

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 876 279**

51 Int. Cl.:

H02P 21/05 (2006.01)

H02P 29/50 (2006.01)

H02P 27/04 (2006.01)

H02M 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2012 PCT/JP2012/000279**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2012 WO12098875**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2012 E 12736541 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.06.2021 EP 2667503**

54 Título: **Aparato de conversión de potencia**

30 Prioridad:

18.01.2011 JP 2011007860

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

12.11.2021

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Bldg. 4-12, Nakazaki-nishi 2-
chome, Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**TOOYAMA, EIJI;
SEKIMOTO, MORIMITSU y
MAEDA, TOSHIYUKI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 876 279 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 de conversión de potencia

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a aparatos de conversión de potencia que convierten la potencia de entrada en potencia predeterminada mediante conmutación.

Antecedentes de la técnica

10 Algunos motores utilizados en un compresor eléctrico, etc., de un aparato de aire acondicionado contienen un componente armónico, que es cinco o siete veces el componente de frecuencia fundamental, en una tensión inducida. En el control convencional, un circuito inversor que suministra potencia a un motor se controla de modo que la forma de onda de una corriente de fase que fluye hacia el motor sea una onda sinusoidal. Sin embargo, en este control, la corriente del motor puede distorsionarse bajo la influencia de la distorsión en la tensión del motor para causar una ondulación del par.

15 Para abordar este problema, se sugiere una técnica que reduce una ondulación de par de un motor al preparar un componente de tensión de compensación para cancelar de antemano la ondulación de par en una tabla y agregar la tensión de compensación a una referencia de tensión. (véase, por ejemplo, el DOCUMENTO DE PATENTE 2.)

20 Por otro lado, en un inversor como el que se denomina "inversor sin condensador" (véase, por ejemplo, el DOCUMENTO DE PATENTE 1), que no incluye ningún elemento de almacenamiento de potencia en su interior, la entrada de potencia al inversor contiene un componente armónico cuando se produce una ondulación del par. Entonces, las regulaciones de armónicos de la fuente de alimentación no se cumplen (en este caso, un armónico de la fuente de alimentación es un armónico contenido en una corriente de entrada). Para abordar el problema, se sugiere una técnica que reduce la distorsión de la corriente o la ondulación del par controlando el componente armónico de una corriente adicional del motor. (véase, por ejemplo, DOCUMENTO DE PATENTE 3.)

25 Un ejemplo convencional proporciona técnicas para reducir o alterar el ruido magnético de una máquina eléctrica rotativa de CA. Una corriente armónica reductora de ruido magnético de orden n , cuya frecuencia es n veces la frecuencia del componente de frecuencia fundamental de una corriente de CA polifásica alimentada a un inducido de una máquina eléctrica rotativa de CA polifásica, se superpone a la corriente de CA polifásica, reduciendo o alterando así un componente armónico que tiene una frecuencia $(n-1)$ veces la frecuencia del componente de frecuencia fundamental y que ocurre debido a una fuerza de excitación magnética radial que actúa radialmente sobre un núcleo de hierro de la máquina eléctrica rotativa de CA. El ruido magnético es causado por una vibración cuya potencia es la suma de las vibraciones circunferenciales y radiales del núcleo de hierro que se producen debido a la fuerza magnetomotriz del rotor, y la alteración de la vibración radial es particularmente eficaz para alterar el ruido magnético; como el componente armónico de la fuerza de excitación magnética que actúa radialmente, que se produce debido a componentes armónicos que tienen frecuencias de 3, 5, 7 y 13 veces la frecuencia fundamental, tiene una frecuencia de 6 o 12 veces la frecuencia fundamental, la fuerza magnetomotriz del rotor puede reducirse o modificarse efectivamente cuando una corriente que tiene una frecuencia de 7 o 13 veces la frecuencia fundamental se superpone a la corriente del estator (véase el documento US 2005/073280 A1).

35 Otro ejemplo convencional se refiere a un aparato de control de inversor que comprende una sección de control de inversor sin condensador convencional para dar salida a un comando de par provisional o corriente para comando de par para controlar un inversor sin condensador convencional, sección de operación $i1^*$ para recibir un par motor τ m , una velocidad de rotación de motor ω m , una tensión de potencia $v1$ y un coeficiente η como entradas, para calcular una corriente de potencia $i1$, y para dar salida a la corriente de potencia $i1$ como valor de comando de corriente de potencia $i1^*$, una sección de operación de retroalimentación para recibir el valor de comando de corriente de potencia $i1^*$ y la corriente real $i1$ como entradas, con el fin de realizar la operación de modo que la desviación entre ambos sea 0 (por ejemplo, operación PI), y para dar salida al comando de par para corrección o la corriente para comando de par para corrección, y una sección de resta para restar el comando de par para corrección o la corriente para comando de par para corrección que se emite desde la sección de operación de retroalimentación, desde el comando de par provisional o corriente para el comando de par que se emite desde la sección de control de inversor sin condensador convencional, y para obtener un comando de par final o corriente para el comando de par, de modo que el control se realiza para suprimir la corriente del condensador y de este modo se suprime la distorsión de la corriente de potencia (ver el documento EP 1 396 927 A1).

Lista de citas

Documento de patente

DOCUMENTO DE PATENTE 1: Publicación de patente japonesa N.º. 2002-51589

DOCUMENTO DE PATENTE 2: Publicación de patente japonesa N.º. 2008-219966

DOCUMENTO DE PATENTE 3: Publicación de patente japonesa N.º. 2006-262700

DOCUMENTO DE PATENTE 4: US 2005/073280 A1

DOCUMENTO DE PATENTE 5: EP 1 396 927 A1

Compendio de la invención

5 Problema técnico

Sin embargo, como en el ejemplo del DOCUMENTO DE PATENTE 2, en la tensión de compensación preparada de antemano en la tabla, puede producirse un error en la tensión a compensar en función del estado de funcionamiento (por ejemplo, la velocidad de giro o el par de carga) del motor. Como resultado, la distorsión de la corriente o la ondulación del par no se reducen.

10 La presente divulgación se hizo en vista de los problemas. Es un objetivo de la presente divulgación reducir los armónicos de la fuente de alimentación provocados por la distorsión en la tensión de motor de acuerdo con el estado operativo (por ejemplo, la velocidad de rotación o el par de carga) de un motor en un aparato de conversión de potencia.

Solución al problema

15 El objeto de la invención se logra mediante la reivindicación 1 independiente del objeto. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 10.

Para lograr el objetivo, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, un aparato de conversión de potencia está equipado con dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz) para realizar la conversión de potencia de la potencia de CA de entrada suministrada desde una fuente de alimentación de CA (6) para producir potencia de CA que tiene una tensión predeterminada y una frecuencia predeterminada, y para suministrar la potencia de CA de salida a un motor (7) conectado a la misma. El aparato incluye un controlador (5) configurado para controlar la conmutación de los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz); un condensador (3a) configurado para suavizar una ondulación generada por la conmutación de los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz); un controlador de corriente (53) configurado para controlar valores de referencia de tensión de salida (v_d^* y v_q^*) para controlar una corriente que fluye hacia el motor (7); y un corrector de distorsión de tensión (54) configurado para detectar un componente armónico causado por la distorsión en la potencia de entrada al motor, y para superponer valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) con el fin de distorsionar las corrientes del motor en una salida del controlador de corriente (53) de acuerdo con un valor del componente armónico para reducir el componente armónico.

20 En esta configuración, los valores de compensación se superponen a la salida del controlador de corriente (53) de acuerdo con el componente armónico provocado por la distorsión en la potencia de entrada al motor. Esto evita la distorsión en la potencia de entrada, la corriente en la fuente de alimentación, la potencia y la tensión del enlace de CC del motor.

25 Según una primera realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia según el primer aspecto, el corrector de distorsión de tensión (54) extrae el componente armónico de la potencia de entrada al motor (7).

30 En esta configuración, el controlador (5) detecta realmente la distorsión en la potencia de entrada y corrige las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) de acuerdo con la distorsión detectada.

Según una segunda realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia según el primer aspecto, el corrector de distorsión de tensión (54) extrae el componente armónico de una tensión del condensador (3a).

40 En esta configuración, el componente armónico se extrae de la tensión del condensador (3a). Esto determina fácilmente la magnitud del componente armónico.

Según una tercera realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia según el primer aspecto, el corrector de distorsión de tensión (54) extrae el componente armónico de una corriente de entrada al aparato de conversión de potencia.

45 En esta configuración, el componente armónico se extrae de la corriente de entrada.

De acuerdo con una cuarta realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia de cualquiera de las realizaciones preferidas primera a tercera, el corrector de distorsión de tensión (54) realiza la transformada de Fourier en base a un período de un múltiplo integral de medio período de la fuente de alimentación AC (6) para extraer el componente armónico.

50 En esta configuración, el componente armónico es extraído por la transformada de Fourier. Esto permite una determinación precisa de la magnitud del componente armónico. Además, en esta configuración, la transformada de

Fourier se realiza basándose en el múltiplo integral de la mitad del período de la fuente de alimentación de CA (6), extrayendo así apropiadamente un componente de frecuencia deseado.

5 Según una quinta realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia de cualquiera de las realizaciones preferidas primera a cuarta, el corrector de distorsión de tensión (54) ajusta los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) de acuerdo con un aumento/disminución en el componente armónico antes y después de cambiar los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}).

En esta configuración, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se ajustan mediante lo que se denomina "método de escalada".

10 Según una sexta realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia de cualquiera de las realizaciones preferidas primera a quinta, cada uno de los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) tiene un componente de frecuencia que es $6n$ veces, donde n es un número entero, una frecuencia fundamental de una tensión del motor (7).

15 En esta configuración, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se establecen para reducir un componente armónico relativamente alto. En esta configuración, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se ajustan fácilmente.

Según una séptima realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las realizaciones preferidas primera a sexta, el corrector de distorsión de tensión (54) ajusta la amplitud de los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) de acuerdo con una cualquiera de una velocidad de rotación, un par o la potencia eléctrica del motor (7).

20 En esta configuración, la tensión de salida del aparato de conversión de potencia se controla ajustando la amplitud de las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}).

Según una octava realización preferida de la invención, en el aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las realizaciones preferidas primera a sexta, el corrector de distorsión de tensión (54) ajusta al menos una de las fases o amplitud de los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}).

25 En esta configuración, la tensión de salida del aparato de conversión de potencia se controla ajustando las fases o la amplitud de los valores de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}).

30 Según una novena realización preferida de la invención, el aparato de conversión de potencia del primer aspecto de la invención o de una cualquiera de las realizaciones preferidas primera a novena incluye además un circuito convertidor (2) configurado para realizar una rectificación de onda completa de la alimentación de CA de entrada. El condensador (3a) está conectado en paralelo entre las salidas del circuito convertidor (2) para formar un enlace de CC (3) y genera una tensión de CC pulsante (v_{cc}). Los dispositivos de conmutación (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y y S_z) forman un circuito inversor (4) para convertir una salida del enlace de CC (3) en potencia de CA mediante la conmutación y para suministrar potencia de CA al motor (7). El controlador (5) controla la conmutación de modo que las corrientes (i_u , i_v , y i_w) del motor (7) pulsan en sincronía con la pulsación de una tensión de alimentación (v_{in}).

35 En esta configuración, en lo que se denomina "circuito inversor sin condensador", las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se ajustan para reducir el componente armónico contenido en la fuente de alimentación.

Ventajas de la invención

Según el primer aspecto de la invención, en el aparato de conversión de potencia, el armónico de la fuente de alimentación causado por la distorsión en la tensión del motor se reduce de acuerdo con el estado operativo del motor.

40 Según las realizaciones preferidas primera y segunda de la invención, la magnitud del componente armónico se determina fácilmente.

Según la tercera realización preferida de la invención, el componente armónico de la corriente de entrada, que es un objetivo de las regulaciones de armónicos de la fuente de alimentación, se detecta directamente, reduciendo así efectivamente el armónico de la fuente de alimentación.

45 Según la cuarta realización preferida de la invención, la magnitud del componente armónico deseado se determina con precisión, reduciendo así de forma más fiable el armónico de la fuente de alimentación.

De acuerdo con la quinta realización preferida de la invención, se establecen las tensiones de compensación apropiadas (v_{d_h} y v_{q_h}), reduciendo así de manera más fiable el armónico de la fuente de alimentación.

50 De acuerdo con la sexta realización preferida de la invención, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se establecen para reducir un componente armónico relativamente alto, reduciendo así más eficazmente el armónico de la fuente de alimentación.

Según la séptima realización preferida de la invención, se evita la distorsión en la potencia de entrada, la corriente en la fuente de alimentación, la potencia y la tensión del enlace de CC del motor.

Según la octava realización preferida de la invención, se evita con mayor precisión la distorsión en la potencia de entrada, la corriente en la fuente de alimentación, la potencia y la tensión del enlace de CC del motor.

- 5 Según la novena realización preferida de la invención, en lo que se denomina "circuito inversor sin condensador", se reduce el armónico de la fuente de alimentación causado por la distorsión en la tensión del motor.

Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1] La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un aparato de conversión de potencia según una realización de la presente divulgación.

- 10 [FIG. 2] La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un controlador.

[FIG. 3] La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un generador de referencia de corriente.

[FIG. 4] La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un eliminador de componentes armónicos.

- 15 [FIG. 5] La Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un corrector de distorsión de tensión.

[FIG. 6] La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de compensación de tensión por parte del corrector de distorsión de tensión.

- 20 [FIG. 7] La Figura 7A ilustra formas de onda de la potencia de entrada de un motor, una tensión de fase U y una corriente de motor, donde la tensión de compensación no se superpone. La Figura 7B ilustra formas de onda de la potencia de entrada, la tensión de fase y la corriente del motor, donde se superpone la tensión de compensación.

[FIG. 8] La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un convertidor matricial.

[FIG. 9] La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un aparato de conversión de potencia en el que una fuente de alimentación de CA es una fuente de alimentación trifásica de CA.

- 25 **Descripción de realizaciones**

Las realizaciones de la presente divulgación se describirán a continuación en detalle con referencia a los dibujos. Obsérvese que las realizaciones descritas a continuación se expondrán simplemente con el propósito de ejemplos preferidos en la naturaleza, y no pretenden limitar el alcance, las aplicaciones y el uso de la invención.

Configuración completa

- 30 La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un aparato de conversión de potencia (1) según una realización de la presente divulgación. Como se muestra en la figura, el aparato de conversión de potencia (1) incluye un circuito convertidor (2), un enlace de CC (3), un circuito inversor (4) y un controlador (5). El aparato de conversión de potencia (1) convierte la potencia de CA suministrada desde una fuente de potencia monofásica de CA (6) en potencia que tiene una frecuencia predeterminada, y luego suministra la potencia a un motor (7).

- 35 El motor (7) de acuerdo con esta realización es un motor de CA trifásico para accionar un compresor provisto en un circuito refrigerante de un aparato de aire acondicionado. Más concretamente, el motor (7) es un motor de bobinado concentrado de 4 polos y 6 ranuras. Este motor (7) tiende a contener una serie de componentes quíntarios y septenarios de una onda fundamental como componentes armónicos de una tensión inducida. Estos componentes armónicos causados por la distorsión en la tensión de un motor aparecen en una corriente de la fuente de alimentación y una
40 tensión de enlace de CC, que se describirán más adelante.

<Circuito convertidor (2)>

- 45 El circuito convertidor (2) está conectado a la fuente de alimentación de CA (6) a través de un reactor (L) y realiza una rectificación de onda completa de la salida de CA de la fuente de alimentación de CA (6) a CC. En este ejemplo, el circuito convertidor (2) es un circuito de puente de diodos en el que una pluralidad de (cuatro en esta realización) diodos (D1-D4) están conectados entre ellos en una configuración de puente. Los diodos (D1-D4) realizan una rectificación de onda completa de una tensión de CA de la fuente de alimentación de CA (6) a una tensión de CC.

<Enlace de CC (3)>

El enlace de CC (3) incluye un condensador (3a). El condensador (3a) está conectado en paralelo a las salidas del circuito convertidor (2). Una tensión de CC (es decir, una tensión de enlace de CC (v_{cc})) generada en ambos extremos

del condensador (3a) se aplica a los nodos de entrada del circuito inversor (4). El condensador (3a) es, por ejemplo, un condensador de película. Este condensador (3a) tiene capacitancia electrostática que suaviza sólo una tensión de ondulación (es decir, una fluctuación de tensión) generada de acuerdo con una frecuencia de conmutación, cuando los dispositivos de conmutación del circuito inversor (4), que se describirán más adelante, realizan la conmutación. Es decir, el condensador (3a) es un condensador de baja capacitancia, que no tiene capacitancia electrostática que suavice la tensión rectificadora por el circuito convertidor (2) (es decir, la fluctuación de tensión causada por una tensión de la fuente de alimentación). Por lo tanto, la tensión del enlace de CC (v_{cc}) que sale del enlace de CC (3) tiene una gran pulsación, de modo que su valor máximo es el doble o más del valor mínimo.

<Circuito inversor (4)>

Los nodos de entrada del circuito inversor (4) están conectados en paralelo al condensador (3a) del enlace de CC (3). El circuito inversor (4) convierte una salida del enlace de CC (3) en CA trifásica mediante conmutación, y suministra CA al motor (7) conectado al mismo. En el circuito inversor (4) según esta realización, una pluralidad de dispositivos de conmutación están conectados entre ellos en una configuración de puente. Este circuito inversor (4) envía la CA trifásica al motor (7) y, por lo tanto, tiene seis dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz). Específicamente, el circuito inversor (4) incluye tres ramificaciones de conmutación en cada uno de los cuales dos de los dispositivos de conmutación están conectados en serie entre ellos. Cada una de las ramificaciones de conmutación está conectada a una bobina de fase (no mostrada) del motor (7) en un punto medio entre el dispositivo de conmutación del brazo superior (Su, Sv o Sw) y el dispositivo de conmutación del brazo inferior (Sx, Sy o Sz). Cada uno de los diodos de rueda libre (Du, Dv, Dw, Dx, Dy y Dz) están conectados en paralelo inverso con uno de los dispositivos de conmutación correspondientes (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz). El circuito inversor (4) realiza la operación de encendido/apagado de los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) para convertir la tensión del enlace de CC (v_{cc}) del enlace de CC (3) a la tensión de CA trifásica y, a continuación, suministra la tensión al motor (7). El controlador (5) controla la operación de encendido/apagado.

<Controlador (5)>

El controlador (5) controla la conmutación (operación de encendido/apagado) en el circuito inversor (4) de modo que las corrientes (es decir, las corrientes del motor (i_u , i_v , e i_w)) que fluyen hacia el motor (7) pulsan en sincronización con la pulsación de una tensión de alimentación (v_{in}). Es decir, el aparato de conversión de potencia (1) es un ejemplo de lo que se denomina "inversor sin condensador". La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo del controlador (5). En este ejemplo, el controlador (5) incluye un controlador de velocidad (50), un generador de referencia de corriente (51), eliminadores de componentes armónicos (52), un controlador de corriente de eje dq (53) (mostrado simplemente como un "controlador de corriente" en la figura), un corrector de distorsión de tensión (54) y un controlador PWM (55).

-Controlador de velocidad (50)-

El controlador de velocidad (50) obtiene la desviación de la frecuencia del ángulo de rotación (ω_m) del ángulo mecánico del motor (7) a partir del valor de referencia (ω_m^*) del ángulo mecánico, y realiza la operación proporcional/integral (operación PI) de la desviación para enviar un valor de referencia de par (T^*) al generador de referencia de corriente (51).

-Generador de referencia actual (51)-

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo del generador de referencia de corriente (51). Como se muestra en la figura, el generador de referencia de corriente (51) incluye una calculadora de componente de onda fundamental (51a), una calculadora de valor absoluto (51b) (mostrada simplemente como "abs" en la Figura 3), un controlador de corriente de entrada (51c), un generador de valor de referencia de corriente dq (51d), multiplicadores (51e y 51f) y un sumador (51g). El valor de referencia de par (T^*), un valor sinusoidal ($\sin(\theta_{in})$) del ángulo de fase (θ_{in}) de la tensión de alimentación (v_{in}), y el valor absoluto ($|i_{in}|$) de una corriente de entrada (i_{in}) se introducen en el generador de referencia de corriente (51).

En este generador de referencia de corriente (51), la calculadora de componente de onda fundamental (51a) realiza la transformada de Fourier para extraer un componente de onda fundamental de la tensión de alimentación a partir del valor absoluto de la corriente de entrada (i_{in}) durante el período de un múltiplo integral de la mitad del período de la fuente de alimentación de CA (6). Como tal, la transformada de Fourier se realiza durante el período del múltiplo integral de la mitad del período de la fuente de alimentación de CA (6), extrayendo así adecuadamente un componente de frecuencia deseado. En este ejemplo, específicamente, la calculadora de componente de onda fundamental (51a) obtiene como primer valor (i_{in_1st}), el valor duplicado del promedio del producto del seno (θ_{in}) y la corriente de entrada (i_{in}).

La calculadora de valor absoluto (51b) obtiene el valor absoluto del seno (θ_{in}). El multiplicador (51e) multiplica el valor absoluto del seno (θ_{in}) por el primer valor (i_{en_1st}) para obtener un valor de referencia ($|i_{in}^*$) del valor absoluto de la corriente de entrada.

El controlador de corriente de entrada (51c) genera el valor de referencia para reducir la desviación del valor de referencia ($|i_{in}^*$) del valor absoluto de la corriente de entrada (i_{in}) a partir del valor absoluto ($|i_{in}^*|$) de la corriente de entrada (i_{in}).

5 El multiplicador (51f) multiplica el valor absoluto del seno (θ_{in}) por el valor de referencia de par (T^*). Este resultado de la multiplicación pulsa a una frecuencia que es el doble de la frecuencia de la fuente de alimentación. El resultado de la multiplicación se ingresa en el sumador (51g). El sumador (51g) suma la salida del multiplicador (51f) a la salida del valor de referencia del controlador de corriente de entrada (51c). El resultado de la suma se ingresa como un valor de referencia actual (i_{dq}^*) al generador de valor de referencia de corriente dq (51d).

10 El generador de valor de referencia de corriente dq (51d) obtiene un valor de referencia de corriente del eje d (i_d^*) y un valor de referencia de corriente del eje q (i_q^*) a partir del valor de referencia actual (i_{dq}^*) y un valor de referencia de fase actual (β^*), que se describirá más adelante, y envía los valores obtenidos a uno de los eliminadores de componentes armónicos (52). Específicamente, el generador de valor de referencia de corriente dq (51d) multiplica el valor de referencia de corriente (i_{dq}^*) por el valor del seno negativo ($-\sin\beta^*$) y el valor del coseno ($\cos\beta^*$) del valor predeterminado (β^*) para generar el valor de referencia de la corriente del eje d (i_d^*) y el valor de referencia actual del eje q (i_q^*), respectivamente. El valor β^* es un valor de referencia de fase β de una corriente que fluye hacia el motor (7).

-Eliminador de componentes armónicos (52)-

20 Los eliminadores de componentes armónicos (52) reducen los componentes armónicos causados por la distorsión en la corriente del motor causada por una señal de entrada. Como se muestra en la Figura 2, los eliminadores de componentes armónicos (52) se proporcionan en dos partes. En la Figura 2, etc., los números de sufijo (-1 y -2) se unen a los números de referencia para distinguir los eliminadores uno de otro. La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un eliminador de componentes armónicos (52). La Figura 4 ejemplifica el eliminador de componentes armónicos (52-1) conectado al generador de referencia de corriente (51). El eliminador de componentes armónicos (52-1) recibe valores de corriente (i_d^* e i_q^*). El eliminador de componentes armónicos (52-2) se diferencia del eliminador de componentes armónicos (52-1) en que las señales de entrada son la desviación de los valores de referencia de corriente (id^{**} e iq^{**}) respecto de los valores de corriente reales (id e iq).

30 El eliminador de componentes armónicos (52-1) realiza la transformada de Fourier con base en el período de un múltiplo integral de la mitad del período de la fuente de alimentación de CA (6) para extraer los componentes senarios de la tensión del motor (7) a partir de los valores de corriente (i_d^* e i_q^*). Específicamente, el eliminador de componentes armónicos (52-1) obtiene el valor duplicado del promedio entre el producto del valor de referencia de la corriente del eje d (i_d^*) y seno (6θ), y el producto del valor de referencia actual del eje d (i_d^*) y coseno (6θ). Luego, el eliminador de componentes armónicos (52-1) suma el valor obtenido al producto de seno (6θ) y coseno (6θ) para obtener el componente senario (id_{6th}^*) del valor de referencia de corriente del eje d (i_d^*). El carácter de referencia θ representa la fase del componente de onda fundamental de la tensión del motor (7). El eliminador de componentes armónicos (52-1) genera un valor obtenido al restar el componente senario (id_{6th}^*) a partir del valor de referencia de corriente del eje d (i_d^*). Es decir, donde el valor duplicado del promedio del producto $id^* \times \sin 6\theta$ es $id_{sen6\theta}$, y el valor duplicado del promedio del producto $id^* \times \cos 6\theta$ es $id_{cos6\theta}$, id_{6th}^* se expresa de la siguiente manera.

$$id_{6th}^* = id_{sen6\theta} \times \sin 6\theta + id_{cos6\theta} \times \cos 6\theta$$

40 El eliminador de componentes armónicos (52-1) suma el producto del valor de referencia de corriente del eje q (i_q^*) y sen (6θ) al producto del valor de referencia de corriente del eje q (i_q^*) y cos (6θ), obtiene el valor duplicado de la media y suma el valor duplicado al producto de sen (6θ) y cos (6θ) para obtener el componente senario (iq_{6th}^*) del valor de referencia de corriente del eje q (i_q^*). El eliminador de componentes armónicos (52-1) genera el valor obtenido al restar el componente senario (iq_{6th}^*) del valor de referencia de corriente del eje q (i_q^*).

45 La componente armónica causada por la distorsión en la corriente de un motor contiene una componente de frecuencia que es $6n$ veces, donde n es un número entero, la frecuencia (frecuencia fundamental (θ)) de la onda fundamental de la tensión del motor (7).

-Controlador de corriente del eje dq (53)-

50 El controlador de corriente del eje dq (53) es un ejemplo del controlador de corriente de la presente invención. El controlador de corriente del eje dq (53) genera valores de referencia de tensión (vd^* y vq^*) para reducir la desviación de los valores de referencia de corriente (id^{**} e iq^{**}) de las corrientes del motor (i_u , i_v , e i_w) respecto de los valores de corriente reales (id e iq). El controlador de corriente del eje dq (53) tiene un ancho de banda menor que los componentes de frecuencia de las tensiones de compensación (vd_h y vq_h), que se describirán más adelante. Esto es para amortiguar una respuesta en el control de corriente a la componente armónica de la corriente del motor causada por la distorsión en la tensión del motor.

55

-Corrector de distorsión de tensión (54)-

5 El controlador (5) ajusta los valores de referencia de tensión (v_d^* y v_q^*) al circuito inversor (4) usando el valor de compensación (es decir, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}), que se describirán más adelante) para reducir el componente armónico, que se describirá más adelante, contenido en la fuente de alimentación causado por la distorsión en la tensión del motor. El corrector de distorsión de tensión (54) genera las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}).

10 La Figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo del corrector de distorsión de tensión (54). Como se muestra en la figura, el corrector de distorsión de tensión (54) incluye un ajustador de fase (54a), un ajustador de ganancia (54b) y multiplicadores (54c). El corrector de distorsión de tensión (54) extrae una señal (es decir, el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor) que tiene una frecuencia (es decir, la frecuencia que es seis veces la frecuencia fundamental) de seis veces el componente de onda fundamental de una tensión inducida contenida en la tensión del enlace de CC (v_{cc}). Específicamente, el corrector de distorsión de tensión (54) realiza la transformada de Fourier de la tensión de enlace de CC (v_{cc}) para obtener el componente de frecuencia que es seis veces la frecuencia fundamental. El corrector de distorsión de tensión (54) recibe $\omega\phi$. Esta $\omega\phi$ es una tensión inducida sin carga.

Después de que el ajustador de ganancia (54b) ajusta la ganancia de $\omega\phi$, la señal se multiplica por $\cos(6\theta)$. (En adelante, el resultado de la multiplicación se denomina amplitud de tensión (V_h)).

20 El ajustador de fase (54a) detecta la fase (δ) del componente de frecuencia, que es seis veces el componente de onda fundamental de la tensión del motor contenida en la tensión de enlace de CC (v_{cc}) y genera la fase después del ajuste, que se describirá más adelante. La salida del ajustador de fase (54a) se suma a 6θ . Como resultado, se obtiene el resultado de $(6\theta + \delta)$.

25 El corrector de distorsión de tensión (54) obtiene el producto de $-\sin(6\theta + \delta)$ y la amplitud de tensión (V_h) para generar a tensión de compensación del eje d (v_{d_h}) para corregir el valor de referencia de tensión del eje d (v_d^*). El corrector de distorsión de tensión (54) también obtiene el producto de $-\cos(6\theta + \delta)$ y la amplitud de tensión (V_h) para generar la tensión de compensación del eje q (v_{q_h}) para corregir el valor de referencia de tensión del eje q (v_q^*). En este ejemplo, cada una de las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) contiene un componente de frecuencia que es $6n$ veces, donde n es un número entero, la frecuencia (es decir, una fase de frecuencia fundamental (θ)) de la onda fundamental de la tensión del motor (7). La tensión de compensación del eje d (v_{d_h}) y la tensión de compensación del eje q (v_{q_h}) se suman al valor de referencia de tensión del eje d (v_d^*) y el valor de referencia de tensión del eje q (v_q^*) salido del controlador de corriente del eje dq (53), respectivamente, y salido como un nuevo valor de referencia de tensión del eje d (v_d^*) y un nuevo valor de referencia de tensión del eje q (v_q^*) al controlador PWM (55). Es decir, los valores de referencia de tensión (v_d^* y v_q^*) enviados al controlador PWM (55) se compensan de acuerdo con el componente armónico. Según la invención, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se modifican para reducir el componente armónico contenido en la fuente de alimentación y provocado por la distorsión en la tensión del motor. Más específicamente, el valor de la fase (δ) se ajusta como se describirá más adelante.

-Controlador PWM (55)-

40 El controlador PWM (55) recibe el valor de referencia de tensión del eje d (v_d^*), el valor de referencia de tensión del eje q (v_q^*), la tensión de enlace de CC (v_{cc}) y el ángulo de rotación (es decir, el ángulo eléctrico (θ_e)) de un rotor (no mostrado) del motor (7). El controlador PWM (55) genera señales de puerta (G) para controlar la operación de encendido/apagado de los dispositivos de conmutación (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y y S_z) en base a estos valores.

Funcionamiento del aparato de conversión de potencia (1)

Esquema

45 En esta realización, dado que el enlace de CC (3) incluye el condensador de baja capacitancia (3a), la tensión de enlace de CC (v_{cc}) pulsa más ampliamente. La pulsación de la tensión del enlace de CC (v_{cc}) aumenta los anchos de conducción de corriente de los diodos (D1-D4) en el circuito convertidor (2). Como resultado, el factor de potencia mejora. El controlador (5) controla la conmutación en el circuito inversor (4) de modo que las corrientes del motor (i_u , i_v , e i_w) pulsan en sincronización con la pulsación de la tensión de alimentación (v_{in}).

Operación del controlador (5)

50 En esta realización, el eliminador de componentes armónicos (52) del controlador (5) reduce el componente armónico causado por la distorsión en la entrada de corriente del motor al controlador de corriente del eje dq (53). Específicamente, el eliminador de componentes armónicos (52-1) realiza la transformada de Fourier en el período de un múltiplo integral de la mitad del período de la fuente de alimentación de CA (6) para extraer los componentes senarios de la tensión del motor (7) de los valores de corriente (i_d^* y i_q^*). El eliminador de componentes armónicos (52-1) resta los componentes senarios extraídos ($i_{d_6th}^*$ e $i_{q_6th}^*$) de los valores de corriente (i_d^* e i_q^*) para generar los nuevos valores de referencia actuales (i_d^* e i_q^*). Como resultado, las señales con los componentes armónicos

reducidos causados por la distorsión en la corriente del motor se introducen en el controlador de corriente del eje dq (53).

En esta realización, el corrector de distorsión de tensión (54) obtiene las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}), y compensa los valores de referencia de tensión (v_d^* y v_q^*) usando las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}). Así, las tensiones de salida del circuito inversor (4) se compensan de acuerdo con el componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor. En esta realización, se detecta el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor y se ajusta el grado de compensación. La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de compensación de tensión por parte del controlador (5). El controlador (5) ajusta las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) de acuerdo con un aumento/disminución del componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor antes y después de cambiar las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}). Específicamente, el controlador (5) ajusta la fase (δ) descrita anteriormente mediante lo que se denomina un "método de escalada".

Primero, en el paso (S01), el corrector de distorsión de tensión (54) extrae el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor. En el paso (S02), el controlador (5) compara el componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor, que se ha extraído en el paso (S01), con el componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor, que ha sido extraído de antemano, para determinar un aumento/disminución en el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor. Cuando aumenta el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor, el proceso avanza al paso (S03). Cuando el componente armónico no aumenta, el proceso avanza al paso (S04). El controlador (5) controla el ajustador de fase (54a) para retrasar la fase (δ) en el paso (S03), y avanza la fase (δ) en el paso (S04). Después de eso, el proceso pasa al paso (S05) y el controlador (5) retrasa la fase (δ). La cantidad de cambio de la fase en el paso (S05) es mayor que la del paso (S03) y el paso (S04).

En el paso (S06), el corrector de distorsión de tensión (54) extrae de nuevo el componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor. En el paso (S07), el controlador (5) compara el componente armónico, que se ha extraído en el paso (S06), con el componente armónico provocado por la distorsión en la tensión del motor, que se ha extraído antes de ajustar la fase (δ) para determinar un aumento/disminución en el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor. Cuando aumenta el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor, el proceso pasa al paso (S08). Cuando el componente armónico no aumenta, el proceso pasa al paso (S09). El controlador (5) controla el ajustador de fase (54a) para hacer avanzar la fase (δ) en el paso (S08), y retarda la fase (δ) en el paso (S09). Después de eso, el proceso avanza al paso (S10) y el controlador (5) hace avanzar la fase (δ). Como tal, la fase (δ) se cambia para buscar la fase (δ) en la que disminuye el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor.

Ventajas de la realización

Las Figuras 7A y 7B son diagramas de forma de onda que ilustran las ventajas de la corrección mediante el corrector de distorsión de tensión (54). La Figura 7A es un diagrama de forma de onda que ilustra la potencia de entrada (p) de un motor, una tensión de fase U inducida por el motor (v_u) y una corriente de fase U (i_u) (es decir, una corriente de motor), donde las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) no se superponen. La Figura 7B es un diagrama de forma de onda que ilustra la potencia de entrada (p), la tensión inducida del motor (v_u) y la corriente de fase (i_u) (es decir, una corriente del motor), donde se superponen las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}). En la Figura 7A, dado que fluye una corriente con menos distorsión mientras que la tensión contiene distorsión, resulta distorsionada la potencia de entrada del motor. Por tanto, el componente armónico contenido en la potencia del motor fluye hacia la tensión del enlace de CC, la corriente en la fuente de alimentación y la potencia. Por otro lado, en la Figura 7B, dado que una corriente que tiene distorsión antifásica a distorsión en la tensión, la potencia de entrada del motor no contiene ningún componente armónico. Como tal, las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) se superponen correctamente, lo que permite que la corriente del motor (i_u) contenga el componente armónico antifásico de la distorsión en la tensión del motor y reduzca la distorsión en la potencia de entrada del motor y, finalmente, la distorsión en la corriente en la de alimentación, la potencia y la tensión del enlace de CC.

En esta realización, la fase (δ) se busca de acuerdo con el estado operativo (por ejemplo, la velocidad de rotación o el par de carga) del motor (7), reduciendo así efectivamente el componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor, que fluye hacia la fuente de alimentación. Es decir, en esta realización, en lo que se denomina "inversor sin condensador", el armónico de la fuente de alimentación causado por la distorsión en la tensión del motor se reduce de acuerdo con el estado operativo del motor.

En esta realización, se introduce una señal con un componente armónico reducido provocado por la distorsión en la corriente del motor al controlador de corriente del eje dq (53). Esto evita un control inestable causado por la perturbación del armónico.

En el circuito inversor (4), se proporciona convencionalmente un período (lo que se llama un "tiempo muerto"), en el que los dispositivos de conmutación de brazos superiores e inferiores están apagados en la misma ramificación de conmutación al conmutar los estados de encendido/apagado de los dispositivos de conmutación (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y y S_z) para reducir los cortocircuitos de los brazos superior e inferior. Sin embargo, al proporcionar el tiempo muerto,

5 la tensión de salida del inversor, es decir, la tensión de entrada del motor contiene distorsión de tensión, que es $6n$ veces, donde n es un número entero, la frecuencia fundamental del motor (7). Si la tensión de entrada del motor contiene un componente de distorsión, la potencia de entrada del motor también puede distorsionarse. Como resultado, el componente armónico contenido en la potencia del motor fluye hacia la tensión del enlace de CC, la corriente en la fuente de alimentación y la potencia. Por lo tanto, proporcionar el tiempo muerto puede aumentar el armónico de la fuente de alimentación. Sin embargo, como en esta realización, el control de las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) para reducir el componente, que es $6n$ veces la frecuencia de onda fundamental del motor contenida en la tensión del enlace de CC, reduce el armónico de la fuente de alimentación causado por el tiempo muerto.

10 Otras realizaciones

El componente armónico causado por la distorsión en la tensión del motor puede extraerse mediante la transformada de Fourier de una corriente de entrada al circuito inversor (4), potencia de entrada al circuito inversor (4) o potencia de entrada al motor.

15 En lugar de ajustar la fase (δ), las tensiones de compensación (v_{d_h} y v_{q_h}) pueden controlarse cambiando la amplitud (amplitud de tensión (V_h)), o cambiando ambas fases (δ) y la amplitud de tensión (V_h).

Alternativamente, se puede omitir uno de los dos eliminadores de componentes armónicos (52-1 y -2).

Los eliminadores de componentes armónicos (52-1 y -2) pueden cambiar la cantidad de eliminación del componente armónico causado por la distorsión en la corriente del motor de acuerdo con una cualquiera de la velocidad de rotación, el par y la potencia eléctrica del motor (7).

20 La presente divulgación es aplicable a lo que se denomina "convertidor matricial". La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un convertidor matricial. En este ejemplo, nueve dispositivos de conmutación (S1, S2, ..., S9) conectados a una fuente de alimentación de CA trifásica (6) conmutan CA trifásica y suministran la CA trifásica al motor (7).

25 La fuente de alimentación de CA (6) puede ser una fuente de alimentación de CA trifásica. La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de ejemplo de un aparato de conversión de potencia (1) donde una fuente de alimentación de CA es una fuente de alimentación de CA trifásica (6). Como se muestra en la figura, un circuito convertidor (2) es un circuito de puente de diodos, en el que seis diodos (D1-D6) están conectados entre ellos en una configuración de puente. Estos diodos (D1-D6) realizan una rectificación de onda completa de una tensión de CA de la fuente de alimentación de CA trifásica (6) para convertir la tensión de CA en una tensión de CC. En la configuración del circuito convertidor (2), la frecuencia de la pulsación de tensión del enlace de CC (3) es seis veces la frecuencia de la fuente de alimentación.

30 El corrector de distorsión de tensión (54) puede extraer un componente armónico a partir de la potencia de entrada al motor (7), o puede extraer componentes armónicos a partir de las tensiones de los condensadores (3a).

Aplicabilidad industrial

35 La presente divulgación es útil para un aparato de conversión de potencia que convierte la potencia de entrada en potencia predeterminada mediante conmutación.

Descripción de los caracteres de referencia

- 1 Aparato de conversión de potencia
- 2 Circuito convertidor
- 40 3 Enlace de CC
- 3a Condensador
- 4 Circuito inversor
- 5 Controlador
- 6 Fuente de alimentación de CA
- 45 7 Motor
- 54 Corrector de distorsión de tensión

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de conversión de potencia equipado con dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz) para realizar la conversión de potencia de la potencia de CA de entrada suministrada desde una fuente de alimentación de CA (6) a potencia de CA de salida que tiene una tensión predeterminada y una frecuencia predeterminada., y para suministrar la potencia CA de salida a un motor (7) conectado a la misma, comprendiendo el aparato:
- 5 un controlador (5) configurado para controlar la conmutación de los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz);
- un condensador (3a) configurado para suavizar una ondulación generada por la conmutación de los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz);
- 10 un controlador de corriente (53) configurado para dar salida valores de referencia de tensión (vd^* y vq^*) con el fin de controlar una corriente que fluye hacia el motor (7);
- caracterizado** por que
- el aparato comprende además
- 15 un corrector de distorsión de tensión (54) configurado para detectar un componente armónico causado por la distorsión en la potencia de entrada al motor, y para superponer valores de compensación (vd_h y vq_h) con el fin de distorsionar las corrientes del motor en una salida del controlador de corriente (53) de acuerdo con un valor del componente armónico para reducir el componente armónico.
2. El aparato de conversión de potencia de la reivindicación 1, en el que
- 20 el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para extraer el componente armónico de la potencia de entrada al motor (7).
3. El aparato de conversión de potencia de la reivindicación 1, en el que
- el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para extraer el componente armónico de una tensión del condensador (3a).
4. El aparato de conversión de potencia de la reivindicación 1, en el que
- 25 el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para extraer el componente armónico a partir de una corriente de entrada al aparato de conversión de potencia.
5. El aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que
- el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para realizar la transformada de Fourier en base a un período de un múltiplo integral de medio período de la fuente de alimentación de CA (6) para extraer el componente armónico.
- 30 6. El aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que
- el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para ajustar los valores de compensación (vd_h y vq_h) de acuerdo con un aumento/disminución en el componente armónico antes y después de cambiar los valores de compensación (vd_h y vq_h).
7. El aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que
- 35 el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para generar los valores de compensación (vd_h y vq_h), por lo que cada uno de los valores de compensación (vd_h y vq_h) tiene un componente de frecuencia que es $6n$ veces, donde n es un número entero, una frecuencia fundamental de una tensión del motor (7).
8. El aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que
- 40 el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para ajustar la amplitud de los valores de compensación (vd_h y vq_h) de acuerdo con una cualquiera de una velocidad de rotación, un par, o potencia eléctrica del motor (7).
9. El aparato de conversión de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que
- el corrector de distorsión de tensión (54) está configurado para ajustar al menos una de las fases o amplitud de los valores de compensación (vd_h y vq_h).

10. El aparato de conversión de potencia de la reivindicación 1, que además comprende:

un circuito convertidor (2) configurado para realizar una rectificación de onda completa de la potencia de CA de entrada, en el que

5 el condensador (3a) está conectado en paralelo a las salidas del circuito convertidor (2) para formar un enlace de CC (3) y genera una tensión de CC pulsante (vcc),

los dispositivos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy y Sz) forman un circuito inversor (4) para convertir una salida del enlace de CC (3) en potencia de CA mediante la conmutación y para suministrar potencia de CA al motor (7) y

el controlador (5) está configurado para controlar la conmutación de modo que las corrientes (iu, iv e iw) del motor (7) pulsen en sincronización con la pulsación de una tensión de alimentación (vin).

10

FIG.1

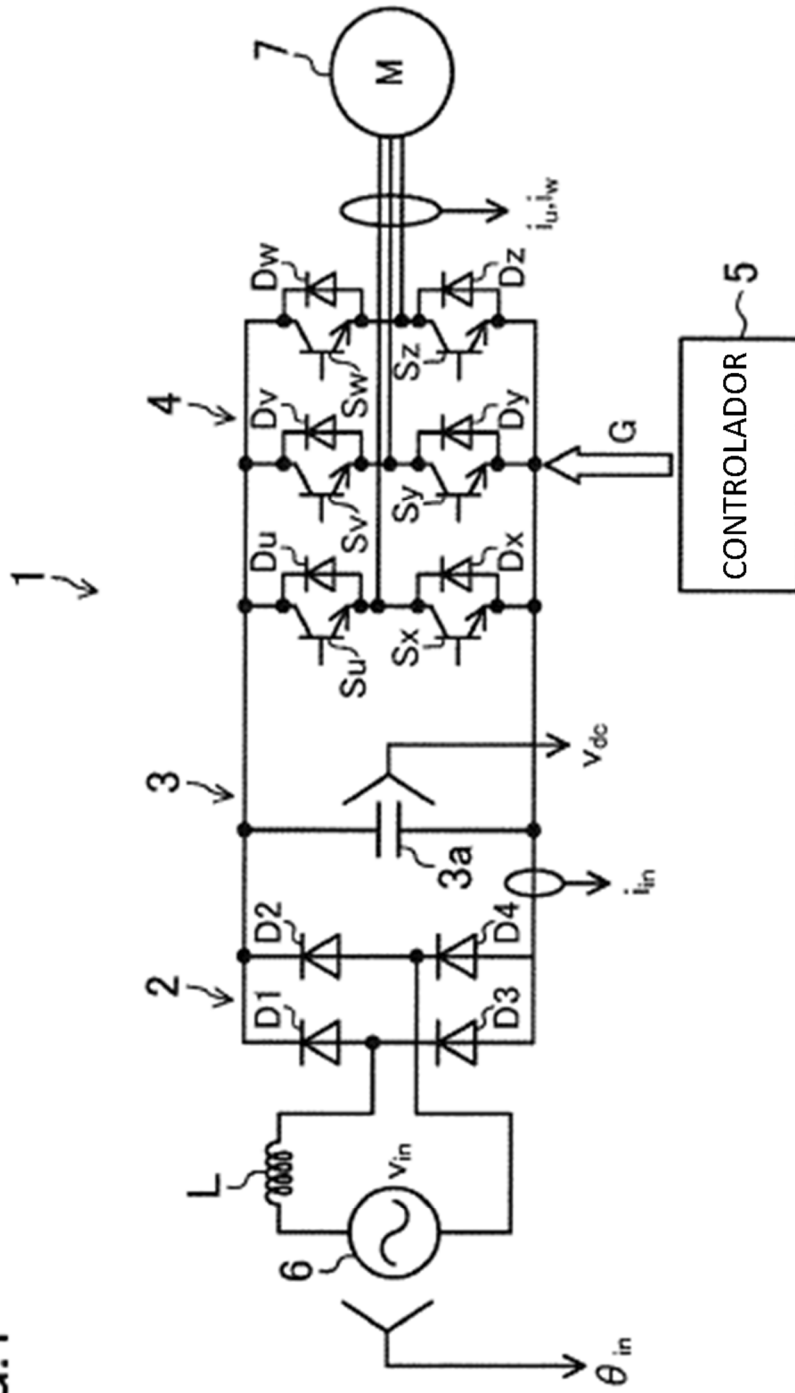
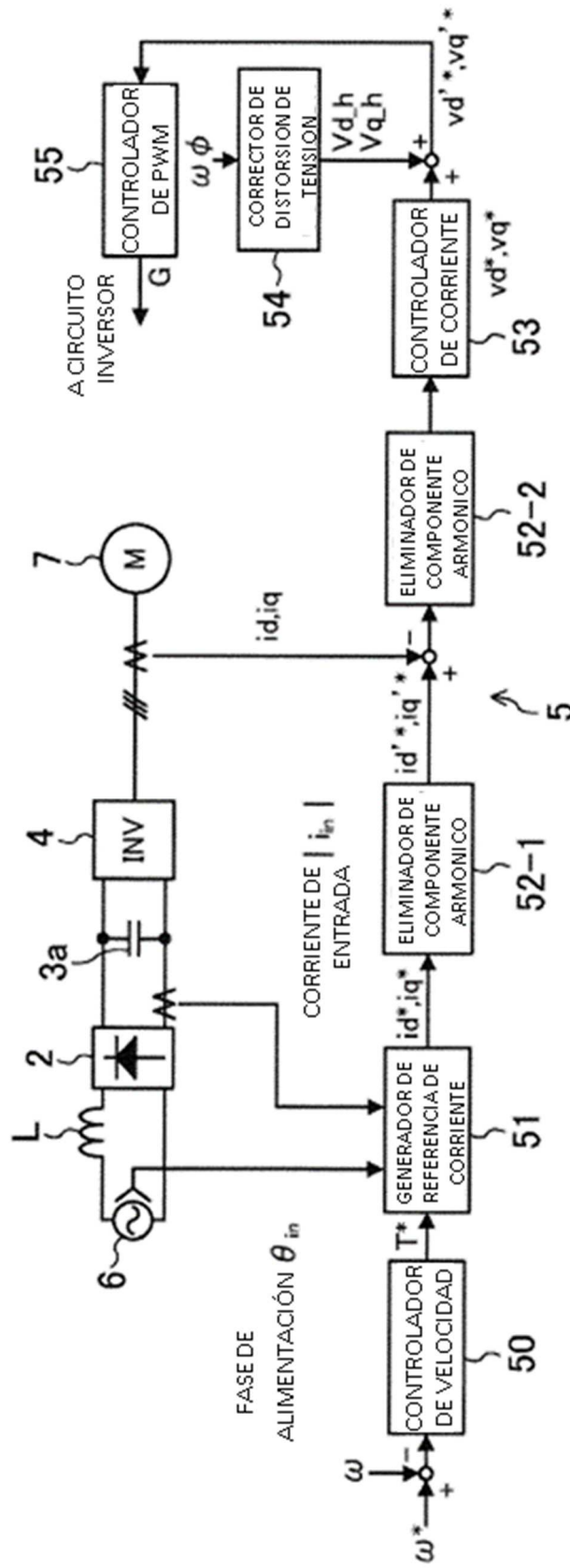


FIG.2



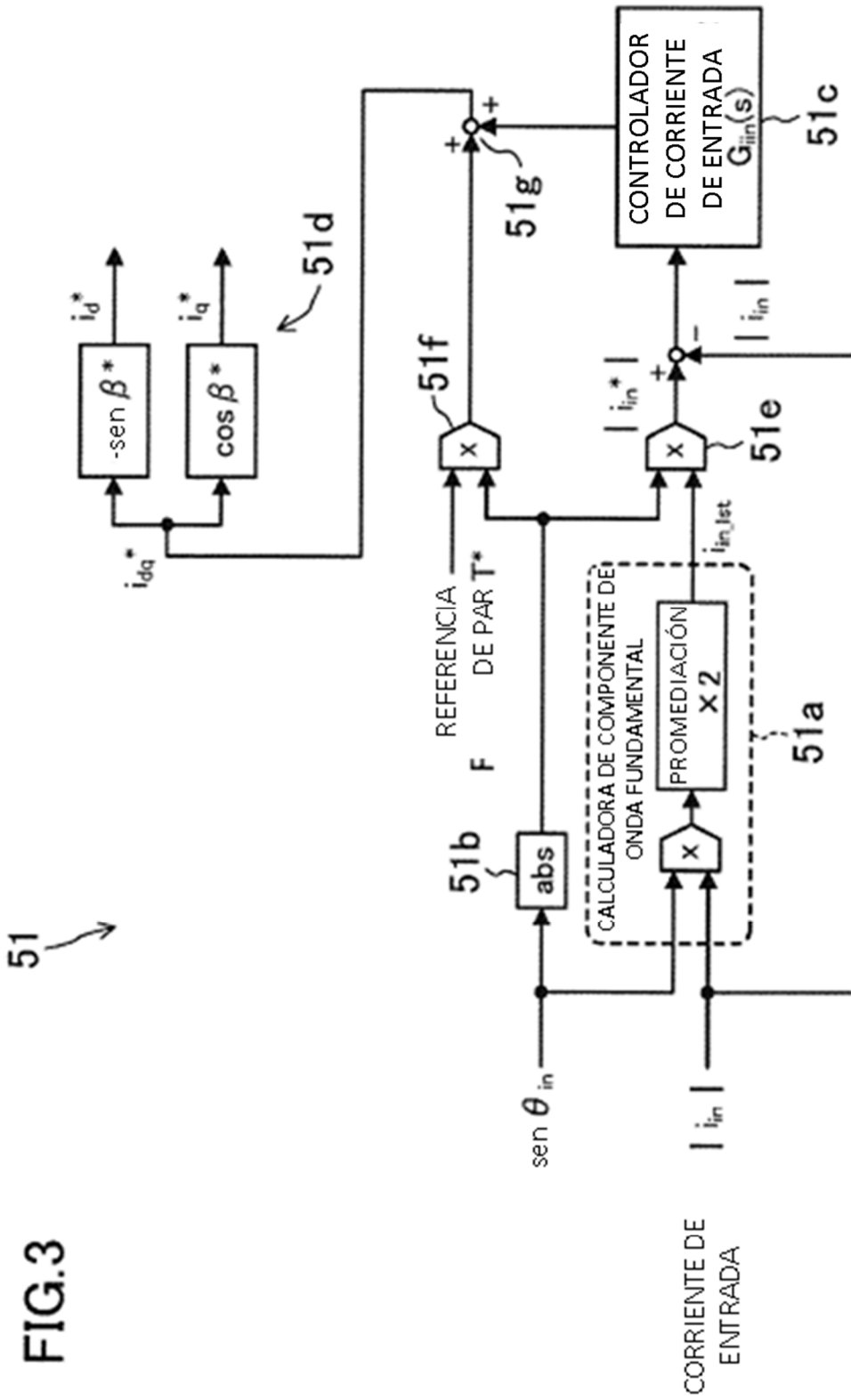


FIG.4

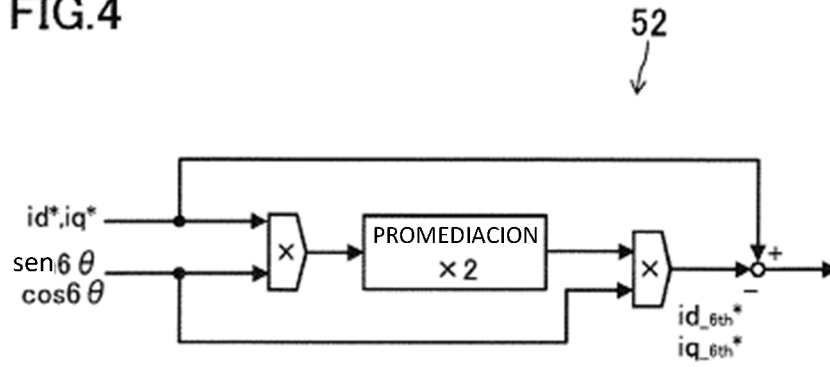


FIG.5

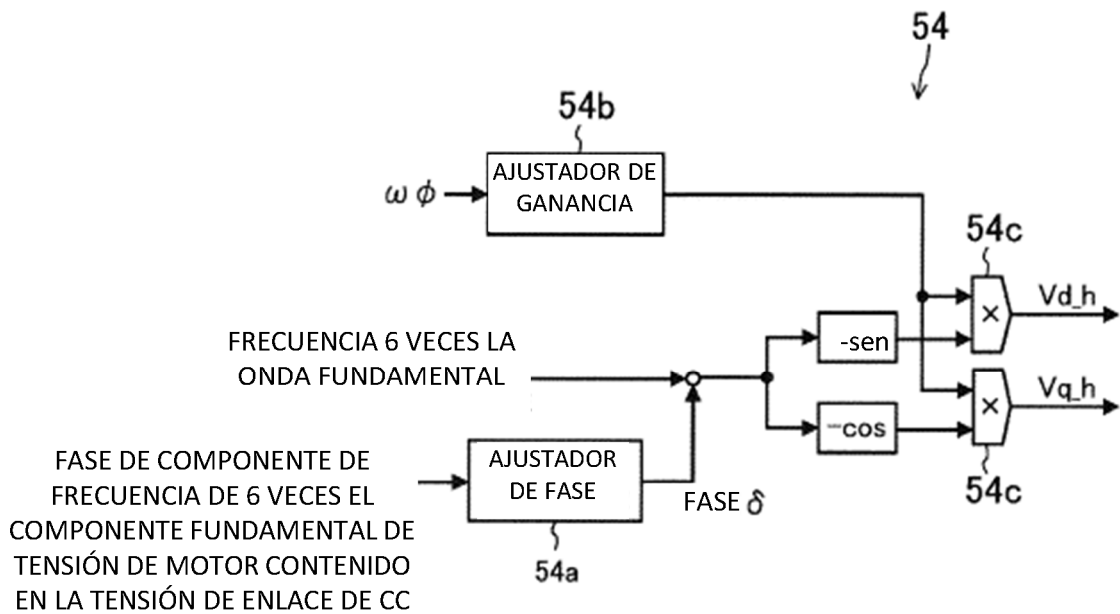


FIG.6

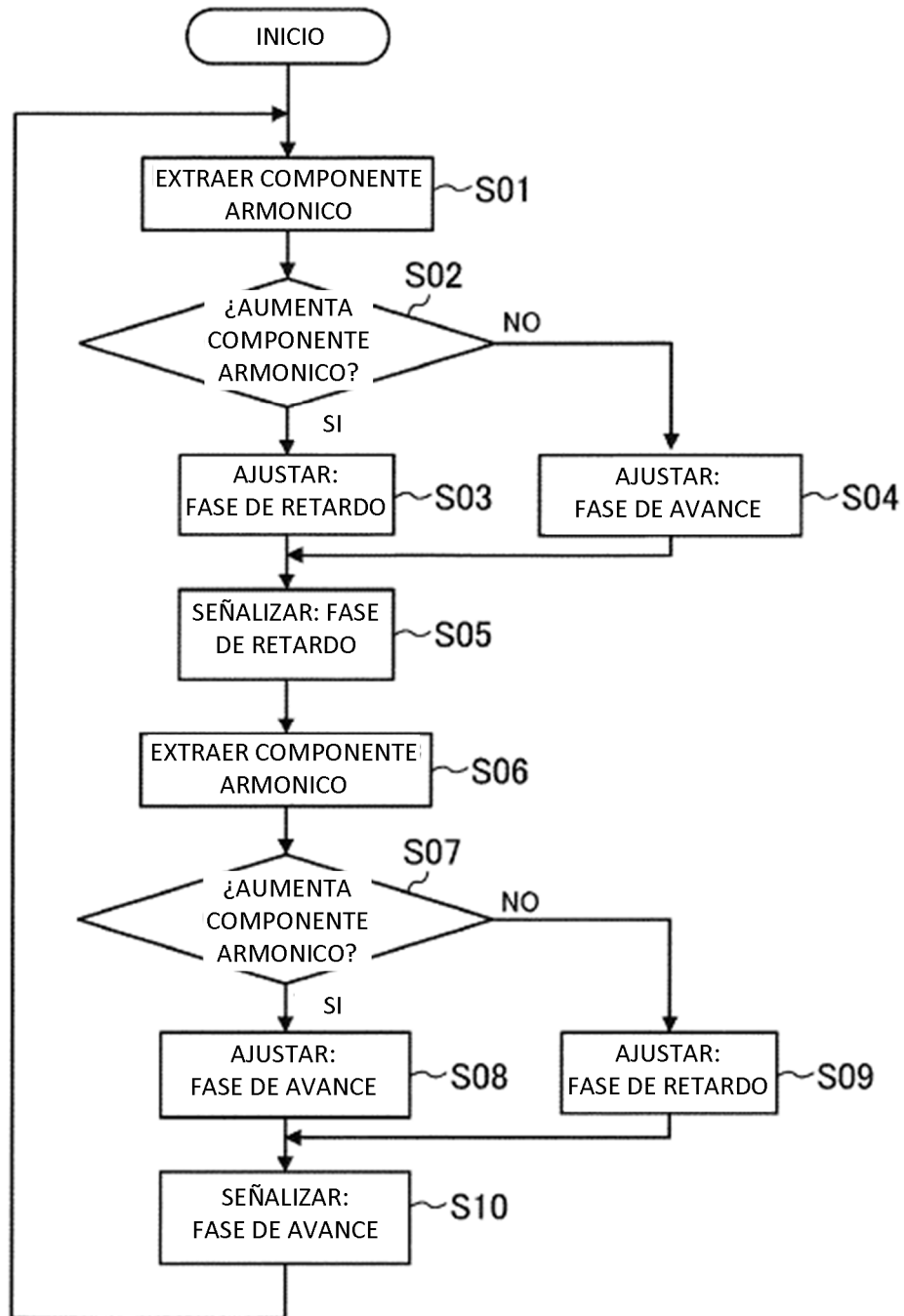


FIG.7A

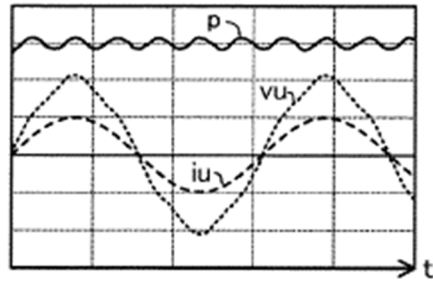


FIG.7B

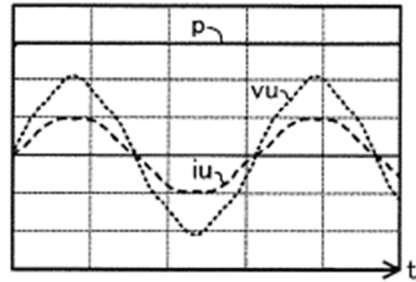


FIG.8

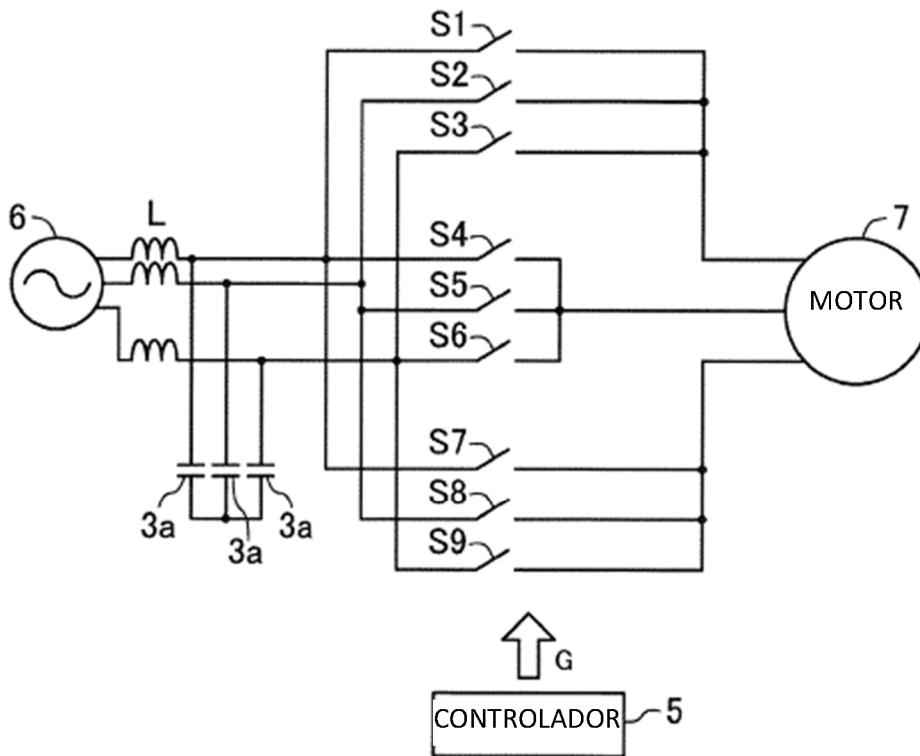


FIG.9

