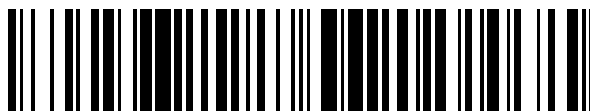


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 932**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/42** (2007.01)

**H02M 7/06** (2006.01)

**H02P 27/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2013 E 13162999 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2651021**

54 Título: **Dispositivo de control del convertidor y acondicionador de aire que incluye un dispositivo de control del convertidor**

30 Prioridad:

**12.04.2012 JP 2012090701**

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

**12.02.2020**

73 Titular/es:

**mitsubishi electric corporation (100.0%)  
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**OTORII, YU;  
SAITO, KATSUHIKO y  
FUKUDA, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 741 932 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 de control del convertidor y acondicionador de aire que incluye un dispositivo de control del convertidor

**Antecedentes de la invención**

## 1. Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de control del convertidor que controla un convertidor altamente eficiente instalado en un acondicionador de aire y un acondicionador de aire que incluye el dispositivo de control del convertidor.

## 2. Descripción de la técnica relacionada

10 Es conocido un dispositivo de control del convertidor convencional que obtiene una tensión rectificadora rectificando una tensión de una fuente de alimentación de corriente alterna con un circuito rectificador tal como un puente de diodos, y que mejora el factor de potencia usando un reactor de aumento de tensión y un elemento de conmutación semiconductor tal como un transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET) cuyo encendido/apagado es controlado mediante un control por modulación por ancho de pulsos (PWM). El control PWM del elemento de conmutación semiconductor se ejecuta usando una señal de onda triangular que tiene una frecuencia de conmutación fundamental constante, y por lo tanto la componente de frecuencia del ruido de conducción provocada con la operación de encendido/apagado del elemento de conmutación semiconductor tiene grandes valores de pico a frecuencias múltiples enteros de la frecuencia de conmutación fundamental. Además, ya que la ruta de conducción del ruido de conducción es complicada, una medida anti-ruido para evitar la propagación del ruido y la fuga a otras partes es también complicada. Por lo tanto, para lograr el diseño considerando una medida para filtrar la cantidad de ruido provocado, el diseño debe realizarse con la configuración de un nivel de referencia de diseño con un margen suficiente con respecto a los estándares domésticos e internacionales relacionados con el ruido radiado. Este estilo de diseño provoca el aumento del coste de fabricación, así como un aumento en el tamaño de la parte de la medida anti-ruido y el aumento del número de partes.

25 En conexión con esto, se ha producido un dispositivo de control del convertidor que reduce el valor de pico del ruido distribuyendo la componente de frecuencia del ruido provocado de tal manera que la frecuencia de conmutación fundamental de la señal de activación para controlar el encendido/apagado del elemento de conmutación semiconductor se controla de manera variable en base a un valor absoluto de una tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna (véase, por ejemplo, la solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública n.º 2004-282958 [Bibliografía 1 de Patente]).

30 En el dispositivo de control del convertidor convencional, ya que el control del encendido/apagado del elemento de conmutación semiconductor es ejecutado con una operación de conmutación usando una frecuencia fija (frecuencia de conmutación fundamental), el ruido de conducción electromagnético provocado debido a la operación de conmutación tiene grandes picos en las componentes de frecuencia en los múltiplos enteros de la frecuencia de conmutación fundamental. Por otro lado, un electrodoméstico tal como un acondicionador de aire necesita alcanzar los Estándares de Tensión Terminal de Ruido (Ley de Seguridad de Electrodomésticos y Materiales, el Estándar en el Artículo 2 o similar de la Ordenanza Ministerial) para restringir el ruido filtrado desde el aparato. Por lo tanto, al diseñar aparatos eléctricos, se necesitan conectar los filtros de ruido para limitar el ruido de conducción en una configuración multi-etapa usando un gran número de partes de filtro de ruido, y esto provoca un problema de aumento del área de ocupación de estas partes en la placa y también el aumento del coste de fabricación.

40 El dispositivo de control del convertidor descrito en la Bibliografía 1 de Patente ejecuta el control de la "fijación de una frecuencia  $f$  de conmutación de un conmutador  $Q1$  principal a una frecuencia  $f_{12}$  de límite inferior (por ejemplo, 20 kHz) cuando la tensión  $V_i$  de la fuente de alimentación de corriente alterna es igual o menor que una tensión  $EB$  de ajuste de límite inferior" "fijar la frecuencia  $f$  de conmutación del conmutador  $Q1$  principal a una frecuencia  $f_{11}$  de límite superior (por ejemplo, 100 kHz) cuando la tensión  $V_i$  de la fuente de alimentación de corriente alterna es igual o mayor que una tensión  $(VZ+EB)$  de ajuste de límite superior", y "cambiar de manera gradual la frecuencia  $f$  de conmutación desde la frecuencia  $f_{12}$  de límite inferior a la frecuencia  $f_{11}$  de límite superior cuando la tensión  $V_i$  de la fuente de alimentación de corriente alterna está en un intervalo entre la tensión  $EB$  de ajuste de límite inferior y la tensión  $(VZ+EB)$  de ajuste de límite superior", y por lo tanto la frecuencia de conmutación es aumentada en proporción al valor de la tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna.

50 Generalmente, el ruido de conmutación de un elemento semiconductor tiende a aumentar según la tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna resulta mayor. Por otro lado, el factor de potencia tiende a ser mejorado para que la eficiencia de conversión de potencia mejore según la frecuencia de conmutación sea mayor, ya que la forma de onda actual se puede acercar a la forma de onda de la tensión de corriente alterna según la frecuencia de conmutación sea mayor. Por lo tanto, en el control descrito en la Bibliografía 1 de Patente, se genera ruido, aunque la eficiencia de conversión de potencia se mejore, y existe el problema de que no es posible ejecutar el control a la vez que se considera tanto la cantidad de ruido provocado como la generación de pérdidas ya que están en relación de compensación la una con la otra.

A partir de la publicación de patente japonesa JP 2001/145358 A (SANYO ELECTRIC CO) del 25 de mayo del 2001 se conoce un dispositivo de control del convertidor, que controla la unidad de conmutación en base a la detección de cruces por cero. Sin embargo, el problema anteriormente identificado no es resuelto por el dispositivo descrito.

5 La presente invención se ha conseguido para solucionar los problemas anteriores, y un primer objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de control del convertidor que pueda lograr el control a la vez que considera tanto la cantidad de ruido provocado como la generación de pérdidas en un convertidor. Un segundo objetivo de la presente invención es proporcionar un acondicionador de aire que incluya un dispositivo de control del convertidor que ejecute el control a la vez que considera tanto la cantidad de ruido provocado como la generación de pérdidas y pueda realizar el control de la operación considerando tanto la generación de ruido como la generación de pérdidas.

### 10 **Compendio de la invención**

Es un objetivo de la presente invención solucionar al menos de manera parcial los problemas en la tecnología convencional.

15 Un aspecto de la presente invención proporciona un dispositivo de control del convertidor que controla un circuito principal del convertidor que incluye: un circuito de rectificación que rectifica la tensión de corriente alterna a partir de una fuente de alimentación de corriente alterna y emite una tensión de corriente continua entre las líneas de bus de corriente continua; un condensador de suavizado que suaviza la tensión de corriente continua; una unidad de conmutación que está hecha a partir de un elemento semiconductor y se proporciona entre las líneas de bus de corriente continua en un lado más cercano a la fuente de alimentación que al condensador de suavizado; un reactor que se proporciona en la línea de bus de corriente continua en un lado más cercano a la fuente de alimentación que a la unidad de conmutación; y un diodo anti retorno que se proporciona en la línea de bus de corriente continua entre el condensador de suavizado y la unidad de conmutación, y evita el flujo de retorno desde el condensador de suavizado al lado de la fuente de alimentación, comprendiendo el dispositivo de control del convertidor: una unidad de detección de cruces por cero de la tensión que detecta un cruce por cero de la tensión de corriente alterna y emite una señal de cruces por cero de la tensión; una unidad de detección de corriente de la fuente de alimentación que detecta una corriente de la fuente de alimentación de la fuente de alimentación de corriente alterna; una unidad de detección de la tensión de línea de bus que detecta una tensión en la línea de bus que es la tensión entre los terminales del condensador de suavizado; una unidad de generación de la señal de modulación por anchos de pulso (PWM) que genera una señal PWM para controlar el encendido/apagado de la unidad de conmutación, en base a la corriente de la fuente de alimentación, la tensión de línea de bus y el valor del comando de tensión de línea de bus es una tensión objetivo de la tensión de línea de bus; una unidad de detección del estado de tensión de la fuente de alimentación que detecta el estado de señal de la tensión de corriente alterna en base a la señal de cruces por cero; y una unidad de selección de la frecuencia de conmutación fundamental que selecciona una frecuencia de conmutación fundamental de la señal PWM en base al estado de señal de la tensión de corriente alterna, en donde la unidad de generación de la señal PWM genera la señal PWM en base a una señal de conmutación fundamental que tiene una frecuencia de conmutación fundamental seleccionada por la unidad de selección de la frecuencia de conmutación fundamental.

20 Los anteriores y otros objetivos, características, ventajas y significados técnicos e industriales de esta invención serán entendidos mejor mediante la lectura de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas ahora de la invención, al considerarla en conexión con los dibujos adjuntos.

### 25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de control del convertidor según una primera realización de la presente invención;

30 La figura 2 es una tabla que muestra la relación de correspondencia entre la fase de la tensión de la fuente de alimentación y la frecuencia de la señal de conmutación fundamental en la primera realización;

La figura 3 es una ilustración que muestra un ejemplo de forma de onda de una tensión  $E_a$  de referencia, una señal  $S_c$  de conmutación fundamental y una señal  $S_p$  PWM en la primera realización;

La figura 4 es una gráfica que muestra la distribución de frecuencia del ruido generado en la primera realización;

35 La figura 5 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de control del convertidor según una segunda realización de la presente invención;

La figura 6 es una tabla que muestra la relación de correspondencia entre el número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación y la frecuencia de la señal de conmutación fundamental en la segunda realización; y

La figura 7 son ilustraciones que muestran los ejemplos de forma de onda de la tensión  $E_a$  de referencia, la señal  $S_c$  de conmutación fundamental y la señal  $S_p$  PWM en la segunda realización.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

## Primera realización

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de sistema de un acondicionador de aire que incluye un dispositivo 10 de control del convertidor según una primera realización de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 1, el circuito 7 principal del convertidor se compone de un circuito 2 rectificador, un reactor 3, una unidad 4 de conmutación, un condensador 5 de suavizado, y un diodo 6 anti retorno. El circuito 2 rectificador tiene cuatro diodos conectados en una configuración de puente para la rectificación de onda completa de una tensión de corriente alterna suministrada a partir de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna. El reactor 3 tiene un primer extremo y un segundo extremo, de los cuales el primer extremo se conecta a un lado de salida positiva del circuito 2 rectificador, y suaviza la corriente. La unidad 4 de conmutación se conecta entre el segundo extremo del reactor 3 y un lado de salida negativa del circuito 2 rectificador, y realiza la conmutación entre las líneas de bus de corriente continua. El condensador 5 de suavizado se conecta entre el segundo extremo del reactor 3 y el lado de la salida negativa del circuito 2 rectificador, y suaviza la tensión de línea de bus de corriente continua. El diodo 6 de anti retorno se conecta entre el segundo extremo del reactor 3 y el lado del electrodo positivo del condensador 5 de suavizado, y evita el flujo de retorno de la corriente desde el condensador 5 de suavizado al circuito 2 rectificador. Se usa un conmutador semiconductor tal como un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) o un MOSFET como la unidad 4 de conmutación. Una tensión de salida de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna es una señal de onda sinusoidal que tiene una frecuencia constante.

Se conecta un circuito 8 inversor al condensador 5 de suavizado en paralelo y provoca el accionamiento rotatorio del motor 9. A pesar del motor de accionamiento del compresor instalado en el acondicionador de aire, se puede usar un motor de accionamiento de ventilador instalado en una unidad exterior o similar como el motor 9, el motor de accionamiento del compresor se indica aquí como el motor 9.

La configuración del dispositivo 10 de control del convertidor que controla el circuito 7 principal del convertidor se explica a continuación. Una unidad 11 de detección de la tensión de línea de bus mide la tensión de línea de bus que es la tensión entre los terminales del condensador 5 de suavizado, y emite un valor de la tensión de línea de bus. Una unidad 12 de detección de la corriente de la fuente de alimentación mide la corriente de línea de bus, y emite el valor de amplitud de corriente alterna. La detección de corriente es realizada usando una resistencia de derivación, un transformador de corriente, o similar. Una unidad 13 de detección de cruces por cero detecta el momento en el que la fase de la señal de tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna es de 0 grados, como un cruce por cero de la tensión.

Una unidad 14 de comando de tensión de línea de bus determina el valor del comando de tensión de línea de bus en base a un número de revoluciones objetivo del motor 9, que es el número de revoluciones objetivo del compresor que recibe instrucciones de un microordenador (no mostrado) en base a la operación de ejecución (tal como la conmutación de los ajustes de calentamiento/enfriamiento y temperatura) del acondicionador de aire indicados por el usuario. Una unidad 15 de generación de onda sinusoidal genera una señal de onda sinusoidal que está sincronizada con una fase de tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna, en base a la señal emitida de cruces por cero de la tensión por la unidad 13 de detección de cruces por cero de la tensión.

Una unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación, una unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental, y una unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental se coordinan y operan las unas con las otras, y generan una señal de conmutación fundamental que es una portadora de onda triangular que tiene una frecuencia seleccionada en base a la fase de la tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna. Los detalles de la operación se describen más adelante.

Los procesos de la unidad 14 de comando de tensión de línea de bus, la unidad 15 de generación de onda sinusoidal, la unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación, la unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental, y la unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental pueden ser realizados por un microordenador 25. Realizando de manera colectiva estos procesos en el microprocesador, es posible conseguir de manera fácil la reducción del número de partes y la personalización de los contenidos de los procesos en base a la modificación del programa de procesamiento.

Una unidad 19 de generación de la señal PWM genera una señal  $S_p$  PWM para accionar el circuito 7 principal del convertidor, en base a un valor del comando de tensión de línea de bus emitido por la unidad 14 de comando de tensión de línea de bus, una señal de onda sinusoidal emitida por la unidad 15 de generación de onda sinusoidal, una señal  $S_c$  de conmutación fundamental emitida por la unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental, y un valor de la tensión de línea de bus y un valor de la amplitud de la corriente de la fuente de alimentación detectado por la unidad 11 de detección de la tensión de línea de bus y la unidad 12 de detección de la corriente de la fuente de alimentación, respectivamente. La configuración del bloque de control dentro de la unidad 19 de generación de la señal PWM se describe más adelante. Una unidad 20 de accionamiento del convertidor realiza el control PWM del circuito 7 principal del convertidor controlando el encendido/apagado de la unidad 4 de conmutación en base a la señal PWM generada por la unidad 19 de generación de la señal PWM. La unidad 19 de generación de la señal PWM puede ser implementada mediante un circuito integrado de control dedicado (IC).

La operación del dispositivo 10 de control del convertor se explica a continuación. El dispositivo 10 de control del convertor calcula un valor objetivo de la amplitud de la corriente de la fuente de alimentación realizando el control 21 PI, que es un tipo de control de retroalimentación, con respecto a la diferencia entre el valor del comando de tensión de línea de bus emitido por la unidad 14 de comando de tensión de línea de bus y la tensión de línea de bus emitida por la unidad 11 de detección de la tensión de línea de bus. El dispositivo 10 de control del convertor realiza entonces el cálculo 22 de multiplicación de la multiplicación del valor la objetivo de la amplitud por la señal de onda sinusoidal emitida por la unidad 15 de generación de onda sinusoidal, que se sincroniza con la fase de la tensión de la fuente 1 de alimentación de la corriente alterna, para obtener un valor  $I_b$  del comando de corriente de la fuente de alimentación que tiene una forma de onda sinusoidal sincronizada con la fase de tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna.

Posteriormente, el dispositivo 10 de control del convertor calcula la tensión  $E_a$  de referencia ejecutando el control 23 PI con respecto a la diferencia entre el valor  $I_b$  del comando de corriente de la fuente de alimentación y el valor de la amplitud de la corriente de la fuente de alimentación emitido por la unidad 12 de detección de la corriente de la fuente de alimentación. El dispositivo 10 de control del convertor realiza después el cálculo 24 de comparación de la comparación de la tensión  $E_a$  de referencia con la señal  $S_c$  de conmutación fundamental que es una portadora de onda triangular emitida desde la unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental, y emite una señal  $S_p$  PWM que tiene un valor ENCENDIDO cuando el valor de la tensión  $E_a$  de referencia es igual o mayor que el valor de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental y el valor APAGADO cuando el valor de la tensión  $E_a$  de referencia es menor que el valor de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental.

La unidad 20 de accionamiento del convertor emite una señal  $S_g$  de accionamiento del convertor para accionar la unidad 4 de conmutación a un estado ENCENDIDO cuando la señal  $S_p$  PWM tiene el valor ENCENDIDO y accionar la unidad 4 de conmutación a un estado APAGADO cuando la señal  $S_p$  PWM tiene el valor APAGADO. De esta manera, el dispositivo 10 de control del convertor puede controlar el circuito 7 principal del convertor para que la tensión de línea de bus emitida desde el circuito 7 principal del convertor se haga corresponder con el valor del comando de tensión de línea de bus y el factor de potencia resulta sustancialmente igual a 1.

Se explica a continuación la unidad que genera la señal  $S_c$  de conmutación fundamental. La unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación cuenta el tiempo transcurrido a partir de la señal emitida de cruces por cero de la tensión desde la unidad 13 de detección de cruces por cero de la tensión, y calcula la fase de la tensión de la fuente de alimentación a partir del tiempo transcurrido y el ciclo de señal de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna. La fase de la tensión de la fuente de alimentación se representa como 0 grados en el momento en que se genera la señal de cruces por cero de la tensión, y un ciclo de la misma se representa como 360 grados.

La unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación funciona como una unidad de detección del estado de tensión de la fuente de alimentación que calcula la fase de la tensión en base a la señal de cruces por cero de la tensión, como un estado de señal de la tensión de corriente alterna de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna.

La unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental en base a la fase de la tensión de la fuente de alimentación calculada por la unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación. La figura 2 representa la relación de correspondencia entre la fase de la tensión de la fuente de alimentación y la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental. La unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona  $f_c + \alpha$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 0 grados y menor de 30 grados o igual o mayor de 150 grados y menor de 180 grados, donde  $f_c$  es la frecuencia central [Hz] y  $\alpha$  es la cantidad de corrección [Hz], selecciona  $f_c$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 30 grados y menor de 60 grados o igual o mayor de 120 grados y menor de 150 grados, y selecciona  $f_c - \alpha$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 60 grados y menor de 120 grados. Aquí,  $\alpha$  es mayor de 0, es decir,  $\alpha$  es un valor positivo. La frecuencia  $f_c$  central implica la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando no se realiza ninguna corrección de la frecuencia.

La unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental genera la señal  $S_c$  de conmutación fundamental que es una portadora de onda triangular que tiene la frecuencia seleccionada por la unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental. La señal  $S_c$  de conmutación fundamental se somete entonces al cálculo 24 de comparación con la tensión  $E_a$  de referencia como se describió anteriormente, en la que la señal  $S_p$  PWM es emitida en base a una relación de magnitud entre la señal  $S_c$  de conmutación fundamental y la tensión  $E_a$  de referencia. La figura 3 es un ejemplo de forma de onda que muestra la señal  $S_p$  PWM generada de esta manera junto con la señal  $S_c$  de conmutación fundamental y la tensión  $E_a$  de referencia. La frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental se puede cambiar en tres pasos en base a la fase de la tensión de la fuente de alimentación, y según este cambio, se cambia el ciclo de la señal  $S_p$  PWM. La unidad 20 de accionamiento del convertor emite la señal  $S_g$  de accionamiento del convertor para accionar el encendido/apagado de un terminal de puerta de la unidad 4 de conmutación en el momento del encendido/apagado de la señal  $S_p$  PWM. Con esta

configuración, es posible accionar la unidad 4 de conmutación con una señal de accionamiento que tenga una frecuencia (ciclo) que se cambia según la fase de la tensión de la fuente de alimentación.

Se reconoce que la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental es aumentada cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna es igual o mayor de 0 grados y menor de 30 grados o igual o mayor de 150 grados y menor de 180 grados, y disminuida cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 60 grados y menor de 120 grados, con referencia al caso en que la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 30 grados y menor de 60 grados o igual o mayor de 120 grados y menor de 150 grados. En respuesta a esto, la frecuencia de la señal  $S_p$  PWM se cambia de la misma manera.

Los efectos en el control del convertidor ejercidos por el dispositivo 10 de control del convertidor se explicación a continuación.

La eficiencia del circuito 7 principal del convertidor se describe primero. Cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna es igual o mayor de 30 grados y menor de 60 grados o igual o mayor de 120 grados y menor de 150 grados, la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor es la misma que la frecuencia  $f_c$  central, y por lo tanto la eficiencia del convertidor se fija como referencia en este momento. Cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación sea igual o mayor de 0 grados y menor de 30 grados o igual o mayor de 150 grados y menor de 180 grados, se hace el control de manera tal que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor resulte mayor que la frecuencia  $f_c$  central. Esto aumenta la frecuencia de conmutación de la unidad 4 de conmutación, y por lo tanto el factor de potencia del convertidor es mejorado, y la eficiencia del convertidor es mejorada en comparación al caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fija como la misma que la frecuencia  $f_c$  central. Por otro lado, cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 60 grados y menor de 120 grados, se hace el control de manera tal que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor resulte menor que la frecuencia  $f_c$  central, y por lo tanto la eficiencia del convertidor es disminuida en comparación al caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fija como la misma que la frecuencia  $f_c$  central. De esta manera, la eficiencia del circuito 7 principal del convertidor se cambia en tres pasos según el cambio de la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor. Sin embargo, debido a que el ancho del aumento y de la disminución de la frecuencia es de  $\pm\alpha$  y el ancho de la fase de la tensión de la fuente de alimentación en cada paso es la misma (un ancho de 60 grados), la eficiencia en todos los ciclos del circuito 7 principal del convertidor puede ser sustancialmente la misma que la eficiencia en el caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fija a la frecuencia  $f_c$  central.

Las pérdidas del circuito 7 principal del convertidor se describen a continuación. Cuando la fase de la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 0 grados y menor de 30 grados o igual o mayor de 150 grados y menor de 180 grados, se hace el control de manera tal que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor resulte mayor que la frecuencia  $f_c$  central, y por lo tanto la pérdida de conmutación de la unidad 4 de conmutación se aumenta en comparación al caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fija como la misma que la frecuencia  $f_c$  central. Sin embargo, en este intervalo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación, el valor de la amplitud de la tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna es pequeño en comparación con el valor de amplitud máximo, y por consiguiente la corriente de la fuente de alimentación es también pequeña. Por lo tanto, es posible contener el aumento del ancho de las pérdidas del circuito 7 principal del convertidor. Por otro lado, cuando la tensión de la fuente de alimentación es igual o mayor de 60 grados y menor de 120 grados, se hace el control de manera tal que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor resulte menor que la frecuencia  $f_c$  central, y por lo tanto se disminuyen las pérdidas del convertidor en comparación al caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fije como la misma que la frecuencia  $f_c$  central. De esta manera, las pérdidas del circuito 7 principal del convertidor se cambian en tres pasos según el cambio de la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor. Sin embargo, de la misma manera que la eficiencia del circuito 7 principal del convertidor, es posible lograr que las pérdidas en la fase de la tensión de la fuente de alimentación del circuito 7 principal del convertidor sean sustancialmente las mismas que las pérdidas en el caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fije a la frecuencia  $f_c$  central.

El ruido generado por el circuito 7 principal del convertidor se describe a continuación. El ruido es generado debido a la operación de conmutación de la unidad 4 de conmutación. La figura 4 representa el ruido generado por el circuito 7 principal del convertidor como una tensión terminal de ruido respecto a una frecuencia de ruido. La figura 4(a) representa el ruido generado cuando la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental se fija a un valor constante como en un dispositivo de control del convertidor convencional para su comparación, y la figura 4(b) representa el ruido generado en el dispositivo 10 de control del convertidor según la primera realización.

Como se muestra en la figura 4(a), en un dispositivo de control del convertidor convencional, ya que la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental es fija, existe un pico de ruido a una frecuencia específica, y para este valor de pico se puede no satisfacer la referencia de los Estándares de Tensión Terminal de Ruido que es un valor de restricción de ruido. Por otro lado, tal como se muestra en la figura 4(b), en el dispositivo 10 de control del convertidor según la primera realización, ya que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se cambia según la fase de la tensión de la fuente de alimentación de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna, es posible

distribuir las frecuencias de las componentes de ruido generadas en un amplio intervalo de frecuencias, para que el valor de pico del ruido disminuya. Por lo tanto, es posible restringir la componente de frecuencia de ruido para satisfacer la referencia de los Estándares de Tensión Terminal de Ruido.

5 Tal como se describió anteriormente, en el dispositivo de control del convertidor según la primera realización, la frecuencia de la señal Sg de accionamiento del convertidor para el cambio de encendido/apagado de la unidad de conmutación del circuito principal del convertidor se cambia en base a la fase de la tensión de la fuente de alimentación de la fuente de alimentación de corriente alterna, y por lo tanto es posible conseguir la distribución de las componentes de frecuencia de ruido generadas desde el dispositivo convertidor y la reducción del ruido de pico a la vez que se mantiene la eficiencia y las pérdidas del convertidor a los mismos niveles que la eficiencia y las pérdidas de un dispositivo convertidor convencional, con una influencia limitada sobre las pérdidas y la eficiencia del convertidor.

Aunque la unidad 4 de conmutación se realiza mediante un conmutador semiconductor tal como un IGBT o un MOSFET en las explicaciones anteriores, no sólo se puede usar un semiconductor de silicio (Si) sino también un semiconductor de banda prohibida ancha para el semiconductor. El material del semiconductor de banda prohibida ancha incluye, por ejemplo, el carburo de silicio (SiC), un material basado en nitruro de galio (GaN), el diamante.

15 Una unidad de conmutación hecha a partir de semiconductor de banda prohibida ancha tiene un tiempo de conmutación considerablemente corto comparado con una unidad de conmutación hecha a partir de un semiconductor basado en Si (igual o menos que aproximadamente 1/10 del tiempo de conmutación del semiconductor basado en Si), y por lo tanto es posible conseguir unas pequeñas pérdidas de conmutación y rendimiento para una alta frecuencia. Además, ya que su resistencia es pequeña, es posible también reducir enormemente las pérdidas del estado estacionario (para ser iguales o menores que aproximadamente 1/10 de las pérdidas del estado estacionario del semiconductor basado en Si. Por lo tanto, la gran eficiencia de la unidad de conmutación se puede alcanzar por medio del semiconductor de banda prohibida ancha. Además, usando el semiconductor de banda prohibida ancha, es posible realizar la operación de alta frecuencia de la unidad 4 de conmutación y fijar el ancho de cambio de la frecuencia de conmutación fundamental seleccionada mediante la unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental a un valor mayor. Por ejemplo, si la frecuencia de conmutación fundamental se cambia en tres o más pasos para que el ancho del cambio de la frecuencia de conmutación fundamental sea aumentado en toda el área de la fase de la tensión de la fuente de alimentación, entonces las frecuencias de las componentes del ruido de conducción generadas a partir del circuito principal del convertidor se pueden distribuir más, haciendo posible de este modo reducir más el ruido de pico. Esto hace posible simplificar la configuración del filtro de ruido, reducir el número de partes, reducir el área ocupada en la placa, y conseguir una reducción del coste de fabricación.

#### Segunda realización

El dispositivo de control del convertidor según la primera realización cambia la frecuencia de la señal Sg de accionamiento del convertidor en base a la fase de la tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna. Mientras tanto, en una segunda realización de la presente invención un dispositivo de control del convertidor cambia la frecuencia de la señal Sg de accionamiento del convertidor en base al número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna. En las siguientes explicaciones, el número de ciclos es un tiempo obtenido contando ciclos en unidades de un ciclo de la tensión de la fuente de alimentación de corriente alterna.

La configuración del dispositivo de control del convertidor según la segunda realización se muestra en la figura 5. La diferencia de la configuración de la primera realización (figura 1) es que la unidad 26 de cálculo del número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación y la unidad 27 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental se proporcionan en lugar de la unidad 16 de cálculo de la fase de la tensión de la fuente de alimentación y la unidad 17 de selección de la frecuencia de conmutación. Las configuraciones de la segunda realización distintas de la diferencia son idénticas a aquellas de la primera realización, y por tanto los elementos constituyentes de la segunda realización idénticos a aquellos de la primera realización son designados mediante los mismos signos de referencia y las explicaciones de los mismos se omitirán.

La unidad 26 de cálculo del número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación cuenta el número de ciclos de una señal de tensión (también referido como "número de ciclos de la tensión") de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna a partir de la señal de cruces por cero de la tensión emitida desde la unidad 13 de detección de cruces por cero de la tensión. Específicamente, se proporciona un contador síncrono que puede contar desde 1 a N (N es un número predeterminado), y la señal de cruces por cero de la tensión se usa como señal de reloj del contador síncrono, a través de la cual el contador síncrono cuenta en el momento en que se activa la señal de cruces por cero de la tensión. Con esta configuración, el número de ciclos de la tensión de la fuente 1 de alimentación de corriente alterna se puede calcular en un intervalo de 1 a N. Cuando el valor de contador del contador síncrono resulta N, el contador vuelve a 1 y continúa la cuenta, mediante lo cual el número de ciclos de la tensión se puede calcular de una manera continua. En las siguientes explicaciones, N se fija a 60.

La unidad 26 de cálculo del número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación funciona como una unidad de detección del estado de la tensión de la fuente de alimentación que calcula el número de ciclos de la tensión en

base a la señal de cruces por cero de la tensión, como un estado de señal de la tensión de corriente alterna de la fuente 1 de alimentación de la corriente alterna.

La unidad 27 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona la señal  $S_c$  de conmutación fundamental en base al número de ciclos de la tensión calculados por la unidad 26 de cálculo del número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación. La figura 6 representa la relación de correspondencia entre el número de ciclos de la tensión (número de ciclos de la tensión) y la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental. La unidad 27 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona  $f_c + \beta$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando el número de ciclos de la tensión es igual o mayor de 0 e igual o menor de 20, donde  $f_c$  es la frecuencia central [Hz] y  $\beta$  es una cantidad de corrección [Hz], selecciona  $f_c$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando el número de ciclos de la tensión es igual o mayor de 21 e igual o menor de 40, y selecciona  $f_c - \beta$  como la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando el número de ciclos de la tensión es igual o mayor de 41 e igual o menor de 60. La frecuencia  $f_c$  central es la frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental cuando no se realiza ninguna corrección de la frecuencia. Aunque sólo es necesario que  $\beta$  no sea igual a 0 ( $\beta \neq 0$ ), en las siguientes descripciones,  $\beta$  es mayor de 0 ( $\beta > 0$ ), es decir,  $\beta$  se fija a un valor positivo.

La unidad 18 de generación de la señal de conmutación fundamental genera la señal  $S_c$  de conmutación fundamental que es una portadora de onda triangular que tiene una frecuencia seleccionada mediante la unidad 27 de selección de la frecuencia de conmutación fundamental. Las operaciones de la unidad 19 de generación de la señal PWM y las unidades posteriores son las mismas que aquellas de la primera realización. La figura 7 es una gráfica de tiempo de la señal  $S_p$  PWM generada de esta manera junto con la señal  $S_c$  de conmutación fundamental y la tensión  $E_a$  de referencia. La frecuencia de la señal  $S_c$  de conmutación fundamental se puede cambiar en tres pasos según el número de ciclos de la tensión, y, por consiguiente, la frecuencia de la señal  $S_p$  PWM también se cambia en tres pasos. Con esta configuración, es posible accionar la unidad 4 de conmutación con la señal  $S_g$  de accionamiento teniendo la frecuencia que se cambia en base al número de ciclos de la tensión.

Los efectos ejercidos en el control del convertidor por el dispositivo 10 de control del convertidor configurado como se describió anteriormente se explican a continuación. La eficiencia del circuito 7 principal del convertidor es descrita primero. La eficiencia del circuito 7 principal del convertidor se cambia en tres pasos según el cambio de la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor. Sin embargo, ya que el ancho del aumento y la disminución de la frecuencia es  $\pm \beta$  y el ancho del número de ciclos de la tensión de la fuente de alimentación en cada paso es la misma (un ancho de 20 ciclos), es posible lograr la eficiencia en todos los ciclos del circuito 7 principal del convertidor que es sustancialmente la misma que la eficiencia en el caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fije a la frecuencia  $f_c$  central.

Además, las pérdidas del circuito 7 principal del convertidor se cambian también en tres pasos según el cambio de la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor. Sin embargo, de la misma manera que la eficiencia del circuito 7 principal del convertidor, es posible conseguir que las pérdidas en todos los ciclos de la tensión del circuito 7 principal del convertidor sean sustancialmente las mismas que las pérdidas en el caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se fije a la frecuencia  $f_c$  central.

El ruido generado en el circuito 7 principal del convertidor se explica a continuación. Ya que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se cambia con un  $\pm \beta$  centrado alrededor de la frecuencia  $f_c$  central, es posible distribuir las frecuencias de las componentes de ruido generadas a un amplio intervalo de frecuencias, para que el valor de pico del ruido sea disminuido. Por lo tanto, es posible restringir una componente de frecuencia específica del ruido para cumplir con los Estándares de Tensión Terminal del Ruido.

La descripción anterior se dirige al caso en que la frecuencia de la señal  $S_g$  de accionamiento del convertidor se cambie en tres pasos, pero la frecuencia puede ser cambiada en múltiples pasos ( $M$  pasos, donde  $M$  es un número entero positivo) y  $M$  se puede fijar a un valor grande, a través de lo cual es posible reducir aún más el valor de pico del ruido.

El dispositivo de control del convertidor según la presente invención puede conseguir la distribución de las componentes de frecuencia generadas del ruido a partir de un circuito principal del convertidor y la reducción del ruido de pico mientras que mantiene la eficiencia y las pérdidas generadas del circuito principal del convertidor en los mismos niveles que la eficiencia y las pérdidas generadas de un circuito principal de un convertidor convencional.

Aunque la invención se ha descrito con respecto a realizaciones específicas con el fin de obtener una descripción clara y completa., las reivindicaciones adjuntas no han de ser limitadas, por tanto, sino que se han de interpretar como que realizan todas las modificaciones y construcciones alternativas que se le pueden ocurrir a alguien experto en la técnica que caigan completamente dentro de la enseñanza básica que se expone en la presente memoria.



**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (10) de control del convertor que controla un circuito (7) principal del convertor que incluye:
- un circuito (2) rectificador que rectifica la tensión de corriente alterna de una fuente (1) de alimentación de corriente alterna y emite una tensión de corriente continua entre las líneas de bus de corriente continua;
- 5 un condensador (5) de suavizado que suaviza la tensión de corriente continua;
- una unidad (4) de conmutación que está hecha a partir de un elemento semiconductor y se proporciona entre las líneas de bus de corriente continua en un lado más cercano a la fuente (1) de alimentación que al condensador (5) de suavizado;
- 10 un reactor (3) que se proporciona en la línea de bus de corriente continua en un lado más cercano a la fuente (1) de alimentación que la unidad (4) de conmutación; y
- un diodo (6) anti retorno que se proporciona en la línea de bus de corriente continua entre el condensador (5) de suavizado y la unidad (4) de conmutación, y evita el flujo de retorno desde el condensador (5) de suavizado hacia el lado de la fuente (1) de alimentación,
- comprendiendo el dispositivo (10) de control del convertor:
- 15 - una unidad (13) de detección de cruces por cero de la tensión que detecta un cruce por cero de la tensión de corriente alterna y emite una señal de cruces por cero de la tensión;
- una unidad (12) de detección de corriente de la fuente de alimentación que detecta una corriente de fuente de alimentación de la fuente (1) de alimentación de corriente alterna;
- 20 - una unidad (11) de detección de la tensión de línea de bus que detecta la tensión de línea de bus que es la tensión entre los terminales del condensador (5) de suavizado;
- una unidad (19) de generación de la señal de modulación por ancho de pulsos (PWM) que genera una señal PWM para controlar el encendido/apagado de la unidad (4) de conmutación, en base a la corriente de la fuente de alimentación, la tensión de línea de bus y el valor del comando de tensión de línea de bus que es una tensión objetivo de la tensión de línea de bus;
- 25 - una unidad (16) de detección del estado de tensión de la fuente de alimentación que detecta un estado de señal de la tensión de corriente alterna en base a la señal de cruces por cero de la tensión; y
- una unidad (17) de selección de la frecuencia de conmutación fundamental que selecciona la frecuencia de conmutación fundamental de la señal PWM en base al estado de señal de la tensión de corriente alterna,
- 30 en donde la unidad (19) de generación de la señal PWM genera la señal PWM en base a la señal de conmutación fundamental que tiene una frecuencia de conmutación fundamental seleccionada por la unidad (17) de selección de la frecuencia de conmutación fundamental.
2. El dispositivo (10) de control del convertor según la reivindicación 1, en donde
- la unidad (16) de detección del estado de tensión de la fuente de alimentación calcula una fase de la tensión de la fuente (1) de alimentación de corriente alterna en base a la señal de cruces por cero de la tensión, como el estado
- 35 de la señal de la tensión de corriente alterna, y
- la unidad (17) de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona la frecuencia de conmutación fundamental de la señal PWM en base a la fase de la tensión.
3. El dispositivo (10) de control del convertor según la reivindicación 1, en donde
- la unidad (26) de detección del estado de la tensión de la fuente de alimentación calcula el número de ciclos de la
- 40 tensión de la fuente (1) de alimentación de corriente alterna en base a la señal de cruces por cero de la tensión, según el estado de la señal de la tensión de corriente alterna, y
- la unidad (27) de selección de la frecuencia de conmutación fundamental selecciona una frecuencia de conmutación fundamental de la señal PWM en base al número de ciclos de la tensión.
4. El dispositivo (10) de control del convertor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad
- 45 (4) de conmutación está formada por un elemento semiconductor de banda prohibida ancha.
5. El dispositivo (10) de control del convertor según la reivindicación 4, en donde el material del elemento semiconductor de banda prohibida ancha es el carburo de silicio (SiC), un material basado en nitruro de galio (GaN), o el diamante.

6. Un acondicionador de aire que comprende:

el dispositivo (10) de control del convertidor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5;

un circuito (7) principal del convertidor que es controlado por el dispositivo (10) de control del convertidor; y

5 un inversor (8) que convierte la potencia de corriente continua emitida desde el circuito (7) principal del convertidor en potencia de corriente alterna para accionar un motor (9).



FIG.2

FASE DE LA TENSIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	FRECUENCIA DE LA SEÑAL $S_c$ DE CONMUTACIÓN FUNDAMENTAL
0° - 30° , 150° - 180°	$f_c + \alpha$
30° - 60° , 120° - 150°	$f_c$
60° - 120°	$f_c - \alpha$

\* DONDE  $\alpha > 0$

FIG.3

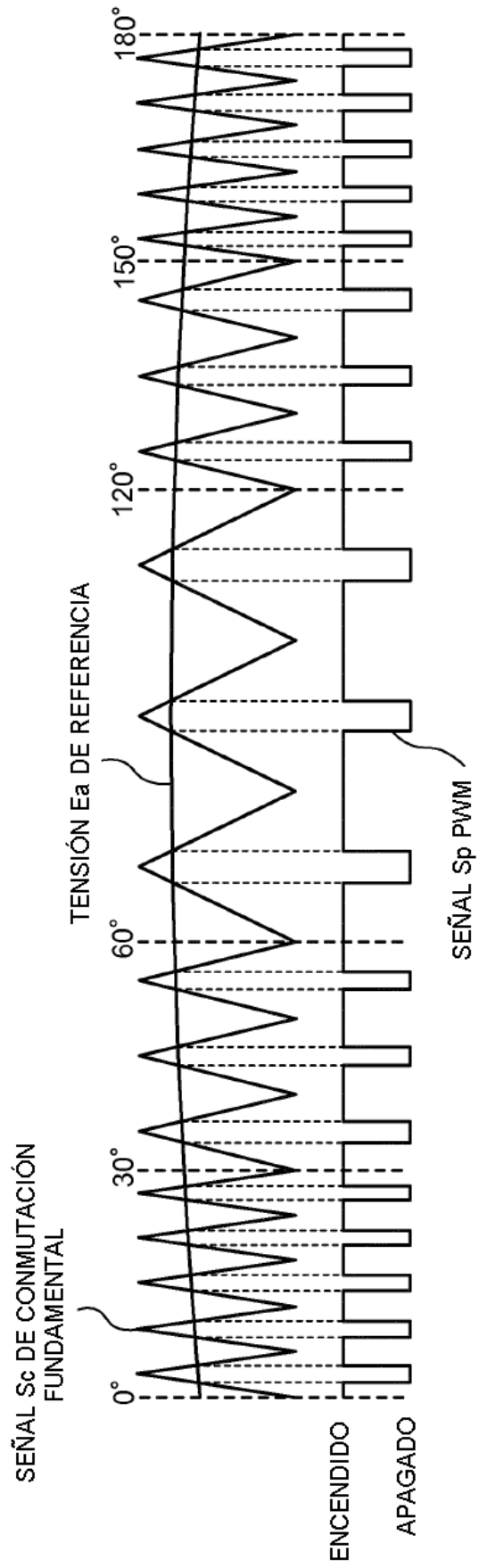
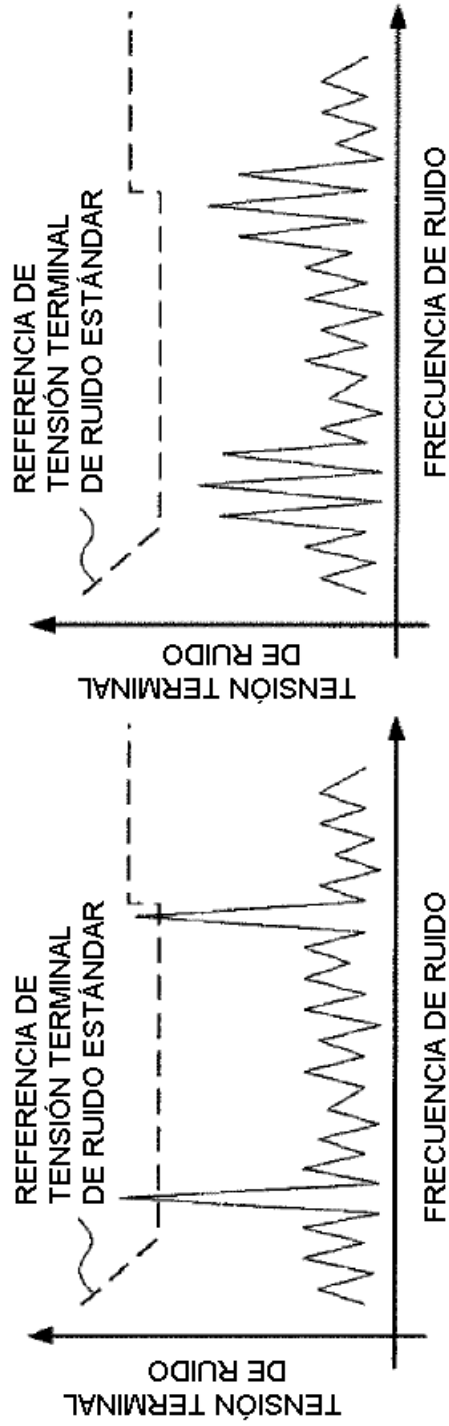


FIG.4



(a) CUANDO LA FRECUENCIA DE CONMUTACION FUNDAMENTAL ES CONSTANTE  
(b) CUANDO LA FRECUENCIA DE CONMUTACION FUNDAMENTAL ES VARIABLE

FIG.5

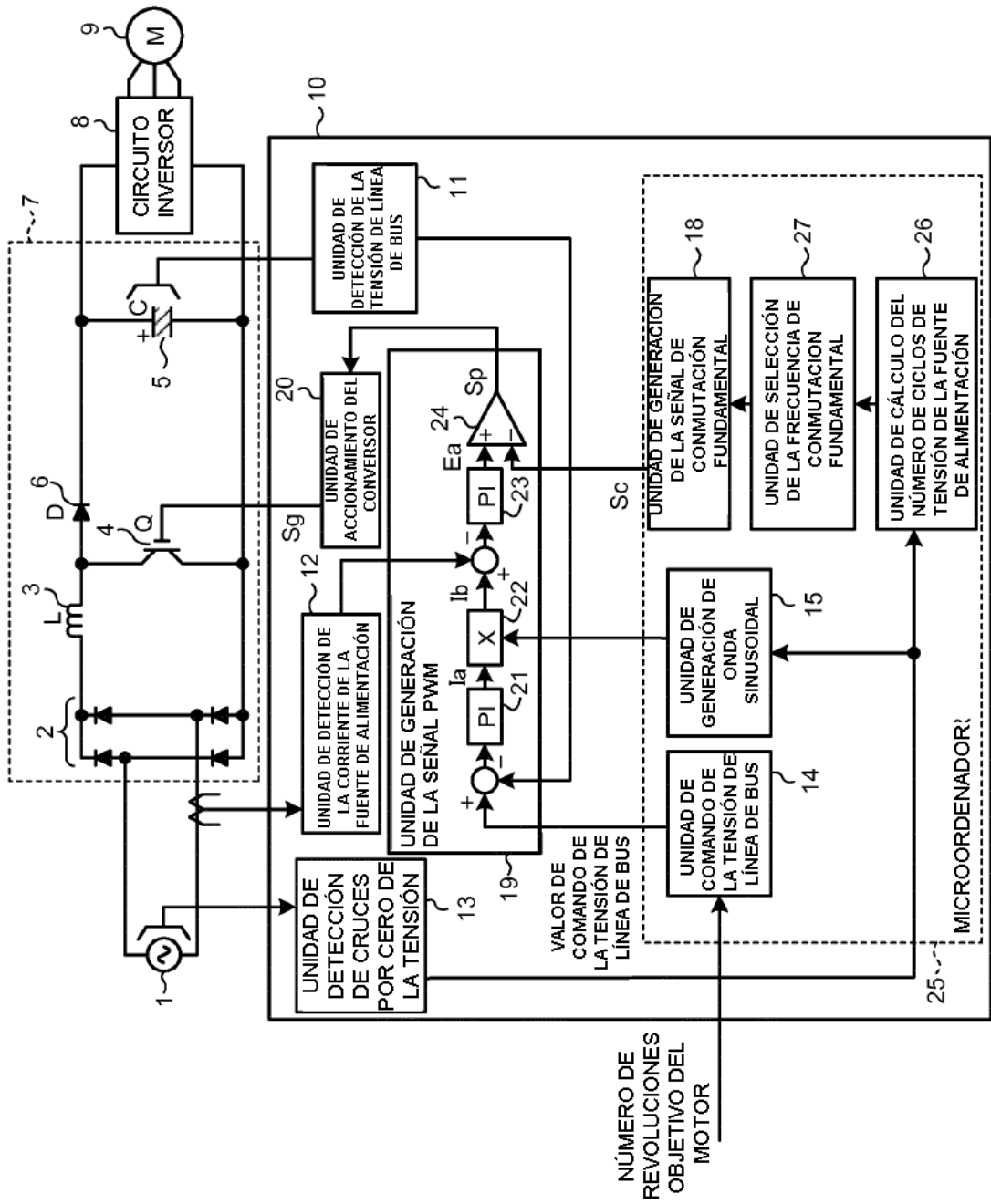


FIG.6

NÚMERO DE CICLOS DE LA TENSION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION	FRECUENCIA DE LA SEÑAL Sc DE CONMUTACION FUNDAMENTAL
1-20 CICLOS	$fc + \beta$
21-40 CICLOS	$fc$
41-60 CICLOS	$fc - \beta$



FIG.7

