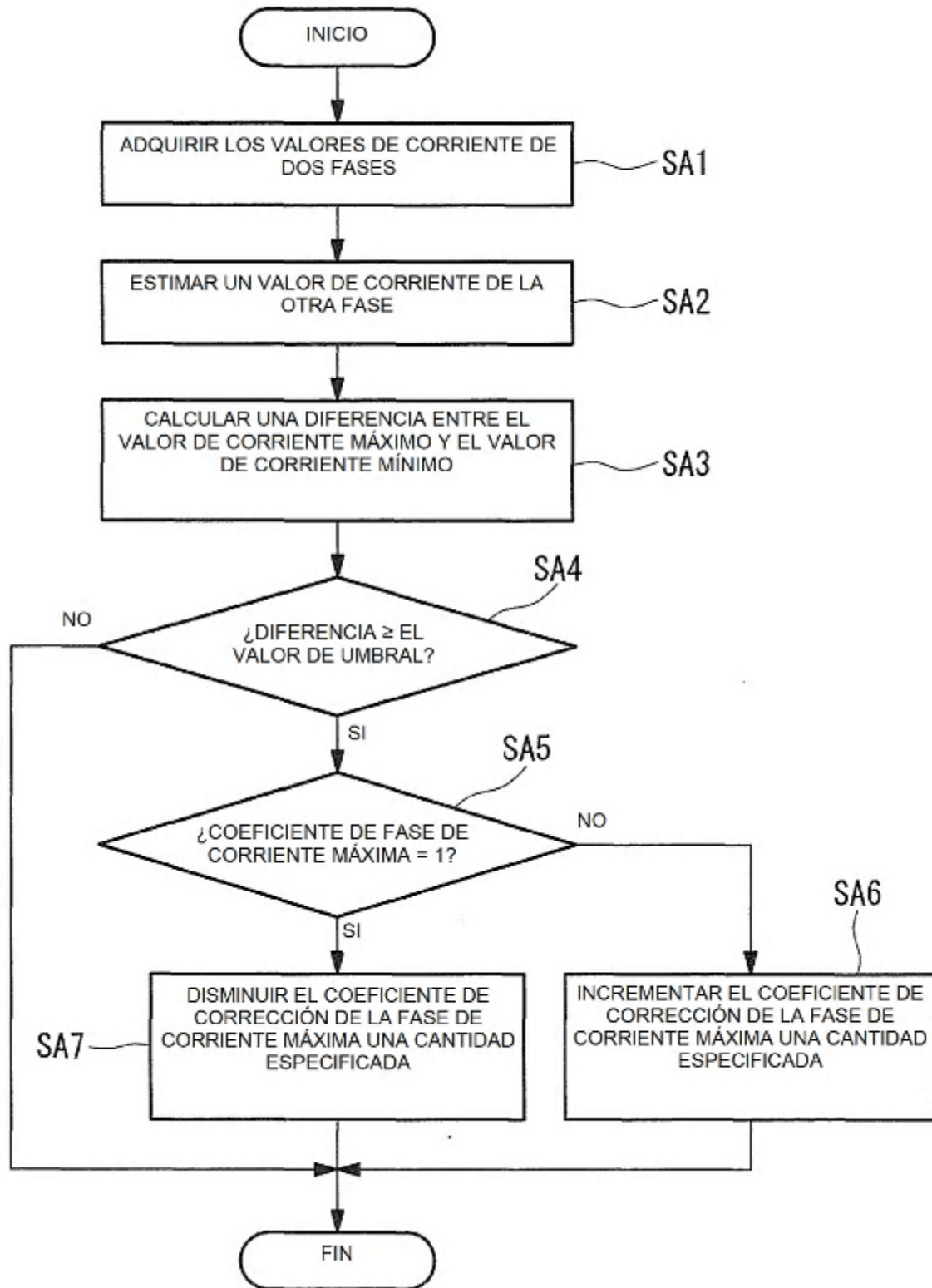




FIG. 19

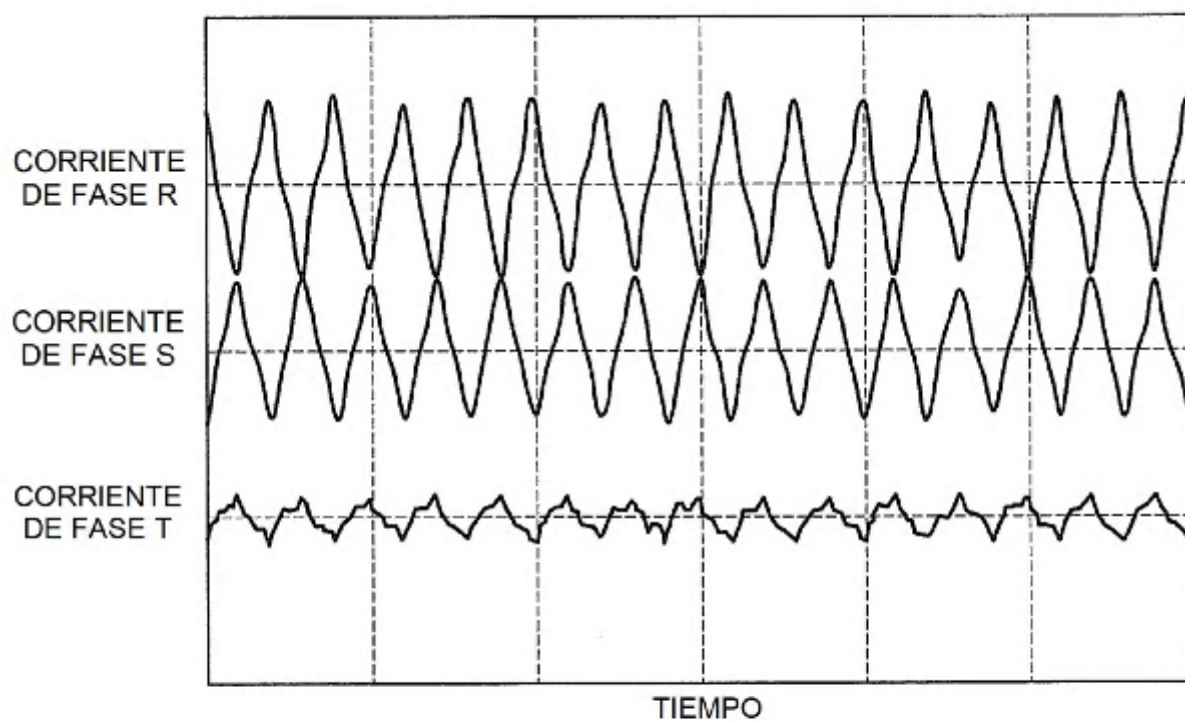


FIG. 20

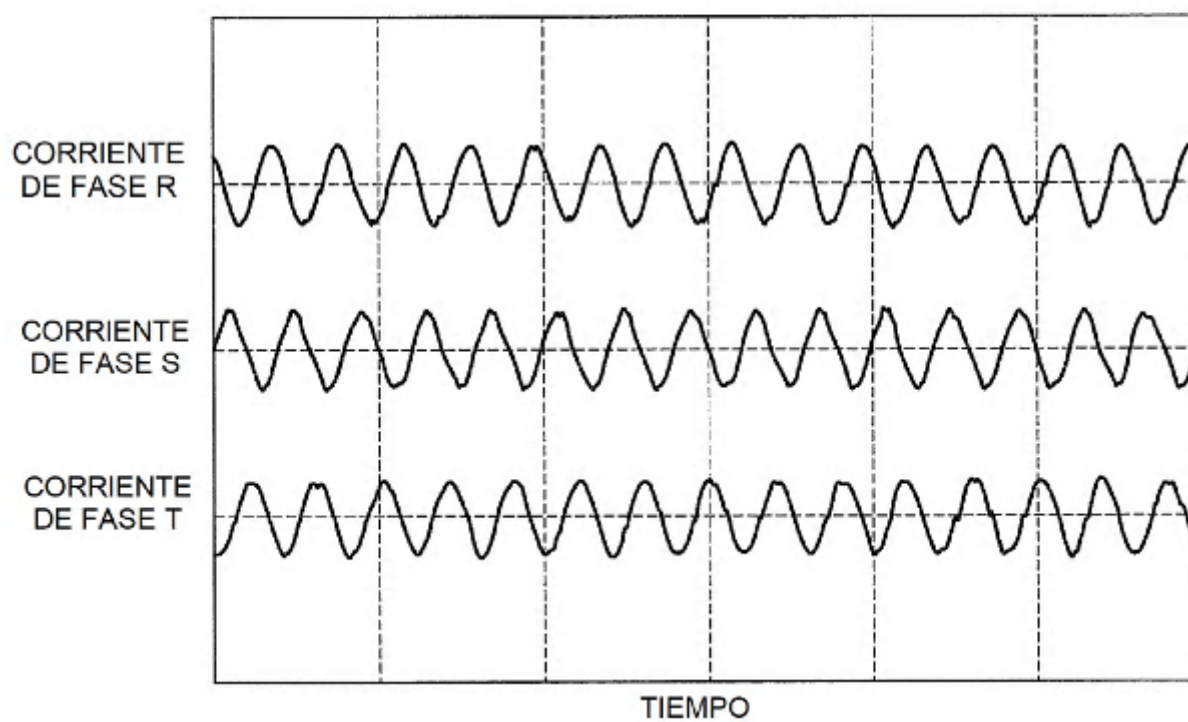


FIG. 21

