

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 837 123**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)
F25B 30/02 (2006.01)
H02M 7/53 (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)
H02M 7/5387 (2007.01)
H02P 29/62 (2006.01)
H02P 27/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2010** **PCT/JP2010/073007**
87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012** **WO12086010**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2010** **E 10861140 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020** **EP 2657626**

54 Título: **Dispositivo de bomba de calor, sistema de bomba de calor y método para controlar un inversor trifásico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.06.2021

73 Titular/es:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3 Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
HATAKEYAMA, KAZUNORI;
MATSUSHITA, SHINYA;
KUSUBE, SHINSAKU y
MAKINO, TSUTOMU

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 837 123 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 bomba de calor, sistema de bomba de calor y método para controlar un inversor trifásico

Campo

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de bomba de calor, a un sistema de bomba de calor y a un método para controlar un inversor.

Antecedentes

10 En la Literatura de Patente 1, hay una descripción de cómo hacer que una débil corriente de fase abierta de alta frecuencia fluya a un devanado de un motor para calentar el devanado del motor cuando la cantidad de refrigerante líquido retenido en un compresor alcanza un valor predeterminado o superior. Por consiguiente, se evita el fallo por rotura del compresor, evitando la compresión del líquido debido al inicio de una operación en un estado en el que se retiene un refrigerante líquido en el compresor.

15 En la Literatura de Patente 2, hay una descripción del control de un ciclo de encendido/apagado de un elemento de conmutación para invertir periódicamente la dirección de una corriente que fluye a la bobina del estator de un motor. Con esta técnica, no solo se realiza la generación de calor debido a pérdida óhmica, sino también la generación de calor debido a pérdida por histéresis, de modo que se puede realizar un precalentamiento suficiente con un menor consumo de corriente, mejorando así la eficiencia energética.

Lista de citas

Literaturas de Patentes

Literatura de Patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 8-226714

20 Literatura de Patente 2: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 11-159467

El documento EP2629029A1 divulga que una unidad de selección 23 conmuta entre una fase p y una fase n diferente de la fase p sustancialmente en 180 grados, y emite una de las mismas en sincronización con una señal portadora. Una unidad de generación de comando de tensión 25 genera y emite valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* basados en la fase emitida por la unidad de selección 23. Una unidad de generación de PWM 26 genera valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* corrigiendo los valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* emitidos por la unidad de generación de comando de tensión 25 según un método predeterminado, y genera seis señales de accionamiento correspondientes a elementos de conmutación del inversor 9 en base a los valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* y a la señal portadora. La unidad de generación de PWM 26 envía las señales de accionamiento generadas a los elementos de conmutación correspondientes del inversor trifásico, para hacer que el inversor genere una tensión de CA de alta frecuencia.

El documento EP 2613 106 A1 describe un dispositivo de bomba de calor. El dispositivo de bomba de calor comprende un compresor que tiene un mecanismo de compresión que comprime un refrigerante. Además, el dispositivo de bomba de calor comprende un motor que opera el mecanismo de compresión proporcionado en el compresor. Además, el dispositivo de bomba de calor comprende un inversor trifásico que aplica una tensión predeterminada al motor y se configura conectando circuitos conectados en serie de dos elementos de conmutación en paralelo para tres fases. Además, el dispositivo de bomba de calor comprende una unidad de control del inversor que controla el inversor trifásico. La unidad de control del inversor incluye una unidad de conmutación de fase que conmuta una fase $\theta 1$ y una fase $\theta 2$ diferente de la fase $\theta 1$ sustancialmente en 180 grados y emite la fase, sincrónicamente con una señal de referencia que tiene una frecuencia predeterminada, una unidad de adición que cambia un valor n, que es un número entero igual o mayor que 0, para cada tiempo predeterminado, y genera una fase $\theta 3$ obtenida sumando una fase $\theta plus$, que es n veces un tamaño de 60 grados, a la salida de fase de la unidad de conmutación de fase, una unidad de generación de tensión que genera valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* basados en la salida de fase $\theta 3$ por la unidad de adición y emite estos valores de comando de tensión, y una unidad de generación de señal de control que compara los valores de comando de tensión trifásica Vu^* , Vv^* y Vw^* emitidos desde la unidad de generación de tensión con la señal de referencia para generar seis señales de control correspondientes a los respectivos elementos de conmutación del inversor trifásico, emitiendo respectivas señales de accionamiento generadas a los elementos de conmutación correspondientes del inversor trifásico y genera una tensión de CA de alta frecuencia en el inversor trifásico.

El documento EP 2629029 A1 describe un dispositivo de bomba de calor que comprende: un compresor que tiene un mecanismo de compresión para comprimir un refrigerante; un motor que acciona el mecanismo de compresión del compresor; un inversor trifásico que aplica una tensión predeterminada al motor y está configurado para conectar en paralelo tres partes de conexión en serie, cada una de las cuales tiene dos elementos de conmutación; y una unidad de control del inversor que controla el inversor trifásico para hacer que el inversor trifásico genere una tensión de CA de alta frecuencia.

El documento JP 2005 326054 A describe un acondicionador de aire capaz de realizar una operación de precalentamiento suficiente de un compresor operado eléctricamente con poco ruido mientras se ahorra energía. En el acondicionador de aire, la tensión de CC reducida de un convertidor de CC se distribuye utilizando un elemento de conmutación de un dispositivo inversor para permitir que la corriente de CC fluya a un devanado del motor, y el compresor se calienta mediante la generación de calor del devanado mediante la corriente de CC. El compresor se puede calentar de manera aproximadamente uniforme realizando el calentamiento mientras se conmutan los devanados de varias fases. Como el dispositivo inversor y el convertidor de CC están montados en una cara inferior del compresor o en una parte apenas calentada por el devanado para utilizar la generación de calor del dispositivo inversor y el convertidor de CC en el precalentamiento, el compresor se puede calentar eficazmente. Además, a medida que se usa corriente de CC, el ruido no se genera en absoluto en la operación de precalentamiento. Además, como la salida del convertidor de CC se puede ajustar para lograr el estado de calentamiento óptimo de acuerdo con la necesidad, se puede ahorrar energía.

Sumario

Problema técnico

En la técnica descrita en la Literatura de Patente 1, debido a que se hace que fluya una corriente de fase abierta, hay un devanado al que no fluye corriente y, por lo tanto, el compresor no se puede calentar uniformemente. Además, en el caso de un motor síncrono de imanes permanentes que tiene una relación de prominencia, la inductancia del devanado depende de la posición del rotor y, por lo tanto, el valor de la corriente que fluye cambia según la posición del rotor y, por lo tanto, es difícil asegurar una cantidad de calentamiento requerido dependiendo de las circunstancias.

En la técnica descrita en la Literatura de Patente 2, cualquiera de los elementos de conmutación con un extremo conectado a un lado de la fuente de alimentación se enciende/apaga repetidamente un número predeterminado de veces durante un período de tiempo predeterminado. Y con ello, después de que dos cualesquiera de los elementos de conmutación con un extremo conectado a un lado de tierra se encienden durante el período de tiempo predeterminado, se invierte la corriente que fluye hacia la bobina del estator. Por lo tanto, se requiere la aceleración de un sistema para lograr una operación de alta frecuencia. Por consiguiente, la frecuencia de la corriente que fluye hacia el devanado no puede aumentarse en un sistema económico, de modo que existe una limitación en la generación de pérdida de hierro debido a la configuración de alta frecuencia y la eficiencia no puede mejorarse. Además, se genera ruido. Además, durante el período de inactividad, el devanado del motor no se cortocircuita y la corriente no se atenúa lentamente con una constante de tiempo determinada por una resistencia del devanado y una inductancia. Por lo tanto, es difícil mantener el valor de corriente del devanado y es posible que no se asegure la corriente necesaria para el calentamiento.

Un objeto de la presente invención es calentar eficazmente un refrigerante retenido en un compresor.

Solución al problema

La presente invención proporciona un dispositivo de bomba de calor que comprende:

un compresor que tiene un mecanismo de compresión para comprimir un refrigerante;

un motor configurado para accionar el mecanismo de compresión del compresor;

un inversor trifásico configurado para aplicar una tensión predeterminada al motor y configurado para conectar en paralelo tres partes de conexión en serie, cada una de las cuales tiene dos elementos de conmutación;

una unidad de detección de tensión configurada para detectar un valor de tensión de una tensión suministrada al inversor trifásico; y

una unidad de control del inversor configurada para controlar el inversor trifásico para hacer que el inversor trifásico genere una tensión en un estado en el que un refrigerante se retiene en el compresor,

caracterizado por que

la unidad de control del inversor comprende:

una unidad de generación de tensión de alta frecuencia configurada para emitir señales de accionamiento para los elementos de conmutación,

una unidad de determinación de calentamiento configurada para determinar si debe accionar la unidad de generación de tensión de alta frecuencia durante una parada del compresor y para calcular y generar un valor de comando de tensión requerido para expulsar el refrigerante al exterior del compresor de acuerdo con una cantidad determinada de refrigerante retenido en el compresor, y

una unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión configurada para adquirir un valor de corrección de comando de tensión (K_v) asociado con un valor de comando de tensión y el valor de tensión detectado desde una unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión,

5 en el que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia comprende datos de tabla, una unidad de entrada externa, una unidad de selección, una unidad de generación de comando de tensión, una unidad de generación de señal de PWM, una unidad de adición y un multiplicador,

en el que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión y el multiplicador forman una unidad de corrección de comando de tensión,

10 en el que la unidad de selección está configurada para seleccionar y emitir cualquiera de los valores de comando de tensión emitidos desde la unidad de determinación de calentamiento, un valor de comando de tensión registrado en los datos de la tabla y un valor de comando de tensión ingresado desde la unidad de entrada externa como el valor de comando de tensión,

15 en el que el multiplicador está configurado para calcular un producto del valor de comando de tensión emitido por la unidad de selección y el valor de corrección de comando de tensión calculado por la unidad de cálculo del valor de corrección de comando de tensión como un valor de comando de tensión,

en el que la unidad de selección está configurada para cambiar entre una fase θ_p y una fase θ_n diferente de la fase θ_p sustancialmente en 180 grados y emitir una de las mismas en sincronización con una señal portadora del inversor,

20 en el que la unidad de adición está configurada para agregar la fase θ_p o θ_n seleccionada por la unidad de selección a una fase de referencia θ_f y designar la fase obtenida como una fase de tensión,

la unidad de generación de comando de tensión está configurada para generar y emitir valores de comando de tensión trifásica, basados en el valor de comando de tensión único obtenido por la unidad de corrección de comando de tensión y la fase de tensión emitida por la unidad de adición, y

25 la unidad de generación de señales de PWM está configurada para generar las señales de accionamiento correspondientes a los respectivos elementos de conmutación del inversor trifásico en base a los valores de comando de tensión trifásica emitidos desde la unidad de generación de comando de tensión y la señal portadora, y emitir las señales de accionamiento respectivas generadas a los elementos de conmutación correspondientes del inversor trifásico, para hacer que el inversor trifásico genere una tensión de CA de alta frecuencia que tenga una frecuencia igual o superior a una frecuencia de operación en el momento de una operación de compresión del motor.

30 **Efectos ventajosos de la invención**

El dispositivo de bomba de calor de acuerdo con la presente invención genera una señal de accionamiento basada en una fase θ_p y una fase θ_n que se conmutan y emiten en sincronización con una señal de referencia. Por lo tanto, se puede generar una tensión de alta frecuencia que tenga una alta precisión de salida de forma de onda, y un refrigerante retenido en un compresor se puede calentar eficientemente mientras se restringe la generación de ruido.

35 Además, el dispositivo de bomba de calor de acuerdo con la presente invención genera valores de comando de tensión trifásica V_u^* , V_v^* y V_w^* en una unidad de generación de comando de tensión, corrigiendo un valor de comando de tensión V^* según un valor de tensión suministrado a un inversor para adquirir un valor de comando de tensión corregido V^* . Con esta configuración, se puede aplicar potencia constante a un motor en todo momento sin depender del valor de la tensión aplicada al inversor, lo que permite evitar la rotura del compresor por calentamiento insuficiente.

40 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con una primera realización.

La figura 2 es un diagrama que muestra una configuración de un inversor 9 de acuerdo con la primera realización

45 La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de control de inversor 10 de acuerdo con un primer ejemplo.

La figura 4 es un diagrama que muestra formas de onda de entrada/salida de una unidad de generación de señales de PWM 26 en el primer ejemplo.

La figura 5 es un gráfico que muestra ocho patrones de conmutación en el primer ejemplo.

50 La figura 6 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de determinación de calentamiento 12 en el primer ejemplo

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el primer ejemplo.

La figura 8 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con un segundo ejemplo.

- 5 La figura 9 es un diagrama de tiempo cuando una fase θ_p y una fase θ_n son conmutadas alternativamente por una unidad de selección 23 en un tiempo de una parte superior e inferior de una señal portadora.

La figura 10 es un diagrama explicativo de cambios de un vector de tensión mostrado en la figura 9.

La figura 11 es un diagrama de tiempos cuando la fase θ_p y la fase θ_n son conmutadas alternativamente por la unidad de selección 23 en un tiempo de la parte inferior de una señal portadora.

- 10 La figura 12 es un diagrama explicativo de la posición del rotor de un motor de IPM.

La figura 13 es un gráfico que muestra el cambio de una corriente en función de la posición del rotor.

La figura 14 es un diagrama que muestra una tensión aplicada cuando θ_f cambia con un lapso de tiempo.

La figura 15 es un diagrama que muestra corrientes que fluyen a las respectivas fases U, V y W de un motor 8 cuando θ_f es 0 grados (0 grados en la dirección de la fase U (V4)), 30 grados y 60 grados.

- 15 La figura 16 es un gráfico que representa una forma de onda de tensión entre las fases U y V y una forma de onda de corriente de fase U cuando hay una diferencia en un tensión de bus Vcc.

La figura 17 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con una primera realización.

- 20 La figura 18 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la primera realización.

La figura 19 es una figura que muestra un gráfico de potencia (potencia del motor P) del motor 8 con respecto a un valor de comando de tensión V^* cuando la tensión del bus Vcc toma los valores menor, estándar y mayor.

La figura 20 es un gráfico explicativo de un ejemplo de datos almacenados en una unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 de acuerdo con la primera realización.

- 25 La figura 21 es un gráfico explicativo de otro ejemplo de datos almacenados en la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 de acuerdo con la primera realización.

La figura 22 es un gráfico explicativo de una referencia de datos almacenados en la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 de acuerdo con la primera realización.

- 30 La figura 23 es un diagrama que muestra otra configuración de la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la primera realización.

La figura 24 es un diagrama explicativo de datos almacenados en una unidad de almacenamiento de valor de comando de tensión corregido 44 de acuerdo con la primera realización.

La figura 25 es un diagrama que muestra una configuración de un inversor 9 de acuerdo con una segunda realización.

- 35 La figura 26 es un gráfico para explicar el funcionamiento de una unidad de detección de tensión de CA 45.

La figura 27 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la segunda realización.

La figura 28 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la cuarta realización.

- 40 La figura 29 es un diagrama explicativo de datos almacenados en la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la segunda realización.

La figura 30 es un diagrama de configuración de circuito del dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con un tercer ejemplo.

- 45 La figura 31 es un diagrama de Mollier de un estado de un refrigerante del dispositivo de bomba de calor 100 mostrado en la figura 30.

Descripción de modos de realización

Primer ejemplo.

En un primer ejemplo, se explican una configuración y operaciones básicas de un dispositivo de bomba de calor 100. El primer ejemplo no es una realización de la presente invención, pero resulta útil para comprender determinados aspectos de la misma.

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración del dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el primer ejemplo.

El dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el primer ejemplo incluye un ciclo de refrigeración en el que un compresor 1, una válvula de cuatro vías 2, un intercambiador de calor 3, un mecanismo de expansión 4 y un intercambiador de calor 5 están conectados secuencialmente a través de una tubería de refrigerante 6. En el compresor 1 se proporcionan un mecanismo de compresión 7 que comprime un refrigerante y un motor 8 que acciona el mecanismo de compresión 7. El motor 8 es un motor trifásico que incluye devanados de tres fases (fase U, fase V y fase W).

Un inversor 9 que aplica una tensión al motor 8 para accionarlo está conectado eléctricamente al motor 8. El inversor 9 aplica tensiones Vu, Vv y Vw a los devanados de fase U, fase V y fase W del motor 8, respectivamente.

El inversor 9 está conectado eléctricamente con una unidad de control de inversor 10 que incluye una unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 y una unidad de determinación de calentamiento 12 (unidad de detección de estado). La unidad de control del inversor 10 determina si el motor 8 necesita calentarse basándose en una tensión de bus Vcc que es una tensión de alimentación del inversor 9, transmitida desde el inversor 9, y un valor de una corriente I que fluye hacia el motor 8. Cuando el motor 8 necesita ser calentado, la unidad de control del inversor 10 envía una señal de PWM (Modulación de ancho de pulso) (señal de accionamiento) al inversor 9.

La figura 2 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 de acuerdo con el primer ejemplo.

El inversor 9 incluye una fuente de alimentación de CA 13, un rectificador 14 que rectifica una tensión suministrada desde la fuente de alimentación de CA 13, un condensador de suavizado 15 que suaviza la tensión rectificada por el rectificador 14 para generar una tensión de CC (tensión de bus Vcc), y una unidad de detección de tensión de bus 16 que detecta la tensión de bus Vcc generada por el condensador de suavizado 15 y envía la tensión de bus a la unidad de control del inversor 10.

El inversor 9 tiene una unidad de aplicación de tensión 19 que utiliza la tensión de bus Vcc como fuente de alimentación. La unidad de aplicación de tensión 19 es un circuito en el que tres porciones de conexión en serie de dos elementos de conmutación (17a y 17d, 17b y 17e, y 17c y 17f) están conectadas en paralelo, y se proporcionan diodos de reflujo 18a a 18f que están conectados en paralelo a los respectivos elementos de conmutación 17a a 17f. La unidad de aplicación de tensión 19 acciona los elementos de conmutación respectivos de acuerdo con las señales de PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN, respectivamente, transmitidas desde la unidad de control del inversor 10 (17a accionada por UP, 17b accionada por VP, 17c accionada por WP, 17d accionada por UN, 17e accionada por VN y 17f accionada por WN). La unidad de aplicación de tensión 19 aplica las tensiones Vu, Vv y Vw de acuerdo con los elementos conmutadores accionados 17 a los devanados de fase U, fase V y fase W del motor 8, respectivamente.

Además, el inversor 9 incluye una unidad de detección de corriente 20 que detecta la corriente I que fluye desde el inversor 9 al motor 8 aplicando las tensiones Vu, Vv y Vw a los devanados de fase U, fase V y fase W del motor 8, respectivamente, para enviar la corriente I a la unidad de control del inversor 10.

La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el primer ejemplo.

Como se describió anteriormente, la unidad de control del inversor 10 incluye la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 y la unidad de determinación de calentamiento 12. La unidad de determinación de calentamiento 12 se explica más adelante y la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 se explica aquí.

La unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 incluye datos de tabla 21, una unidad de entrada externa 22, una unidad de selección 23, un integrador 24, una unidad de generación de comando de tensión 25 y una unidad de generación de señal de PWM 26.

La unidad de selección 23 selecciona y emite cualquiera de un valor de comando de tensión Vc emitido desde la unidad de determinación de calentamiento 12, un valor de comando de tensión Vt registrado en los datos de la tabla 21, y un valor de comando de tensión Va introducido desde la unidad de entrada externa 22 como valor de comando de tensión V*. La unidad de selección 23 también selecciona y emite un valor de comando de velocidad de rotación ω_t registrado en los datos de la tabla 21 o un valor de comando de velocidad de rotación ω_a introducido desde la unidad de entrada externa 22 como un valor de comando de velocidad de rotación ω^* .

El integrador 24 obtiene una fase de tensión θ basada en el valor de comando de velocidad de rotación ω^* emitido por la unidad de selección 23.

5 La unidad de generación de comando de tensión 25 genera y emite valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* usando el valor de comando de tensión V^* emitido por la unidad de selección 23 y la fase de tensión θ obtenida por el integrador 24 como entradas al mismo.

La unidad de generación de señales de PWM 26 genera las señales de PWM (UP, VP, WP, UN, VN y WN) basadas en los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* emitidos por la unidad de generación de comando de tensión 25 y la tensión de bus V_{cc} , y envía las señales de PWM al inversor 9.

10 Ahora, se describe un método de generación para generar los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* en la unidad de generación de comando de tensión 25 y un método para generar la señal de PWM en la unidad de generación de señales de PWM 26.

La figura 4 es un gráfico que muestra formas de onda de entrada/salida de la unidad de generación de señales de PWM 26 de acuerdo con el primer ejemplo.

15 Por ejemplo, los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* se definen como ondas de coseno (ondas sinusoidales) que tienen fases diferentes en $2\pi/3$ como se muestra en las ecuaciones (1) a (3). En el presente documento, V^* indica una amplitud del valor de comando de tensión, y θ indica una fase del valor de comando de tensión.

$$(1) V_u^* = V^* \cos \theta$$

$$(2) V_v^* = V^* \cos (\theta - (2/3) \pi)$$

20 $(3) V_w^* = V^* \cos (\theta + (2/3) \pi)$

La unidad de generación de comando de tensión 25 calcula los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* de acuerdo con las ecuaciones (1) a (3) basándose en el valor de comando de tensión V^* emitido por la unidad de selección 23 y la fase de tensión θ obtenida por el integrador 24, y envía los valores de comando de tensión calculados V_u^* , V_v^* y V_w^* a la unidad de generación de señales de PWM 26. La unidad de generación de señales de PWM 26 compara los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* con una señal portadora (señal de referencia) que tiene una amplitud $V_{cc}/2$ a una frecuencia predeterminada, y genera señales de PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN basadas en una relación de magnitud entre sí.

Por ejemplo, cuando el valor de comando de tensión V_u^* es mayor que la señal portadora, UP se establece en una tensión para encender el elemento de conmutación 17a, y UN se establece en una tensión para apagar el elemento de conmutación 17d. Por otro lado, cuando el valor de comando de tensión V_u^* es menor que la señal portadora, inversamente, UP se establece en una tensión para apagar el elemento de conmutación 17a, y UN se establece en una tensión para encender el elemento de conmutación 17d. Lo mismo se aplica a otras señales, y VP y VN se determinan en base a la comparación entre el valor de comando de tensión V_v^* y la señal portadora, y WP y WN se determinan en base a la comparación entre el valor de comando de tensión V_w^* y la señal portadora.

35 En el caso de un inversor general, debido a que se adopta un sistema de PWM complementario para el mismo, UP y UN, VP y VN, y WP y WN tienen una relación inversa entre sí. Por lo tanto, hay ocho patrones de conmutación en total.

La figura 5 es un gráfico que muestra ocho patrones de conmutación en el primer ejemplo. En la figura 5, los símbolos de referencia V0 a V7 indican vectores de tensión generados en los respectivos patrones de conmutación. La dirección de la tensión de los respectivos vectores de tensión se indica mediante $\pm U$, $\pm V$ y $\pm W$ (y 0 cuando no se genera tensión). Aquí, "+U" significa una tensión para generar una corriente en la dirección de la fase U, que fluye hacia el motor 8 a través de la fase U y sale del motor 8 a través de la fase V y la fase W, y "-U" significa una tensión para generar una corriente en la dirección de fase -U, que fluye hacia el motor 8 a través de la fase V y la fase W y sale del motor 8 a través de la fase U. Lo mismo se aplica a $\pm V$ y $\pm W$.

45 Se puede hacer que el inversor 9 emita las tensiones deseadas combinando los patrones de conmutación mostrados en la figura 5 y emitiendo un vector de tensión. En este momento, se puede generar una tensión de alta frecuencia cambiando la fase θ a alta velocidad.

Las señales de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* pueden obtenerse en modulación de dos fases, modulación de superposición armónica triple, modulación de vector espacial y similares distintas de las ecuaciones (1) a (3).

50 La figura 6 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de determinación de calentamiento 12 de acuerdo con el primer ejemplo.

La unidad de determinación de calentamiento 12 controla un estado de funcionamiento (encendido/apagado) de la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 basado en la tensión de bus Vcc detectada por la unidad de detección de tensión de bus 16 del inversor 9, la corriente I detectada por el unidad de detección de corriente 20 del inversor 9 y similares.

5 La unidad de determinación de calentamiento 12 incluye una unidad de comparación de corriente 27, una unidad de comparación de tensión 28, una unidad de detección de temperatura 29, una unidad de comparación de temperatura 30, una primera unidad de cálculo de producto lógico 31, una unidad de determinación de acumulación 32, una unidad de medición de tiempo transcurrido 33, una unidad de comparación de tiempo 34, una unidad de reinicio 35, una unidad de cálculo de suma lógica 36, una segunda unidad de cálculo de producto lógico 37 y una unidad de
10 determinación de cantidad de calentamiento 38.

La unidad de comparación de corriente 27 emite "1" juzgando que es un estado normal cuando la corriente I detectada y emitida por la unidad de detección de corriente 20 está en un estado de $I_{min} < I < I_{max}$, pero emite "0" cuando no está en el estado.

15 I_{max} es un límite superior de la corriente e I_{min} es un límite inferior de la corriente. Cuando fluye una corriente positiva excesiva igual o mayor que I_{max} o una corriente negativa excesiva igual o menor que I_{min} , la unidad de comparación de corriente 27 determina que la corriente I está en un estado anormal y emite "0", operando así para detener el calentamiento.

La unidad de comparación de tensión 28 determina que la tensión de bus Vcc está en un estado normal cuando la tensión de bus Vcc detectada por la unidad de detección de tensión de bus 16 está en un estado de $V_{cc_min} < V_{cc} < V_{cc_max}$ y emite "1", pero emite "0" en otros casos.
20

Vcc_max es un límite superior de la tensión del bus y Vcc_min es un límite inferior de la tensión del bus. En el caso de una tensión de bus alta excesiva igual o superior a Vcc_max o una tensión de bus baja excesiva igual o inferior a Vcc_min, la unidad de comparación de tensión 28 determina que la tensión de bus está en un estado anormal y emite "0", operando así para detener el calentamiento.

25 La unidad de detección de temperatura 29 detecta una temperatura del inversor Tinv que es una temperatura de la unidad de aplicación de tensión 19, una temperatura Tc del compresor 1 y una temperatura To del aire exterior.

La unidad de comparación de temperatura 30 compara una temperatura de protección preestablecida Tp_inv del inversor con la temperatura del inversor Tinv, y compara una temperatura de protección preestablecida Tp_c del compresor 1 con la temperatura Tc del compresor. La unidad de comparación de temperatura 30 determina que
30 actualmente se realiza una operación normal en un estado de $Tp_inv > Tinv$ y en un estado de $Tp_c > Tc$ y emite "1", pero emite "0" en otros casos.

En un caso de $Tp_inv < Tinv$, la temperatura del inversor es alta, y en un caso de $Tp_c < Tc$, la temperatura del devanado del motor 8 en el compresor 1 es alta, y así puede producirse un fallo de aislamiento o similar. Por lo tanto, la unidad de comparación de temperatura 30 determina que es peligrosa, emite "0" y opera para detener el
35 calentamiento. Es necesario establecer Tp_c, teniendo en cuenta el hecho de que el compresor 1 tiene una mayor capacidad calorífica que el devanado del motor 8 y la velocidad de subida de temperatura es menor que la del devanado.

La primera unidad de cálculo de producto lógico 31 genera un producto lógico de valores de salida de la unidad de comparación de corriente 27, la unidad de comparación de tensión 28 y la unidad de comparación de temperatura
40 30. Cuando uno o más de los valores de salida de la unidad de comparación de corriente 27, la unidad de comparación de tensión 28 y la unidad de comparación de temperatura 30 es 0, lo que indica un estado anormal, la primera unidad de cálculo de producto lógico 31 emite "0" para operar para detener el calentamiento.

Se ha explicado un método para detener el calentamiento utilizando la corriente I, la tensión de bus Vcc y las temperaturas Tinv y Tc. Sin embargo, no es necesario utilizar todos estos valores. El calentamiento puede detenerse
45 utilizando un parámetro diferente a estos valores.

Posteriormente, la unidad de determinación de acumulación 32 determina si se retiene o no refrigerante líquido en el compresor 1 (el refrigerante se acumula) basándose en la temperatura Tc del compresor 1 y la temperatura del aire exterior To detectada por la unidad de detección de temperatura 29.

Debido a que el compresor 1 tiene la mayor capacidad calorífica en el ciclo de refrigeración, y la temperatura del compresor Tc aumenta más lentamente en comparación con el aumento de la temperatura del aire exterior To, la temperatura del mismo llega a ser la más baja. Debido a que el refrigerante permanece en un lugar donde la temperatura es la más baja en el ciclo de refrigeración y se acumula como refrigerante líquido, el refrigerante se
50 acumula en el compresor 1 en el momento del aumento de temperatura. En un caso de $To > Tc$, la unidad de determinación de acumulación 32 determina que el refrigerante permanece en el compresor 1, emite "1" para comenzar a calentar y detiene el calentamiento cuando $To < Tc$.
55

El control se puede ejecutar para comenzar a calentar cuando Tc está en una tendencia ascendente o cuando To está en una tendencia ascendente, y cuando la detección de Tc o To se vuelve difícil, el control se puede realizar usando cualquiera de las mismas, lo que permite realizar un control muy fiable.

Cuando no se pueden detectar ni la temperatura del compresor Tc ni la temperatura externa To, el calentamiento del compresor 1 puede ser imposible. Por lo tanto, la unidad de medición de tiempo transcurrido 33 mide un tiempo durante el cual el compresor 1 no se calienta (Tiempo_Transcurrido). Cuando se excede un tiempo límite de tiempo Tiempo_Límite preestablecido por la unidad de comparación de tiempo 34, la unidad de medición de tiempo transcurrido 33 emite "1" para iniciar el calentamiento del compresor 1. Debido a que el cambio de temperatura en un día es tal que la temperatura aumenta desde la mañana cuando el sol sale hacia el día y la temperatura desciende desde la tarde hasta la noche, el aumento y la caída de temperatura se repiten en un ciclo de aproximadamente 12 horas. Por esta razón, por ejemplo, Tiempo_Límite se puede establecer en aproximadamente 12 horas.

El Tiempo_Transcurrido se establece en "0" mediante la unidad de reinicio 35, cuando se ejecuta el calentamiento del compresor 1.

La unidad de cálculo de suma lógica 36 genera una suma lógica de valores de salida de la unidad de determinación de acumulación 32 y la unidad de comparación de tiempo 34. Cuando al menos uno de los valores de salida de la unidad de determinación de acumulación 32 y la unidad de comparación de tiempo 34 se convierte en "1", lo que indica el inicio del calentamiento, la unidad de cálculo de suma lógica 36 emite "1" para iniciar el calentamiento del compresor "1".

La segunda unidad de cálculo de producto lógico 37 genera un producto lógico de los valores de salida de la primera unidad de cálculo de producto lógico 31 y la unidad de cálculo de suma lógica 36 como un valor de salida de la unidad de determinación de calentamiento 12. Cuando el valor de salida es 1, la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 se activa para realizar una operación de calentamiento del compresor 1. Por otro lado, cuando el valor de salida es 0, la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 no se activa y no se realiza la operación de calentamiento del compresor 1, o el funcionamiento de la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 se detiene para detener el funcionamiento de calentamiento del compresor 1.

Debido a que la segunda unidad de cálculo de producto lógico 37 emite el producto lógico, cuando la primera unidad de cálculo de producto lógico 31 emite una señal "0" para detener el calentamiento del compresor 1, el calentamiento puede detenerse incluso si una señal "1" que indica el inicio del calentamiento se envía a la unidad de cálculo de suma lógica 36. Por lo tanto, es posible realizar el dispositivo de bomba de calor que puede minimizar el consumo de energía en un modo de espera al tiempo que garantiza cierta fiabilidad.

La unidad de determinación de acumulación 32 detecta un estado en el que un refrigerante líquido permanece en el compresor 1 basándose en la temperatura del compresor Tc y la temperatura externa To. Además, la unidad de determinación de la cantidad de calentamiento 38 determina la cantidad de refrigerante líquido retenido en el compresor 1 basándose en la temperatura del compresor Tc y la temperatura externa To. La unidad de determinación de la cantidad de calentamiento 38 calcula entonces y emite el valor de comando de tensión Vc requerido para expulsar el refrigerante al exterior del compresor 1 de acuerdo con la cantidad determinada de refrigerante líquido. Por consiguiente, el estado en el que se retiene el refrigerante líquido en el compresor 1 puede resolverse con la energía eléctrica mínima necesaria, y la influencia sobre el calentamiento global puede reducirse, reduciendo el consumo de energía.

A continuación, se explica el funcionamiento de la unidad de control del inversor 10.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento de la unidad de control del inversor 10 en el primer ejemplo..

(S1: Etapa de determinación de calentamiento)

La unidad de determinación de calentamiento 12 determina si se debe accionar la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 mediante la operación descrita anteriormente durante la parada del compresor 1.

Cuando la unidad de determinación de calentamiento 12 determina que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 debe activarse, es decir, cuando el valor de salida de la unidad de determinación de calentamiento 12 es "1" (encendido) (SÍ en S1), el proceso prosigue a S2 para generar señales de PWM para precalentamiento. Por otro lado, cuando la unidad de determinación de calentamiento 12 determina que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 no debe activarse, es decir, cuando el valor de salida de la unidad de determinación de calentamiento 12 es "0" (apagado) (NO en S1), la unidad de determinación de calentamiento 12 determina si se debe accionar la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 nuevamente después de que haya pasado un tiempo predeterminado.

(S2: Etapa de generación de valores de comando de tensión)

La unidad de selección 23 selecciona el valor de comando de tensión V^* y el valor de comando de velocidad de rotación ω^* , y el integrador 24 obtiene la fase de tensión θ basándose en el valor de comando de velocidad de rotación ω^* seleccionado por la unidad de selección 23. La unidad de generación de comando de tensión 25 calcula los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* de acuerdo con las ecuaciones (1) a (3) basándose en el valor de comando de tensión V^* seleccionado por la unidad de selección 23 y la fase de tensión θ obtenida por el integrador 24, y envía los valores de comando de tensión calculados V_u^* , V_v^* y V_w^* a la unidad de generación de señales de PWM 26.

(S3: Etapa de generación de señales de PWM)

La unidad de generación de señales de PWM 26 compara los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* emitidos por la unidad de generación de comando de tensión 25 con la señal portadora para obtener las señales de PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN, y envía estas señales de PWM al inversor 9. Por consiguiente, los elementos de conmutación 17a a 17f del inversor 9 se activan para aplicar una tensión de alta frecuencia al motor 8.

Aplicando la tensión de alta frecuencia al motor 8, el motor 8 se calienta eficientemente por la pérdida de hierro del motor 8 y la pérdida de cobre generada por la corriente que fluye en el devanado. Al calentarse el motor 8, el refrigerante líquido que se estanca en el compresor 1 se calienta y se evapora, y se filtra al exterior del compresor 1.

Una vez transcurrido un tiempo predeterminado, la unidad de determinación de calentamiento 12 vuelve a S1 y determina si se requiere más calentamiento.

Como se describió anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el primer ejemplo, cuando el refrigerante líquido se estanca en el compresor 1, la tensión de alta frecuencia se aplica al motor 8, de modo que el motor 8 se puede calentar eficientemente mientras se restringe el ruido. En consecuencia, el refrigerante retenido en el compresor 1 se puede calentar de manera eficiente y el refrigerante retenido se puede filtrar al exterior del compresor 1.

Cuando la tensión de alta frecuencia que tiene una frecuencia igual o mayor que una frecuencia de operación en el momento en el que una operación de compresión se aplica al motor 8, un rotor en el motor 8 no puede seguir la frecuencia, y las rotaciones o vibraciones no se generan. Por lo tanto, en S2, la unidad de selección 23 había producido mejor un valor de comando de velocidad de rotación ω^* igual o mayor que la frecuencia de operación en el momento de la operación de compresión.

Generalmente, la frecuencia de operación en el momento de la operación de compresión es de 1 kHz como máximo. Por lo tanto, una tensión de alta frecuencia con una frecuencia igual o superior a 1 kHz solo debe aplicarse al motor 8. Cuando se aplica al motor 8 una tensión de alta frecuencia que tiene una frecuencia igual o superior a 14 kHz, el sonido de vibración de un núcleo de hierro del motor 8 se acerca casi al límite superior de una frecuencia audible, de modo que hay un efecto de reducción de ruido. Con este fin, por ejemplo, la unidad de selección 23 emite el valor de comando de velocidad de rotación ω^* para conducir a una tensión de alta frecuencia de aproximadamente 20 kHz.

Sin embargo, cuando la frecuencia de la tensión de alta frecuencia excede la frecuencia nominal máxima de los elementos de conmutación 17a a 17f, puede producirse un cortocircuito en la carga o en la fuente de alimentación debido a la rotura de los elementos de conmutación 17a a 17f, y puede provocar la generación de humo o fuego. Por esta razón, se desea establecer la frecuencia de la tensión de alta frecuencia para que sea igual o inferior a la frecuencia nominal máxima para garantizar la fiabilidad.

Además, para lograr una alta eficiencia, se ha utilizado ampliamente un motor que tiene una estructura de IPM (Imán Permanente Interior) o un motor de devanado concentrado que tiene un extremo de bobina pequeño y una resistencia de devanado baja para el motor compresor reciente para un dispositivo de bomba de calor. El motor de devanado concentrado tiene una pequeña resistencia del devanado y una pequeña cantidad de generación de calor debido a la pérdida de cobre, por lo que es necesario hacer que fluya una gran cantidad de corriente hacia el devanado. Si se hace que fluya una gran cantidad de corriente al devanado, entonces la corriente que fluye al inversor 9 también aumenta, aumentando así la pérdida del inversor.

Por lo tanto, si se realiza el calentamiento aplicando la tensión de alta frecuencia descrita anteriormente, entonces aumenta un componente de inductancia por la alta frecuencia, aumentando así la impedancia del devanado. En consecuencia, aunque la corriente que fluye hacia el devanado disminuye y la pérdida de cobre se reduce, la pérdida de hierro debido a la aplicación de la tensión de alta frecuencia se produce correspondiente a la cantidad de pérdida de cobre, lo que permite realizar un calentamiento eficiente. Además, debido a que la corriente que fluye hacia el devanado disminuye, la corriente que fluye hacia el inversor también disminuye, lo que permite reducir la pérdida del inversor 9 y realizar un calentamiento más eficiente.

Si se realiza el calentamiento aplicando la tensión de alta frecuencia descrita anteriormente, cuando el compresor se basa en un motor que tiene la estructura de IPM, una superficie del rotor donde los flujos magnéticos de alta frecuencia se entrelazan entre sí también se convierte en una porción de generación de calor. Por lo tanto, se puede realizar un aumento en un área en contacto con el refrigerante y un calentamiento rápido del mecanismo de compresión, lo que permite realizar un calentamiento eficiente del refrigerante.

En la actualidad, en general, la tendencia principal es utilizar silicio (Si) como material de un semiconductor para los elementos de conmutación 17a a 17f que constituyen el inversor 9 y los diodos de reflujo 18a a 18f que están conectados a los respectivos elementos de conmutación 17a a 17f en paralelo. Sin embargo, en lugar de este tipo de semiconductor, se puede utilizar un semiconductor de banda vacía ancha cuyo material sea carburo de silicio (SiC), nitruro de galio (GaN) o diamante.

Los elementos de conmutación y los elementos de diodo hechos de este semiconductor de banda vacía ancha tienen una alta resistencia a la tensión y una alta densidad de corriente permitida. Por lo tanto, es posible reducir el tamaño de los elementos de conmutación y los elementos de diodo, y utilizando estos elementos de conmutación y elementos de diodo reducidos, se puede realizar la reducción de un módulo semiconductor que tiene estos elementos incorporados en el mismo.

Los elementos de conmutación y los elementos de diodo hechos de este semiconductor de banda vacía ancha tienen una alta resistencia al calor. Por consiguiente, se puede realizar la reducción del tamaño de una aleta de radiador de un disipador de calor y el enfriamiento por aire de una parte de enfriamiento por agua, permitiendo así una reducción adicional del módulo semiconductor.

Además, los elementos de conmutación y los elementos de diodo hechos de este semiconductor de banda vacía ancha tienen una pérdida de potencia baja. Por lo tanto, se puede hacer que los elementos de conmutación y los elementos de diodo tengan una alta eficiencia, lo que permite que el módulo semiconductor sea altamente eficiente.

Si bien se desea que tanto los elementos de conmutación como los elementos de diodo estén hechos de un semiconductor de banda vacía ancha, también es suficiente que los elementos de conmutación o de diodo estén hechos de un semiconductor de banda vacía ancha, e incluso en este caso, se pueden lograr los efectos descritos en el presente ejemplo.

Además, se pueden producir efectos idénticos utilizando un MOSFET (Transistor de efecto de campo semiconductor de óxido metálico) que tiene una estructura de superunión que se conoce como un elemento de conmutación muy eficiente.

En un compresor que tiene un mecanismo de espiral, es difícil aliviar la alta presión de una cámara de compresión. Por lo tanto, existe una alta posibilidad de provocar la rotura del mecanismo de compresión debido a una tensión excesiva aplicada al mecanismo de compresión en un caso de compresión de líquido, en comparación con un compresor de otros sistemas. Sin embargo, en el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el primer ejemplo, es posible un calentamiento eficiente del compresor 1 y se puede suprimir el estancamiento de un refrigerante líquido en el compresor 1. Por consiguiente, se puede evitar la compresión de líquido, el dispositivo de bomba de calor 100 es beneficioso incluso cuando se usa un compresor de espiral como compresor 1.

Además, en el caso de un dispositivo de calentamiento que tenga una frecuencia de 10 kHz y una salida superior a 50 W, el dispositivo de calentamiento puede estar sujeto a las restricciones de las leyes y reglamentos. Por esta razón, también se puede admitir que una amplitud del valor de comando de tensión se ajusta de manera que no exceda los 50 W por adelantado, y/o se ejecuta un control de retroalimentación con la detección de la corriente que fluye y la tensión para que sea de 50 W o menos.

La unidad de control del inversor 10 está configurada por una CPU (unidad central de procesamiento), un DSP (procesador de señal digital), un microordenador, un circuito electrónico o similar.

Segundo ejemplo

En un segundo ejemplo, se describe un método para generar una tensión de alta frecuencia. El segundo ejemplo no es una realización de la presente invención, pero es útil para comprender ciertos aspectos de la misma.

En el caso de un inversor general, una frecuencia portadora, es decir, una frecuencia de una señal portadora tiene un límite superior que está determinado por una velocidad de conmutación de los elementos conmutadores del inversor. Por lo tanto, es difícil producir una tensión de alta frecuencia que tenga una frecuencia igual o superior a la frecuencia portadora. En el caso de un IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) general, el límite superior de la velocidad de conmutación es de aproximadamente 20 kHz.

Cuando la frecuencia de la tensión de alta frecuencia se vuelve aproximadamente 1/10 de la frecuencia portadora, puede ocurrir un efecto adverso tal que la precisión de salida de la forma de onda de la tensión de alta frecuencia se deteriora y los componentes de CC se superponen a la tensión de alta frecuencia. Cuando la frecuencia portadora se establece en 20 kHz en vista de lo anterior, si la frecuencia de la tensión de alta frecuencia se establece igual o inferior a 2 kHz que es 1/10 de la frecuencia portadora, entonces la frecuencia de la tensión de alta frecuencia está en un dominio de frecuencia audible, por lo que es preocupante que el ruido aumente.

La figura 8 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el segundo ejemplo.

La unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el segundo ejemplo es la misma que la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el primer ejemplo mostrado en la figura 3, excepto que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 incluye una unidad de adición 39 que agrega una fase θ_p o una fase θ_n conmutada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia θ_f para obtener la fase de tensión θ , en lugar del integrador 24 (ver la figura 3). En las circunstancias, los elementos constitutivos idénticos a los del primer ejemplo se indican con los mismos signos de referencia y se omitirán explicaciones de los mismos, y solo se explicarán puntos diferentes.

En el primer ejemplo, el valor de comando de velocidad de rotación ω^* está integrado por el integrador 24 para obtener la fase de tensión θ . Por otro lado, en el segundo ejemplo, la unidad de selección 23 (unidad de conmutación de fase) conmuta alternativamente entre dos tipos de fases de tensión, la fase θ_p y la fase θ_n que es diferente de la fase θ_p sustancialmente en 180 grados. La unidad de adición 39 añade entonces la fase θ_p o θ_n seleccionada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia θ_f y designa la fase obtenida como la fase de tensión θ .

En las explicaciones siguientes, se supone que $\theta_p = 0$ [grados] y $\theta_n = 180$ [grados].

A continuación, se explica el funcionamiento de la unidad de control del inversor 10.

Excepto por el funcionamiento de S2 mostrado en la figura 7, las operaciones de la unidad de control del inversor 10 son las mismas que las de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el primer ejemplo. Por lo tanto, se omitirán las explicaciones de los mismos.

En S2, la unidad de selección 23 conmuta entre las fases θ_p y θ_n alternativamente en el momento de una parte superior (pico) o inferior (valle) de una señal portadora o en los tiempos de la parte superior e inferior de la señal portadora. La unidad de adición 39 suma la fase θ_p o fase θ_n seleccionada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia θ_f , designa la fase obtenida como la fase de tensión θ , y envía la fase de tensión θ a la unidad de generación de comando de tensión 25. La unidad de generación de comando de tensión 25 obtiene los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* de acuerdo con las ecuaciones (1) a (3) usando la fase de tensión θ y el valor de comando de tensión V^* , y emite los valores de comando de tensión V_u^* , V_v^* y V_w^* a la unidad de generación de señal de PWM 26.

Debido a que la unidad de selección 23 cambia entre las fases θ_p y θ_n en el tiempo de la parte superior o inferior, o en los tiempos de la parte superior e inferior de la señal portadora, la señal de PWM sincronizada con la señal portadora puede emitirse.

La figura 9 es un diagrama de tiempos cuando la fase θ_p y la fase θ_n son conmutadas alternativamente por la unidad de selección 23 en tiempos de una parte superior e inferior de una señal portadora. Debido a que UP, VP y WP son opuestos en estado encendido/apagado a UN, VN y WN, respectivamente, y cuando se determina el estado de una señal, se puede determinar la otra, aquí solo se describen UP, VP y WP. Se supone aquí que $\theta_f = 0$ [grados].

En este caso, una señal de PWM cambia como se muestra en la figura 9. El vector de tensión cambia en el orden de V0 (UP=VP=WP=0), V4 (UP=1, VP=WP=0), V7 (UP=VP=WP=1), V3 (UP=0, VP=WP=1), V0 (UP=VP=WP=0), y así sucesivamente.

La figura 10 es un diagrama explicativo de un cambio del vector de tensión mostrado en la figura 9. En la figura 10, se indica que el elemento de conmutación 17 rodeado por una línea discontinua está encendido y el elemento de conmutación 17 no rodeado por una línea discontinua está apagado.

Como se muestra en la figura 10, en el momento de aplicar el vector V0 y el vector V7, las líneas del motor 8 están en cortocircuito y no se emite ninguna tensión. En este caso, la energía acumulada en la inductancia del motor 8 se convierte en una corriente y la corriente fluye en el cortocircuito. En el momento de aplicar el vector V4, una corriente (corriente de corriente +lu) fluye en la dirección de la fase U, en la que la corriente fluye hacia el motor 8 a través de la fase U y sale del motor 8 a través de la fase V y la fase W, y en el momento de aplicar el vector V3, una corriente (corriente de -lu) fluye al devanado del motor 8 en el sentido de la fase -U, en la que la corriente fluye hacia el motor 8 a través de la fase V y la fase W y sale del motor 8 a través de la fase U. Es decir, la corriente fluye al devanado del motor 8 en el momento de aplicar el vector V4 en dirección opuesta a la del momento de aplicar el vector V3, y viceversa. Debido a que el vector de tensión cambia en el orden de V0, V4, V7, V3, V0, etc., la corriente de +lu y la corriente de -lu fluyen hacia el devanado del motor 8 alternativamente. En particular, como se muestra en la figura 9, debido a que el vector V4 y el vector V3 aparecen durante un ciclo de portadora ($1/f_c$), se puede aplicar una tensión de CA sincronizada con una frecuencia portadora f_c al devanado del motor 8.

Debido a que el vector V4 (la corriente de +lu) y el vector V3 (la corriente de -lu) se emiten alternativamente, los pares de torsión de avance y retroceso se conmutan instantáneamente. Por lo tanto, debido a que el par está compensado, la aplicación de tensión es posible, mientras se suprimen las vibraciones del rotor.

La figura 11 es un diagrama de tiempos cuando la fase θ_p y la fase θ_n son conmutadas alternativamente por la unidad de selección 23 en un tiempo de la parte inferior de una señal portadora.

En este caso, la señal de PWM cambia como se muestra en la figura 11. El vector de tensión cambia a V_0 , V_4 , V_7 , V_7 , V_3 , V_0 , V_0 , V_3 , V_7 , V_7 , V_4 , V_0 , etc., en este orden. Debido a que el vector V_4 y el vector V_3 aparecen durante dos ciclos de portadora, se puede aplicar al devanado del motor 8 una tensión de CA con una frecuencia de la mitad de la frecuencia de la portadora.

La figura 12 es un diagrama explicativo de una posición de rotor (una posición de parada del rotor) de un motor de IPM. Una posición del rotor ϕ del motor de IPM se expresa aquí por el tamaño de un ángulo por el cual la dirección del polo N del rotor se desvía de la dirección de la fase U.

La figura 13 es un gráfico que muestra el cambio de corriente según la posición del rotor. En el caso del motor de IPM, la inductancia del devanado depende de la posición del rotor. Por lo tanto, la impedancia del devanado expresada por el producto de una frecuencia de ángulo eléctrico ω y un valor de inductancia fluctúa según la posición del rotor. Por consiguiente, incluso si se aplica la misma tensión, la corriente que fluye al devanado del motor 8 cambia dependiendo de la posición del rotor, y cambia la cantidad de calentamiento. Como resultado, se puede consumir una gran cantidad de energía para obtener la cantidad de calentamiento requerida, dependiendo de la posición del rotor.

Por lo tanto, la fase de referencia θ_f se cambia con un lapso de tiempo para aplicar una tensión al rotor de manera uniforme.

La figura 14 es una ilustración que muestra las tensiones aplicadas cuando la fase de referencia θ_f se cambia con un lapso de tiempo.

La fase de referencia θ_f se cambia cada 45 grados con un lapso de tiempo, a 0 grados, 45 grados, 90 grados, 135 grados, etc. Cuando la fase de referencia θ_f es de 0 grados, la fase θ del valor de comando de tensión se convierte en 0 grados y 180 grados. Cuando la fase de referencia θ_f es de 45 grados, la fase θ del valor de comando de tensión se convierte en 45 grados y 225 grados. Cuando la fase de referencia θ_f es de 90 grados, la fase θ del valor de comando de tensión se convierte en 90 grados y 270 grados. Cuando la fase de referencia θ_f es de 135 grados, la fase θ del valor de comando de tensión se convierte en 135 grados y 315 grados.

Es decir, la fase de referencia θ_f se establece inicialmente en 0 grados, y la fase θ del valor de comando de tensión se conmuta entre 0 grados y 180 grados en sincronización con una señal portadora durante un tiempo predeterminado. A continuación, la fase de referencia θ_f se conmuta a 45 grados, y la fase θ del valor de comando de tensión se conmuta entre 45 grados y 225 grados en sincronización con la señal portadora durante el tiempo predeterminado. Posteriormente, la fase de referencia θ_f se cambia a 90 grados y así sucesivamente. De esta manera, la fase θ del valor de comando de tensión se conmuta entre 0 grados y 180 grados, 45 grados y 225 grados, 90 grados y 270 grados, 135 grados y 315 grados, y así sucesivamente para cada tiempo predeterminado.

En consecuencia, debido a que una fase de activación de una tensión de CA de alta frecuencia cambia con un lapso de tiempo, se puede eliminar la influencia de las características de inductancia según una posición de parada del rotor y el compresor 1 se puede calentar uniformemente, independientemente de la posición del rotor.

La figura 15 es un gráfico que representa las corrientes que fluyen a las respectivas fases U, V y W del motor 8 cuando la fase de referencia θ_f es de 0 grados (0 grados en la dirección de la fase U (V_4)), 30 grados y 60 grados.

Cuando la fase de referencia θ_f es de 0 grados, como se muestra en la figura 9, solo otro vector de tensión (vector de tensión en el que, de los elementos de conmutación 17a a 17f, un elemento de conmutación en el lado de la tensión positiva y dos elementos de conmutación en el lado de la tensión negativa, o dos elementos de conmutación en el lado de la tensión positiva y un elemento de conmutación en el lado de tensión negativa se convierte en un estado de encendido) se genera entre V_0 y V_7 . En este caso, la forma de onda de la corriente se convierte en una forma trapezoidal y se convierte en una corriente que tiene componentes menos armónicos.

Sin embargo, cuando la fase de referencia θ_f es de 30 grados, se generan dos vectores de tensión diferentes entre V_0 y V_7 . En este caso, la forma de onda de la corriente está distorsionada y la corriente tiene muchos componentes armónicos. La distorsión de la forma de onda de la corriente puede causar efectos adversos que incluyen ruido del motor, vibraciones del árbol del motor y similares.

Cuando la fase de referencia θ_f es de 60 grados, solo se genera otro vector de tensión entre V_0 y V_7 , como en el caso de que la fase de referencia θ_f sea de 0 grados. En este caso, la forma de onda de la corriente se vuelve trapezoidal y la corriente tiene componentes menos armónicos.

De esta manera, cuando la fase de referencia θ_f es n veces (n es un número entero igual o mayor que 0) de 60 grados, porque la fase de tensión θ se convierte en un múltiplo de 60 grados (aquí, $\theta_p = 0$ [grados], $\theta_n = 180$ [grados]), solo se genera otro vector de tensión entre V_0 y V_7 . Mientras tanto, cuando la fase de referencia θ_f es distinta de n veces de 60 grados, debido a que la fase de tensión θ no se convierte en un múltiplo de 60 grados, se

generan otros dos vectores de tensión entre V0 y V7. Si se generan otros dos vectores de tensión entre V0 y V7, la forma de onda de la corriente se distorsiona y la corriente tiene muchos componentes armónicos, lo que conduce a la posibilidad de causar efectos adversos, incluyendo ruido del motor, vibraciones del árbol del motor y similares. Por lo tanto, se desea cambiar la fase de referencia θ_f a intervalos de 60 grados de 0 grados, 60 grados, etc.

5 Como se describió anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el segundo ejemplo, dos tipos de fases de una fase θ_1 y una fase θ_2 diferentes de la fase θ_1 sustancialmente en 180 grados se conmutan alternativamente en sincronización con la señal portadora, y se usan como una fase del valor de comando de tensión. Por consiguiente, la tensión de alta frecuencia sincronizada con la frecuencia portadora se puede aplicar al devanado del motor 8.

10 En el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con el segundo ejemplo, la fase de referencia θ_f se cambia con el transcurso del tiempo. En consecuencia, debido a que la fase de activación de la tensión de CA de alta frecuencia cambia con el transcurso del tiempo, el compresor 1 se puede calentar uniformemente, independientemente de la posición del rotor.

Primera realización.

15 En una primera realización, se describe un método para mantener una cantidad constante de generación de calor del motor 8 independientemente del cambio en la tensión de bus Vcc cuando la tensión de CA de alta frecuencia se genera mediante el método explicado en el segundo ejemplo.

La figura 16 es un gráfico que representa una forma de onda de tensión entre las fases U y V y una forma de onda de corriente de fase U cuando hay una diferencia en la tensión de bus de Vcc.

20 Como se muestra en la figura 16, cuando la tensión de bus Vcc es pequeña con respecto a la tensión entre las fases U y V, la unidad de control del inversor 10 no puede establecer la amplitud de tensión alta y, por lo tanto, la unidad de control del inversor 10 aumenta la duración del tiempo de activación. Por otro lado, cuando la tensión de bus Vcc es grande, la unidad de control del inversor 10 reduce la duración del tiempo de activación, porque la amplitud de la tensión es alta. De esta manera, la unidad de control del inversor 10 realiza el control para generar la misma tensión, independientemente de la tensión del bus Vcc.

En una sección (1) de la forma de onda de la corriente de la fase U, debido a que la tensión de línea entre las fases U y V es positiva, la corriente de la fase U fluye desde un lado negativo a un lado positivo. Posteriormente, en una sección (2), el patrón de conmutación mostrado en la figura 5 se convierte en el vector de tensión V0 o V7, y la tensión entre las fases U y V se vuelve cero en esta sección. Por lo tanto, la unidad de control del inversor 10 funciona para provocar un cortocircuito entre las líneas del motor 8 y la energía acumulada en la inductancia del motor 8 se atenúa con una constante de tiempo determinada por un componente de resistencia y un componente de inductancia del motor 8. A continuación, debido a que la tensión entre las fases U y V se vuelve negativa en una sección (3), la corriente de la fase U fluye desde el lado positivo al lado negativo. Posteriormente, en una sección (4), la unidad de control del inversor 10 opera para provocar nuevamente un cortocircuito entre las líneas del motor 8, y la energía se atenúa con la constante de tiempo descrita anteriormente.

40 Cuando la tensión de bus Vcc es grande, una longitud del tiempo de una sección de tensión cero de la tensión entre las fases U y V (sección en la que el patrón de conmutación se convierte en el vector de tensión V0 o V7 en la figura 5) es alargada. Por lo tanto, las secciones (2) y (4) en las que la energía se atenúa con la constante de tiempo determinada por el componente de resistencia y el componente de inductancia del motor 8 se vuelven largas. La constante de tiempo mencionada anteriormente es de aproximadamente varios milisegundos y es suficientemente larga con respecto a un ciclo de 50 microsegundos cuando la frecuencia de salida es de 20 kilohercios. En consecuencia, en las secciones (2) y (4), la unidad de control del inversor 10 opera para mantener la corriente generada en las secciones (1) y (3). Por lo tanto, a medida que las secciones (2) y (4) son más largas, es decir, a medida que la tensión del bus Vcc es mayor, un valor medio y un valor efectivo de la corriente aumentan.

45 La tensión del bus Vcc cambia según las fluctuaciones de la tensión de la fuente de alimentación de CA 13. Por lo tanto, la tensión del bus Vcc cambia y la cantidad de generación de calor del motor 8 cambia en un entorno en el que las condiciones de suministro de energía son malas. Cuando la tensión es baja, es posible que no se pueda adquirir la cantidad requerida de generación de calor y que el compresor no se pueda proteger de manera fiable.

50 La figura 17 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la primera realización.

La unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la primera realización es la misma que la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con el segundo ejemplo mostrado en la figura 8, excepto que la unidad de control del inversor 10 incluye una unidad de cálculo del valor de corrección de comando de tensión 40 que calcula un valor de corrección de comando de tensión Kv para corregir el valor de comando de tensión V*, y que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia 11 incluye un multiplicador 41 (unidad de cálculo del valor de comando de tensión). Por lo tanto, los elementos constitutivos idénticos a los de los ejemplos y las realizaciones anteriores se indican con los mismos signos de referencia y se omitirán las explicaciones de los mismos, y solo se explicarán

puntos diferentes. La unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 y el multiplicador 41 se denominan generalmente una unidad de corrección de comando de tensión.

De acuerdo con el segundo ejemplo, la unidad de generación de comando de tensión 25 usa el valor de comando de tensión V^* emitido desde la unidad de selección 23 como una entrada para generar valores de comando de tensión Vu^* , Vv^* y Vw^* . Por el contrario, en la primera realización, el multiplicador 41 calcula un producto del valor de comando de tensión V^* emitido por la unidad de selección 23 (unidad de entrada de valor de comando de tensión) y el valor de corrección de comando de tensión Kv calculado por la unidad de cálculo del valor de corrección de comando de tensión 40 como un valor de comando de tensión V^{**} . La unidad de generación de comando de tensión 25 usa el valor de comando de tensión V^{**} calculado por el multiplicador 41 como una entrada para generar los valores de comando de tensión Vu^* , Vv^* y Vw^* .

La figura 18 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la primera realización.

La unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 incluye una unidad de selección de valor de comando de tensión 42 y una unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43. La unidad de selección de valor de comando de tensión 42 se establece en cualquiera de los valores de comando de tensión V^* emitidos por la unidad de selección 23 y un N/C (Sin conexión). La unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 almacena en la misma una tabla del valor de corrección de comando de tensión Kv de acuerdo con el ajuste de la unidad de selección de valor de comando de tensión 42.

La figura 19 es una figura que muestra un gráfico de la potencia del motor 8 (potencia del motor P) con respecto al valor de comando de tensión V^* cuando la tensión del bus Vcc toma los valores menor, estándar y mayor.

Por ejemplo, cuando el motor 8 se opera a un valor de comando de tensión V^*1 , $P1$ se adquiere cuando el tensión de bus Vcc es estándar. Sin embargo, cuando cambia la tensión del bus Vcc , no se puede adquirir el mismo valor. Por lo tanto, es necesario ajustar el valor de comando de tensión V^* para aplicar la misma potencia $P1$ al motor 8 independientemente del tensión de bus Vcc .

Cuando la unidad de selección de valor de comando de tensión 42 se establece en el valor de comando de tensión V^* , la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 almacena en la misma el correspondiente valor de corrección de comando de tensión Kv para cada conjunto del valor de comando de tensión V^* y la tensión del bus Vcc . Como se muestra en la figura 20, el valor de corrección de comando de tensión Kv para corregir el valor de comando de tensión V^* de acuerdo con la tensión de bus Vcc se puede adquirir para cada valor de comando de tensión V^* , con el ajuste "1" en el caso donde la tensión de bus Vcc es estándar. La unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 almacena en la misma una tabla en la que el valor de corrección de comando de tensión Kv está asociado con la tensión de bus Vcc , para cada valor de comando de tensión V^* .

La unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 adquiere entonces el valor de corrección de comando de tensión Kv asociado con el valor de comando de tensión V^* y la tensión de bus Vcc de la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 y emite el valor de corrección de comando de tensión Kv . Se puede aplicar la misma potencia al motor 8 independientemente de la tensión del bus Vcc corrigiendo el valor de comando de tensión V^* basado en el valor de corrección de comando de tensión de salida Kv . Como resultado, se evita un calentamiento insuficiente y el compresor puede protegerse de forma fiable.

En la práctica, si se aumenta el número de tablas mencionado anteriormente, entonces la memoria para almacenar las tablas debe tener una capacidad considerablemente grande y la memoria puede ser insuficiente. En este caso, la unidad de selección de valor de comando de tensión 42 se establece en N/C.

Cuando la unidad de selección de valor de comando de tensión 42 se establece en N/C, como se muestra en la figura 21, se calcula un valor medio de los valores de corrección de comando de tensión Kv en los respectivos valores de comando de tensión V^* para cada tensión de bus Vcc . A continuación, se crea una tabla en la que se asocia el valor medio a cada tensión de bus Vcc . Por consiguiente, se puede crear una tabla en la que el valor de corrección de comando de tensión Kv está asociado con la tensión de bus Vcc , independientemente del valor de comando de tensión V^* . La unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 almacena en la misma una tabla en la que el valor de corrección de comando de tensión Kv está asociado con la tensión de bus Vcc . De esta forma, incluso en un sistema económico con capacidad de memoria limitada, se evita un calentamiento insuficiente, lo que permite proteger el compresor de forma fiable.

En las figuras 20 y 21, cuando la tensión de bus Vcc es estándar, el valor de corrección de comando de tensión Kv se establece en 1. Sin embargo, como se muestra en la figura 22, cuando la tensión de bus Vcc toma el valor más pequeño, el valor de corrección de comando de tensión Kv puede establecerse en 1, o cuando la tensión de bus Vcc toma el valor más grande, el valor de corrección de comando de tensión Kv puede establecerse en 1.

En las explicaciones anteriores, se supone que el valor de comando de tensión corregido V^{**} se adquiere multiplicando el valor de corrección de comando de tensión Kv por el valor de comando de tensión V^* en el

multiplicador 41.

Sin embargo, como se muestra en la figura 23, la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 puede incluir una unidad de almacenamiento de valor de comando de tensión corregido 44 en lugar de la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43. Como se muestra en la figura 24, la unidad de almacenamiento de valor de comando de tensión corregido almacena 44 en la misma el valor de comando de tensión corregido V^{**} asociado con la tensión de bus Vcc. Entonces, la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 puede adquirir el valor de comando de tensión V^{**} asociado con el valor de comando de tensión V^* y la tensión de bus Vcc de la unidad de almacenamiento de valor de comando de tensión corregido 44 y emitir el valor de comando de tensión adquirido V^{**} . En este caso, no se requiere el multiplicador 41.

Además, los datos de la tabla pueden obtenerse teóricamente de otras maneras distintas a la forma de crear los datos de la tabla en función de los valores de medición reales.

Los datos de la tabla se refieren a una tabla bidimensional del valor nominal de tensión V^* y la tensión de bus Vcc, por lo que requiere una gran capacidad de memoria. Por lo tanto, los datos de la tabla pueden reemplazarse por expresiones matemáticas. Además, se puede realizar un proceso de interpolación usando una pequeña cantidad de datos de tabla según la interpolación bilineal o similar, que es un método de interpolación generalmente conocido.

Como se describió anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con la primera realización, el valor de comando de tensión V^* se corrige de acuerdo con la tensión del bus Vcc, lo que permite mantener una cantidad constante de generación de calor del motor 8, independientemente del cambio en la tensión de bus Vcc. En consecuencia, la cantidad de generación de calor del motor 8 puede mantenerse constante incluso en un entorno en el que las condiciones de suministro de energía son malas, y la cantidad de generación de calor requerida puede adquirirse incluso cuando la tensión es baja, lo que permite proteger el compresor de manera fiable.

Segunda realización.

En la primera realización, se hace el control para aplicar la misma potencia al motor 8 usando la tensión de bus Vcc. Sin embargo, la tensión de bus Vcc se produce rectificando la tensión suministrada desde la fuente de alimentación de CA 13 en el rectificador 14 y suavizando la tensión en el condensador de suavizado 15. Por lo tanto, la tensión del bus Vcc depende de un valor de la fuente de alimentación de CA 13. Por consiguiente, se puede utilizar una tensión de alimentación de CA Vca, que es una tensión de la fuente de alimentación de CA 13, en lugar de la tensión de bus Vcc para realizar el mismo control que en la primera realización. En una segunda realización, se describe un método para generar regularmente la potencia P del motor haciendo la corrección utilizando la tensión de alimentación de CA Vca.

La figura 25 es un diagrama que muestra una configuración de un inversor 9 de acuerdo con la segunda realización. El inversor 9 de acuerdo con la segunda realización es el mismo que el inversor 9 de acuerdo con el primer ejemplo mostrado en la figura 2, excepto que el primer inversor 9 tiene una unidad de detección de tensión de CA 45 que detecta la tensión de suministro de energía de CA Vca. Por lo tanto, los elementos constitutivos idénticos a los de los ejemplos y las realizaciones anteriores se indican con los mismos signos de referencia y se omitirán las explicaciones de los mismos, y solo se explicarán puntos diferentes.

Como se muestra en la figura 26, la unidad de detección de tensión de CA 45 detecta un valor de tensión para al menos una fase. Los datos medidos en un momento determinado se designan como $V[0]$, $V[1]$, $V[2]$, ..., $V[n-1]$ y $V[n]$ en secuencia. Por ejemplo, se puede determinar un valor medio de la tensión de alimentación de CA Vca determinando un valor medio de valores absolutos de todos los datos detectados. Además, el valor efectivo puede adquirirse determinando un valor medio de una raíz cuadrada de los datos adquiridos elevando al cuadrado y sumando todos los datos. La unidad de detección de tensión de CA 45 designa el valor de tensión adquirido como la tensión de suministro de energía de CA Vca.

En este documento se describe un método para determinar la tensión de alimentación de CA Vca adquiriendo datos de forma discreta en un controlador digital tal como un microordenador, pero el mismo cálculo puede realizarse mediante un sistema continuo como un circuito analógico.

La figura 27 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la segunda realización.

La unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la segunda realización es la misma que la unidad de control del inversor 10 de acuerdo con la primera realización mostrada en la figura 17, excepto que la tensión de alimentación de CA Vca detectada por la unidad de detección de tensión de CA 45 se usa como una entrada de la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40. Por lo tanto, los elementos constitutivos idénticos a los de los ejemplos y las realizaciones anteriores se indican con los mismos signos de referencia y se omitirán las explicaciones de los mismos, y solo se explicarán puntos diferentes.

La figura 28 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la segunda realización.

La unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la segunda realización es la misma que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión 40 de acuerdo con la primera realización mostrada en la figura 18, excepto que la tensión de alimentación de CA Vca detectada por la unidad de detección de tensión de CA 45 se utiliza como entrada. Por lo tanto, los elementos constitutivos idénticos a los de la primera realización se indican con los mismos signos de referencia y se omitirán las explicaciones de los mismos, y solo se explicarán puntos diferentes. Como se muestra en la figura 29, la unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión 43 almacena en la misma una tabla en la que se almacena el valor de corrección de comando de tensión Kv correspondiente a la tensión de alimentación de CA Vca.

Como se describió anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con la segunda realización, el control se realiza utilizando la tensión de alimentación de CA Vca en lugar de la tensión de bus Vcc. Por consiguiente, se pueden lograr efectos idénticos a los de la primera realización.

Tercer ejemplo

En una tercera realización, se explica un ejemplo de una configuración de circuito del dispositivo de bomba de calor 100.

Por ejemplo, en la figura 1, se muestra el dispositivo de bomba de calor 100 en el que el compresor 1, la válvula de cuatro vías 2, el intercambiador de calor 3, el mecanismo de expansión 4 y el intercambiador de calor 5 están conectados secuencialmente por la tubería. En el tercer ejemplo, se explica el dispositivo de bomba de calor 100 que tiene una configuración más específica.

La figura 30 es un diagrama de configuración de circuito del dispositivo de bomba de calor 100 de acuerdo con la primera realización.

La figura 31 es un diagrama de Mollier de un estado del refrigerante del dispositivo de bomba de calor 100 mostrado en la figura 30. En la figura 31, se indica una entalpía específica en un eje horizontal y una presión de refrigerante se indica en un eje vertical.

En el dispositivo de bomba de calor 100, un compresor 51, un intercambiador de calor 52, un mecanismo de expansión 53, un receptor 54, un intercambiador de calor interno 55, un mecanismo de expansión 56 y un intercambiador de calor 57 están conectados secuencialmente por tuberías, y el dispositivo de bomba de calor 100 incluye un circuito refrigerante principal 58 a través del cual circula el refrigerante. En el circuito de refrigerante principal 58, se proporciona una válvula de cuatro vías 59 en un lado de descarga del compresor 51, de modo que se puede cambiar la dirección de circulación del refrigerante. Se proporciona un ventilador 60 cerca del intercambiador de calor 57. El compresor 51 es el compresor 1 explicado en la realización descrita anteriormente, e incluye el motor 8 accionado por el inversor 9 y el mecanismo de compresión 7.

Además, el dispositivo de bomba de calor 100 incluye un circuito de inyección 62 que se conecta entre el receptor 54 y el intercambiador de calor interno 55 a una tubería de inyección del compresor 51 mediante la tubería. Un mecanismo de expansión 61 y el intercambiador de calor interno 55 están conectados secuencialmente al circuito de inyección 62.

Un circuito de agua 63 en el que circula agua está conectado al intercambiador de calor 52. Un dispositivo que utiliza agua de un dispensador de agua caliente, un radiador, un radiador para calefacción por suelo radiante, o similar, está conectado al circuito de agua 63.

En primer lugar, se explica una operación del dispositivo de bomba de calor 100 en el momento de una operación de calentamiento. En el momento de la operación de calentamiento, la válvula de cuatro vías 59 se coloca en una dirección de línea continua. La operación de calentamiento incluye no solo el calentamiento utilizado para el aire acondicionado, sino también el suministro de agua caliente para aplicar calor al agua para hacer agua caliente.

Un refrigerante en fase gaseosa (en un punto 1 en la figura 31), que se ha convertido en un refrigerante que tiene una temperatura alta y una presión alta en el compresor 51, se descarga desde el compresor 51 y se intercambia calor mediante el intercambiador de calor 52, que es un condensador y un radiador, para ser licuado (en un punto 2 en la figura 31). En este momento, el agua que circula en el circuito de agua 63 se calienta mediante el calor irradiado por el refrigerante y se utiliza para calefacción y suministro de agua caliente.

El refrigerante en fase líquida licuado por el intercambiador de calor 52 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 53, y pasa a un estado de dos fases gas-líquido (en un punto 3 en la figura 31). El refrigerante, que ha pasado al estado de dos fases gas-líquido en el mecanismo de expansión 53, intercambia calor con el refrigerante aspirado al compresor 51 mediante el receptor 54, y se enfría y licúa (en un punto 4 en la figura 31). El refrigerante en fase líquida licuado por el receptor 54 se ramifica al circuito de refrigerante principal 58 y al circuito de inyección 62 para fluir por el mismo.

El refrigerante en fase líquida que fluye en el circuito de refrigerante principal 58 intercambia calor con el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62, que reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 61 y se ha

convertido en el estado de dos fases gas-líquido, mediante el intercambiador de calor interno 55 y se enfría más (en un punto 5 en la figura 31). El refrigerante en fase líquida enfriado por el intercambiador de calor interno 55 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 56 y pasa al estado de dos fases gas-líquido (en un punto 6 en la figura 31). El refrigerante, que ha pasado al estado de dos fases gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, intercambia calor con aire ambiente mediante el intercambiador de calor 57, que es un evaporador, y se calienta (en un punto 7 en la figura 31). El refrigerante calentado por el intercambiador de calor 57 es calentado adicionalmente por el receptor 54 (en un punto 8 en la figura 31) y es aspirado por el compresor 51.

Por otro lado, como se describió anteriormente, el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 61 (en un punto 9 en la figura 31), y el calor intercambiado por el intercambiador de calor interno 55 (en un punto 10 en la figura 31). Un refrigerante (refrigerante de inyección) en el estado de dos fases gas-líquido, que ha sido sometido a intercambio térmico por el intercambiador de calor interno 55, fluye hacia el interior del compresor 51 desde la tubería de inyección del compresor 51 manteniendo el estado gas-líquido de dos fases.

En el compresor 51, el refrigerante aspirado desde el circuito refrigerante principal 58 (en el punto 8 de la figura 31) se comprime hasta una presión intermedia y se calienta (en un punto 11 en la figura 31). El refrigerante de inyección (en el punto 10 de la figura 31) une el refrigerante comprimido a la presión intermedia y se calienta (en el punto 11 de la figura 31), disminuyendo así la temperatura (en un punto 12 en la figura 31). El refrigerante que tiene la temperatura disminuida (en el punto 12 en la figura 31) se comprime y calienta adicionalmente para tener una temperatura y una presión altas, y se descarga (en el punto 1 de la figura 31).

Cuando no se realiza la operación de inyección, una abertura del mecanismo de expansión 61 está completamente cerrada. Es decir, cuando se realiza la operación de inyección, la apertura del mecanismo de expansión 61 es mayor que una apertura predeterminada. Sin embargo, cuando no se realiza la operación de inyección, la apertura del mecanismo de expansión 61 se establece para que sea más pequeña que la apertura predeterminada. Por consiguiente, el refrigerante no fluye hacia la tubería de inyección del compresor 51.

En este caso, la apertura del mecanismo de expansión 61 se controla mediante control electrónico mediante una unidad de control, tal como un microordenador.

A continuación, se explica el funcionamiento del dispositivo de bomba de calor 100 en el momento de una operación de enfriamiento. En el momento de la operación de enfriamiento, la válvula de cuatro vías 59 se coloca en una dirección de línea discontinua. La operación de refrigeración incluye no solo la refrigeración utilizada para el aire acondicionado, sino también la extracción de calor del agua para hacer agua fría, refrigeración y similares.

El refrigerante en fase gaseosa, que se ha convertido en un refrigerante que tiene una temperatura y una presión altas en el compresor 51 (en el punto 1 de la figura 31), se descarga desde el compresor 51, y se intercambia calor mediante el intercambiador de calor 57, que funciona como condensador y radiador, para ser licuado (en el punto 2 de la figura 31). El refrigerante en fase líquida licuado por el intercambiador de calor 57 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 56, y pasa a un estado de dos fases gas-líquido (en el punto 3 en la figura 31). El refrigerante, que ha pasado al estado de dos fases gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, es intercambiado por el intercambiador de calor interno 55, y es enfriado y licuado (en el punto 4 en la figura 31). En el intercambiador de calor interno 55, el refrigerante, que ha pasado al estado de dos fases gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, intercambia calor con el refrigerante (en el punto 9 en la figura 31), que se ha convertido en el estado de dos fases gas-líquido reduciendo la presión del refrigerante en fase líquida licuado por el intercambiador de calor interno 55, mediante el mecanismo de expansión 56. El refrigerante en fase líquida (en el punto 4 en la figura 31) que intercambia calor mediante el intercambiador de calor interno 55 se ramifica al circuito de refrigerante principal 58 y al circuito de inyección 62 para fluir en el mismo.

El refrigerante en fase líquida que fluye en el circuito de refrigerante principal 58 intercambia entonces calor con el refrigerante aspirado al compresor 51 mediante el receptor 54, y se enfría más (en el punto 5 en la figura 31). El refrigerante en fase líquida enfriado por el receptor 54 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 53 y pasa al estado de dos fases gas-líquido (en el punto 6 en la figura 31). El refrigerante, que ha pasado al estado de dos fases gas-líquido en el mecanismo de expansión 53, es intercambiado por el intercambiador de calor 52, que funciona como evaporador, y se calienta (en el punto 7 de la figura 31). En este momento, debido a que el refrigerante absorbe calor, el agua que circula en el circuito de agua 63 se enfría y se usa para enfriar y refrigerar.

El refrigerante calentado por el intercambiador de calor 52 es calentado adicionalmente por el receptor 54 (en el punto 8 en la figura 31) y es aspirado por el compresor 51.

Por otro lado, el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62 reduce la presión mediante el mecanismo de expansión 61 (en el punto 9 en la figura 31) como se describió anteriormente, y el calor intercambiado mediante el intercambiador de calor interno 55 (en el punto 10 en la figura 31). Un refrigerante (refrigerante de inyección) en el estado de dos fases gas-líquido, que ha intercambiado calor mediante el intercambiador de calor interno 55, fluye hacia el compresor 51 desde la tubería de inyección del compresor 51, manteniendo en el estado de dos fases gas-líquido.

La operación de compresión en el compresor 51 es la misma que la operación de calentamiento.

Cuando no se realiza la operación de inyección, como en la operación de calentamiento, la abertura del mecanismo de expansión 61 está completamente cerrada, para no dar como resultado que el refrigerante fluya hacia la tubería de inyección del compresor 51.

- 5 En las explicaciones anteriores, el intercambiador de calor 52 se ha explicado como un intercambiador de calor como un intercambiador de calor de placas que realiza el intercambio de calor entre el refrigerante y el agua que circula en el circuito de agua 63. Sin embargo, el intercambiador de calor 52 no se limita al mismo y puede haber otros tipos de intercambiadores de calor que realicen un intercambio de calor entre un refrigerante y el aire.

- 10 El circuito de agua 63 puede no ser un circuito en el que circule agua, sino que puede ser un circuito en el que circula otro tipo de fluido.

Como se describió anteriormente, el dispositivo de bomba de calor 100 se puede usar para un dispositivo de bomba de calor que usa un compresor inversor, tal como un acondicionador de aire, un calentador de agua con bomba de calor, un refrigerador, un congelador y similares.

Lista de signos de referencia

- 15 1 compresor, 2 válvula de cuatro vías, 3 intercambiador de calor, 4 mecanismo de expansión, 5 intercambiador de calor, 6 tubería de refrigerante, 7 mecanismo de compresión, 8 motor, 9 inversor, 10 unidad de control de inversor, 11 unidad de generación de tensión de alta frecuencia, 12 unidad de determinación de calor, 13 fuente de alimentación de CA, 14 rectificador, 15 condensador de suavizado, 16 unidad de detección de tensión de bus, 17 elemento de conmutación, 18 diodo de reflujo, 19 unidad de aplicación de tensión, 20 unidad de detección de corriente, 21 datos de la tabla, 22 unidad de entrada externa, 23 unidad de selección, 24 integrador, 25 unidad de generación de comando de tensión, 26 unidad de generación de señal de PWM, 27 unidad de comparación de corriente, 28 unidad de comparación de tensión, 29 unidad de detección de temperatura, 30 unidad de comparación de temperatura, 31 primera unidad de cálculo de producto lógico, 32 unidad de determinación de agrupación, 33 unidad de medida de tiempo transcurrido, 34 unidad de comparación de tiempo, 35 unidad de reajuste, 36 unidad de cálculo de suma lógica, 37 segunda unidad de cálculo de producto lógico, 38 unidad de determinación de la cantidad de calentamiento, 39 unidad de adición, 40 unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión, 41 multiplicador, 42 unidad de selección de valor de comando de tensión, 43 unidad de almacenamiento del valor de corrección de comando de tensión, 44 unidad de almacenamiento del valor de comando de tensión corregido, 45 unidad de detección de tensión de CA, 51 compresor, 52, 57 intercambiador de calor, 53, 56, 61 mecanismo de expansión, 54 receptor, 55 Intercambiador de calor interno, 58 circuito de refrigerante principal, 59 válvula de cuatro vías, 60 ventilador, 62 circuito de inyección, 63 circuito de agua, 100 dispositivo de bomba de calor.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de bomba de calor (100) que comprende:

un compresor (1) que tiene un mecanismo de compresión (7) para comprimir un refrigerante;

un motor (8) configurado para accionar el mecanismo de compresión (7) del compresor (1);

5 un inversor trifásico (9) configurado para aplicar una tensión predeterminada al motor (8) y configurado para conectar en paralelo tres partes de conexión en serie, cada una de las cuales tiene dos elementos de conmutación;

una unidad de detección de tensión (16, 45) configurada para detectar un valor de tensión de una tensión suministrada al inversor trifásico (9); y

10 una unidad de control del inversor (10) configurada para controlar el inversor trifásico (9) para hacer que el inversor trifásico (9) genere una tensión en un estado de un refrigerante retenido en el compresor (1),

caracterizado por que

la unidad de control del inversor (10) comprende:

15 una unidad de generación de tensión de alta frecuencia (11) configurada para emitir señales de accionamiento para los elementos de conmutación,

una unidad de determinación de calentamiento (12) configurada para determinar si debe accionar la unidad de generación de tensión de alta frecuencia (11) durante una parada del compresor (1) y para calcular y generar un valor de comando de tensión (V_c) requerido para expulsar el refrigerante al exterior del compresor (1) de acuerdo con una cantidad determinada de refrigerante retenido en el compresor (1), y

20

una unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) configurada para adquirir un valor de corrección de comando de tensión (K_v) asociado con un valor de comando de tensión (V^*) y el valor de tensión detectado (V_{ca} , V_{cc}) de una unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión,

25 en el que la unidad de generación de tensión de alta frecuencia (11) comprende datos de tabla (21), una unidad de entrada externa (22), una unidad de selección (23), una unidad de generación de comando de tensión (25), una unidad de generación de señal de PWM (26), una unidad de adición (39) y un multiplicador (41),

30 en el que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) y el multiplicador (41) forman una unidad de corrección de comando de tensión,

35 en el que la unidad de selección (23) está configurada para seleccionar y emitir cualquiera de los valores de comando de tensión (V_c) emitidos desde la unidad de determinación de calentamiento (12), un valor de comando de tensión (V_t) registrado en los datos de la tabla (21), y un valor de comando de tensión (V_a) introducido desde la unidad de entrada externa (22) como el valor de comando de tensión (V^*),

en el que el multiplicador (41) está configurado para calcular un producto del valor de comando de tensión (V^*) emitido por la unidad de selección (23) y el valor de corrección de comando de tensión (K_v) calculado por la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) como valor de comando de tensión (V^*),

40 en el que la unidad de selección (23) está configurada para cambiar entre una fase θ_p y una fase θ_n diferente de la fase θ_p sustancialmente en 180 grados y emitir una de las mismas en sincronización con una señal portadora del inversor (9),

45 en el que la unidad de adición (39) está configurada para agregar la fase θ_p o θ_n seleccionada por la unidad de selección (23) a una fase de referencia θ_f y designar la fase obtenida como una fase de tensión (θ),

la unidad de generación de comando de tensión (25) está configurada para generar y emitir valores de comando de tensión trifásica (V_u^* , V_v^* , V_w^*), basados en el único valor de comando de tensión (V^*) obtenido por la unidad de corrección de comando de tensión (40, 41) y la fase de tensión (θ) emitida por la unidad de adición (39), y

50

- 5 la unidad de generación de señal de PWM (26) está configurada para generar las señales de accionamiento (UP, UN, VP, VN, WP, WN) correspondientes a los respectivos elementos de conmutación del inversor trifásico (9) en base a los valores de comando de tensión trifásicos emitidos desde la unidad de generación de comando de tensión (25) y la señal portadora, y emiten las señales de accionamiento respectivas generadas a los elementos de conmutación correspondientes del inversor trifásico (9), para hacer que el inversor trifásico (9) genere una tensión de CA de alta frecuencia (Vu, Vv, Vw) que tenga una frecuencia igual o superior a una frecuencia de funcionamiento en el momento de una operación de compresión del motor (8).
- 10 2. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de corrección de comando de tensión (40, 41) está configurada para corregir una amplitud del valor de comando de tensión de modo que la potencia introducida al motor (8) se vuelva sustancialmente constante independientemente del valor de tensión detectado por la unidad de detección de tensión (16, 45).
- 15 3. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de corrección de comando de tensión (40, 41) está configurada para corregir una amplitud del valor de comando de tensión de modo que el valor de comando de tensión tenga un valor menor que una amplitud del valor de comando de tensión, ya que el valor de tensión detectado por la unidad de detección de tensión (16, 45) se vuelve más alto que un valor de tensión de referencia utilizando un valor de tensión predeterminado como valor de tensión de referencia.
- 20 4. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad de corrección de comando de tensión (40, 41) está configurada para designar el valor más bajo del valor de tensión suministrado al inversor trifásico (9) como el valor de tensión de referencia.
- 25 5. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) incluye una unidad de almacenamiento de valor de corrección (43) configurada para almacenar en la misma un valor de corrección correspondiente a un valor de tensión, y está configurada para corregir una amplitud del comando de tensión en base al valor de corrección almacenado en la unidad de almacenamiento de valor de corrección (43) con respecto al valor de tensión detectado por la unidad de detección de tensión (16, 45).
- 30 6. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) incluye una unidad de almacenamiento de valor de corrección (43) configurada para almacenar en la misma información de cálculo de valor de corrección para calcular un valor de corrección correspondiente a un valor de tensión, y está configurado para calcular un valor de corrección a partir del valor de tensión detectado por la unidad de detección de tensión (16, 45), en base a la información de cálculo del valor de corrección almacenado en la unidad de almacenamiento de valor de corrección (43), y corregir una amplitud del comando de tensión de acuerdo con el valor de corrección calculado.
- 35 7. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la unidad de detección de tensión (16, 45) está configurada para detectar una tensión (Vca) suministrada desde una fuente de alimentación de CA (13) o una tensión de CC (Vcc) adquirida rectificando una tensión suministrada desde la fuente de alimentación de CA (13).
- 40 8. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la unidad de selección (23) está configurada para cambiar la fase θ_p para cada tiempo predeterminado, y cambiar entre la fase θ_p y la fase θ_n y producir una de las mismas en sincronización con la señal portadora, mientras se cambia la fase θ_n a una fase diferente de la fase θ_p sustancialmente en 180 grados de acuerdo con el cambio de fase θ_p .
- 45 9. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la unidad de determinación de calentamiento (12) incluye una unidad de detección de estado (29) configurada para detectar un estado en el que la temperatura del aire exterior aumenta en una temperatura predeterminada o más en comparación con una temperatura del aire exterior un tiempo predeterminado antes de la misma, y la unidad de generación de comando de tensión (25) está configurada para emitir un valor de comando de tensión cuando la unidad de detección de estado (29) detecta el estado.
- 50 10. El dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que un elemento de conmutación (17) que constituye el inversor trifásico (9) es un elemento basado en un semiconductor

de banda vacía ancha, o un MOSFET que tiene una estructura de superunión.

5 11. Un sistema de bomba de calor que comprende: el dispositivo de bomba de calor (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, incluyendo el dispositivo de bomba de calor (100) un circuito de refrigerante (58) en el que el compresor (1), un primer intercambiador de calor (3), un mecanismo de expansión (4) y un segundo intercambiador de calor (5) están conectados secuencialmente mediante tuberías (6); y un dispositivo de utilización de fluido configurado para utilizar el calor del fluido intercambiado con el refrigerante mediante el primer intercambiador de calor (3) conectado al circuito de refrigerante (58).

12. Un método para controlar un inversor (9) en un dispositivo de bomba de calor (100) que incluye:

un compresor (1) que tiene un mecanismo de compresión (7) que comprime un refrigerante;

10 un motor (8) configurado para accionar el mecanismo de compresión (7) previsto en el compresor (1);

un inversor trifásico (9) configurado para aplicar una tensión predeterminada al motor (8) y configurado para conectar en paralelo tres partes de conexión en serie, cada una de las cuales tiene dos elementos de conmutación;

15 una unidad de detección de tensión (16, 45) configurada para detectar un valor de tensión de una tensión suministrada al inversor trifásico (9); y

una unidad de control del inversor (10) configurada para controlar el inversor trifásico (9) para hacer que el inversor trifásico (9) genere una tensión en un estado de un refrigerante retenido en el compresor (1),

caracterizado por que

el método comprende:

20 una etapa de determinación de calentamiento para determinar si se debe accionar una unidad de generación de tensión de alta frecuencia (11) durante una parada del compresor (1), y calcular y generar un valor de comando de tensión (V_c) requerido para expulsar el refrigerante al exterior del compresor (1) de acuerdo con una cantidad determinada de refrigerante que queda retenido en el compresor (1); y

25 una etapa de cálculo de valor de corrección de comando de tensión para adquirir un valor de corrección de comando de tensión (K_v) asociado con un valor de comando de tensión (V^*) y el valor de tensión detectado (V_{ca} , V_{cc}) de una unidad de almacenamiento de valor de corrección de comando de tensión,

30 comprendiendo la unidad de generación de tensión de alta frecuencia (11) que comprende la etapa para datos de tabla (21), una unidad de entrada externa (22), una unidad de selección (23), una unidad de generación de comando de tensión (25), una unidad de generación de señal de PWM (26), una unidad de adición (39) y un multiplicador (41),

en el que la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) y el multiplicador (41) forman una etapa para una unidad de corrección de comando de tensión,

35 en el que la unidad de selección (23) tiene una etapa de seleccionar y emitir uno cualquiera de los valores de comando de tensión (V_c) emitidos desde la unidad de determinación de calentamiento (12), un valor de comando de tensión (V_t) registrado en los datos de la tabla (21), y un valor de comando de tensión (V_a) introducido desde la unidad de entrada externa (22) como el valor de comando de tensión (V^*),

40 en el que el multiplicador (41) tiene una etapa de calcular un producto del valor de comando de tensión (V^*) emitido por la unidad de selección (23) y el valor de corrección de comando de tensión (K_v) calculado por la unidad de cálculo de valor de corrección de comando de tensión (40) como valor de comando de tensión (V^{**}),

45 en el que la unidad de selección (23) tiene una etapa de conmutación entre una fase θ_p y una fase θ_n diferente de la fase θ_p sustancialmente en 180 grados y emite una de las mismas en sincronización con una señal portadora del inversor (9),

en el que la unidad de adición (39) tiene una etapa de agregar la fase θ_p o θ_n seleccionada por la unidad de selección (23) a una fase de referencia θ_f y designar la fase obtenida como una fase de tensión (θ),

50 la unidad de generación de comando de tensión (25) tiene una etapa de generar y emitir valores de comando de tensión trifásica (V_{u^*} , V_{v^*} , V_{w^*}), en base al valor de comando de tensión único (V^{**})

obtenido por la unidad de corrección de comando de tensión (40, 41) y la fase de tensión (θ) emitida por la unidad de adición (39), y

5 la unidad de generación de señal de PWM (26) tiene una etapa de generación de señales de accionamiento (UP, UN, VP, VN, WP, WN) correspondientes a los respectivos elementos de conmutación del inversor trifásico (9) en base a los valores de comando de tensión trifásica emitidos desde la etapa de generación de comando de tensión y la señal portadora, y emitir las
10 señales de accionamiento respectivas generadas a los elementos de conmutación correspondientes del inversor trifásico (9), para hacer que el inversor trifásico (9) genere un tensión de CA de alta frecuencia (Vu, Vv, Vw) que tiene una frecuencia igual o superior a una frecuencia de operación en el momento de una operación de compresión del motor (8).

FIG.1

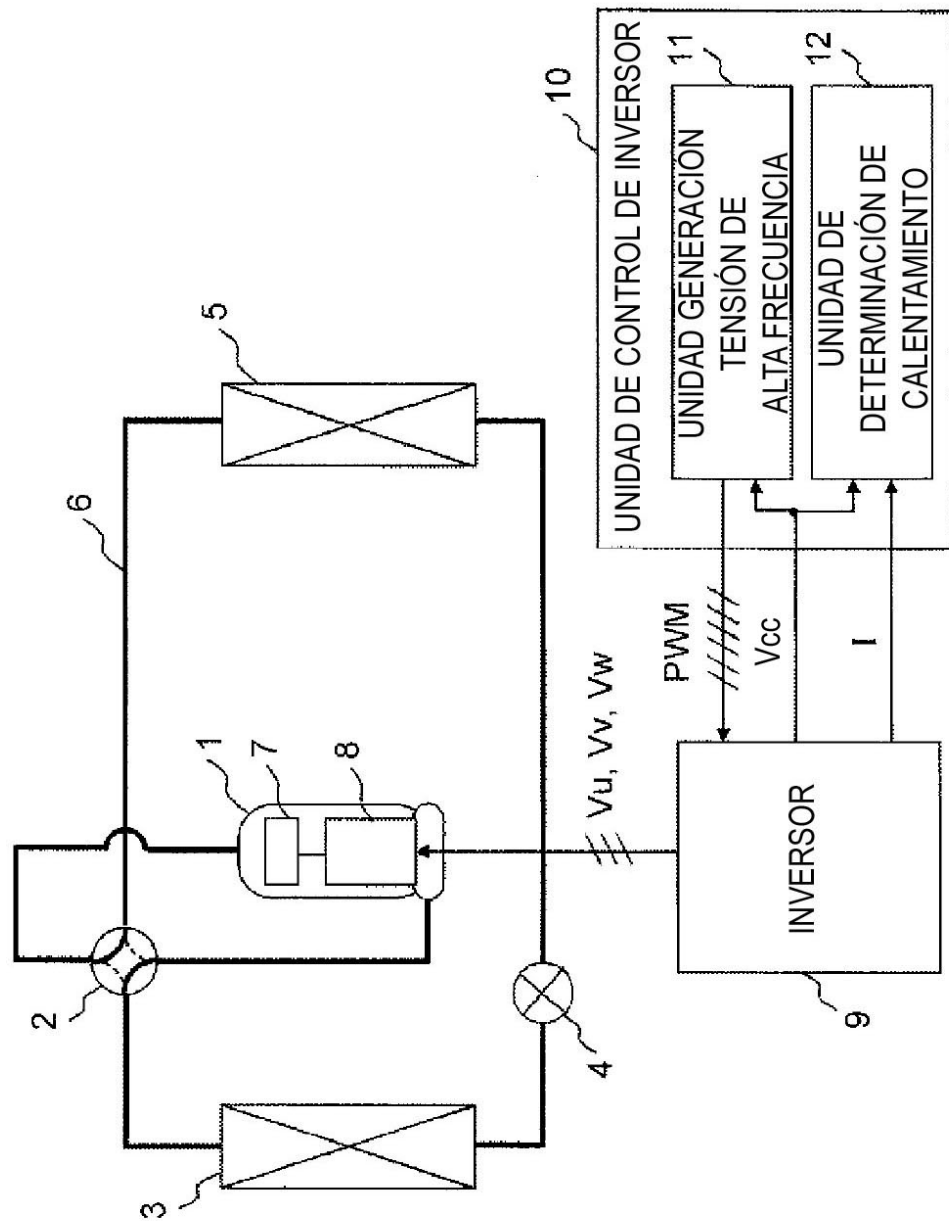


FIG.2

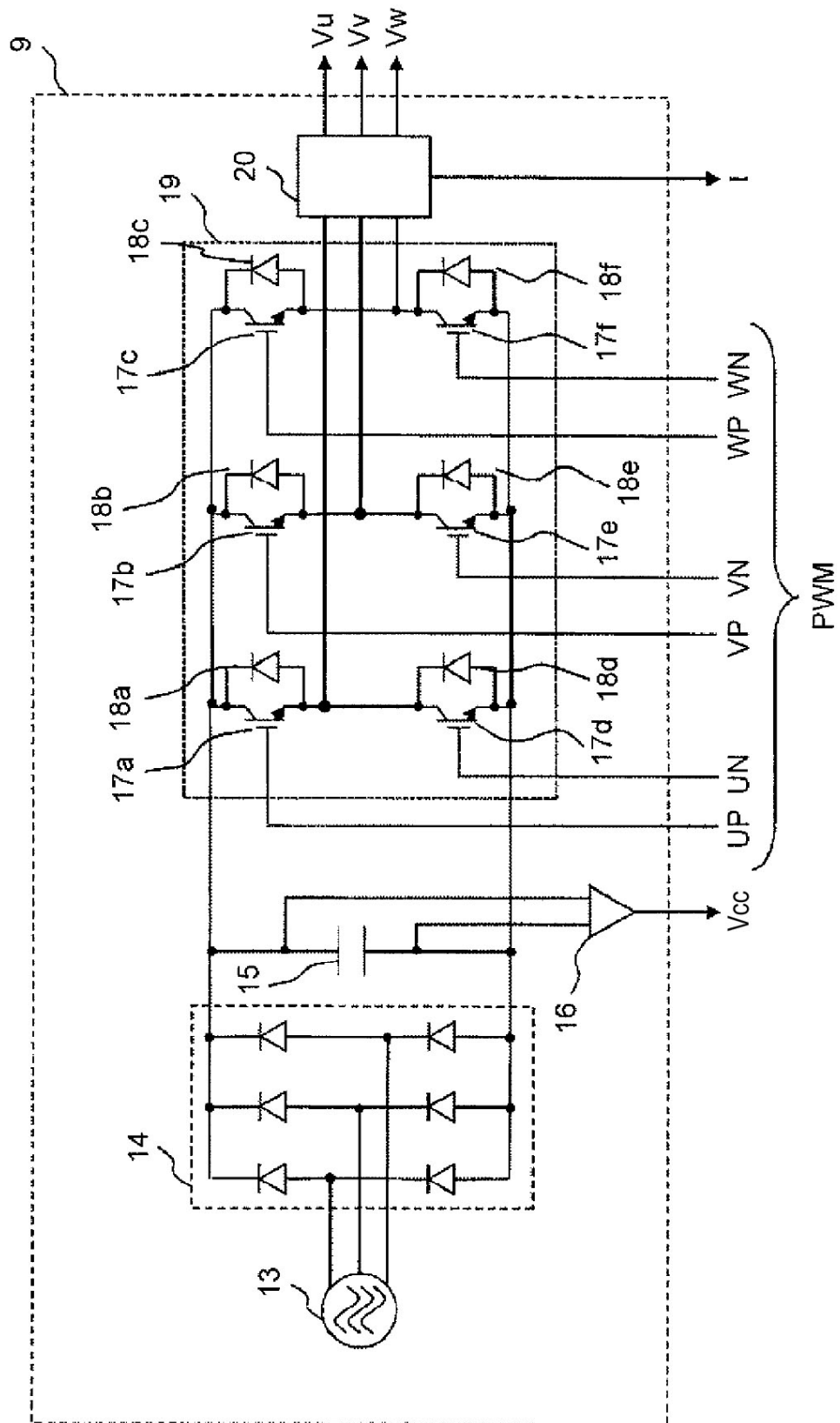


FIG.3

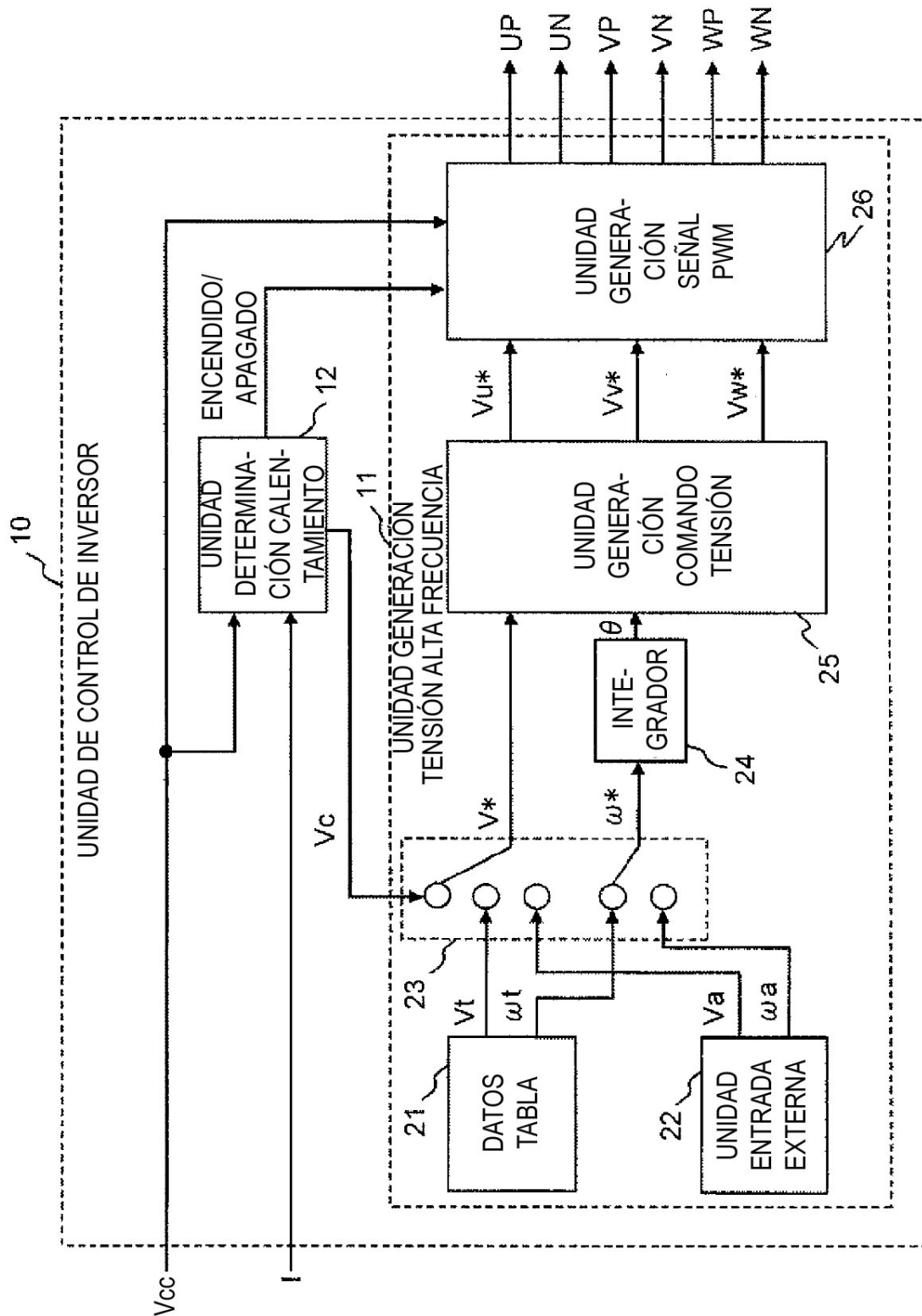


FIG.4

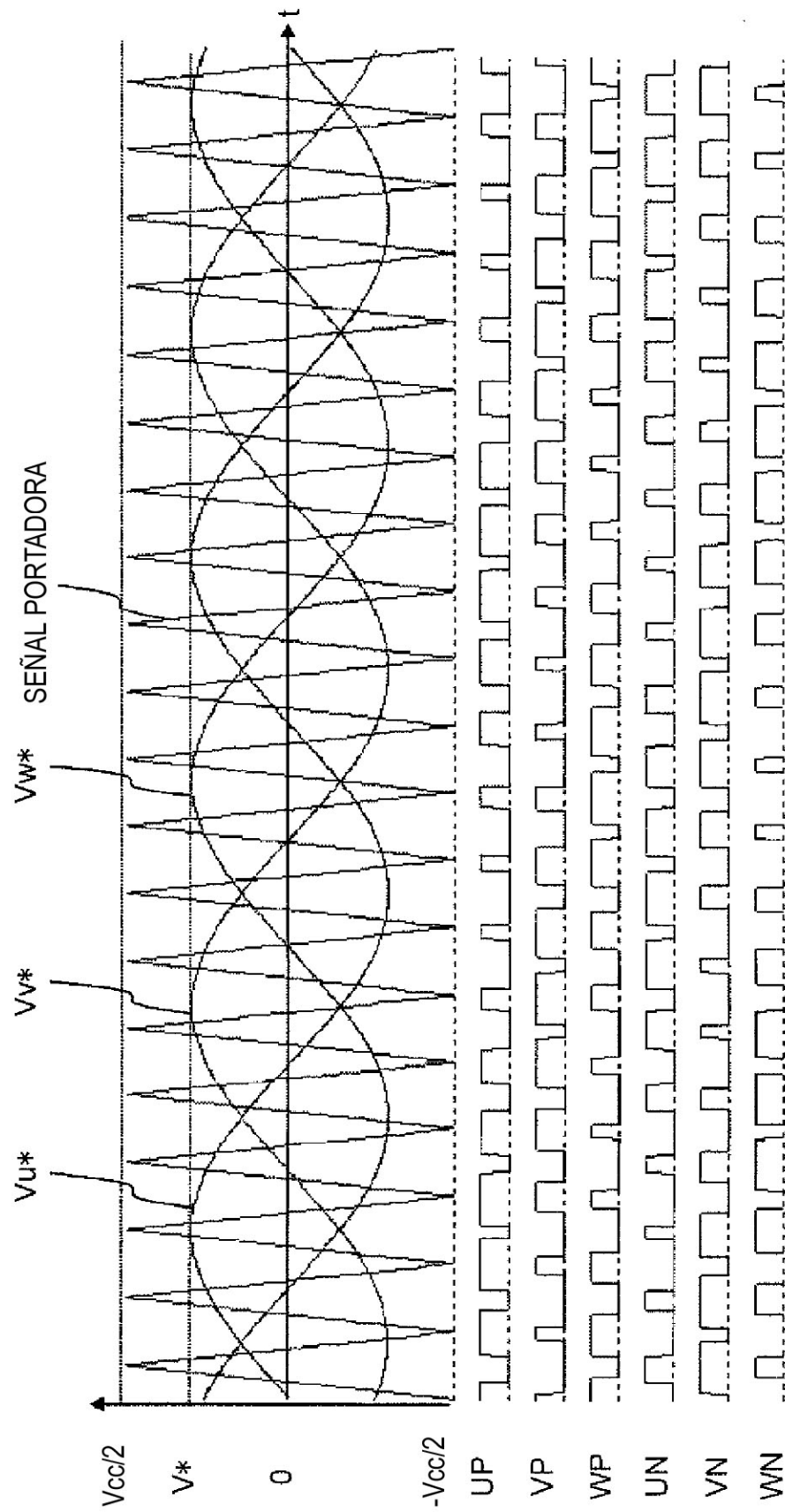


FIG.5

VECTOR DE TENSÓN	DIRECCIÓN DE TENSÓN	UP	VP	WP	UN	VN	WN
V0	0	0	0	0	1	1	1
V1	+W	0	0	1	1	1	0
V2	+V	0	1	0	1	0	1
V3	-U	0	1	1	1	0	0
V4	+U	1	0	0	0	1	1
V5	-V	1	0	1	0	1	0
V6	-W	1	1	0	0	0	1
V7	0	1	1	1	0	0	0

FIG.6

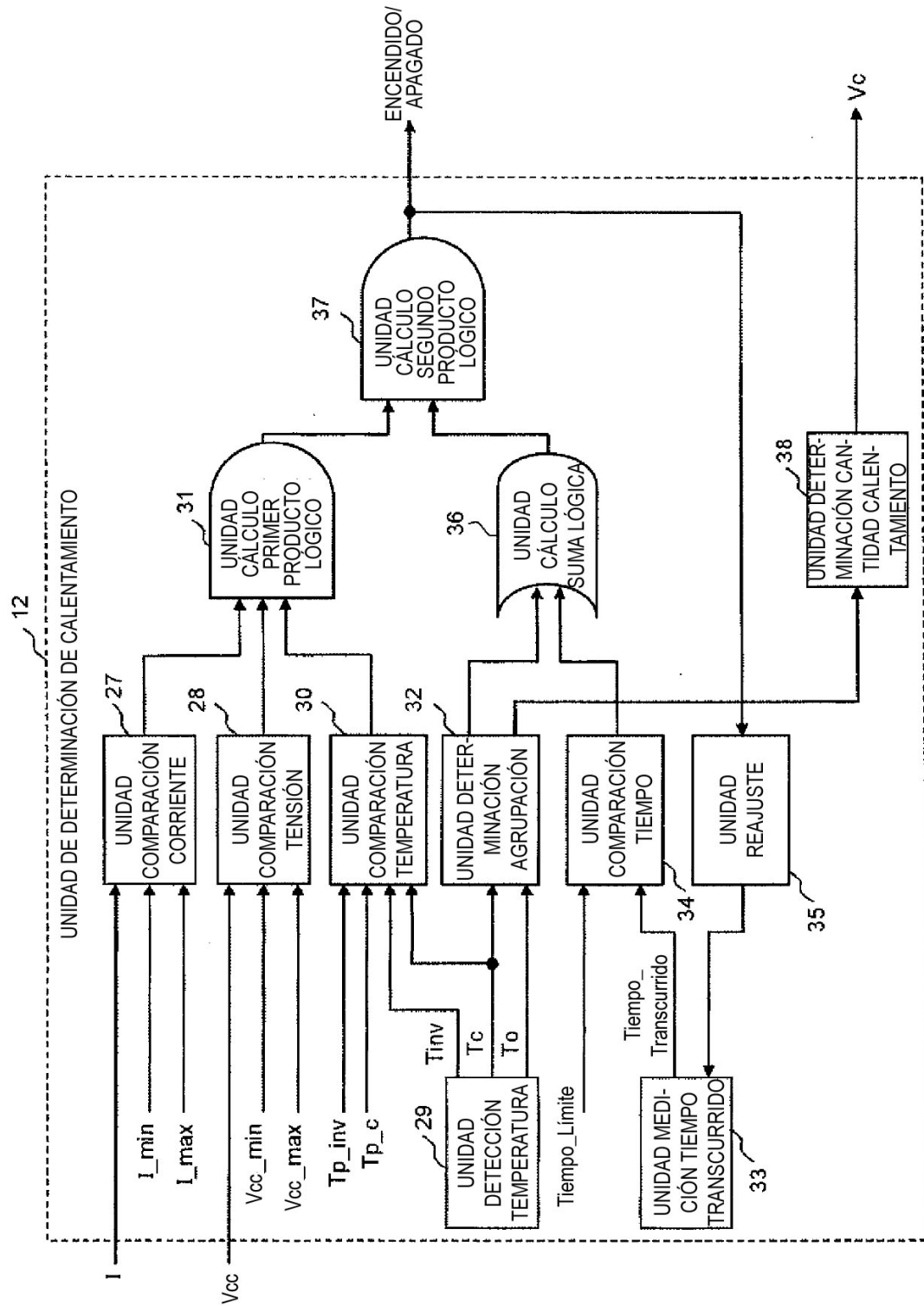


FIG.7

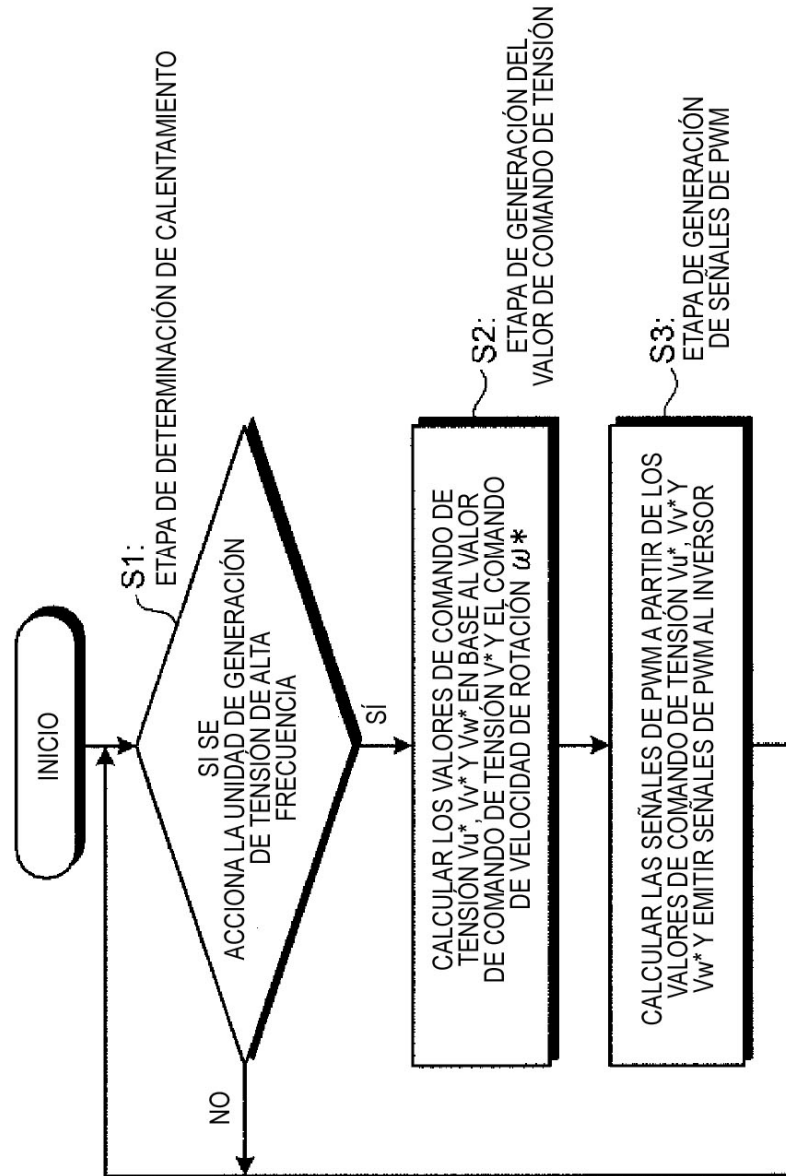


FIG.8

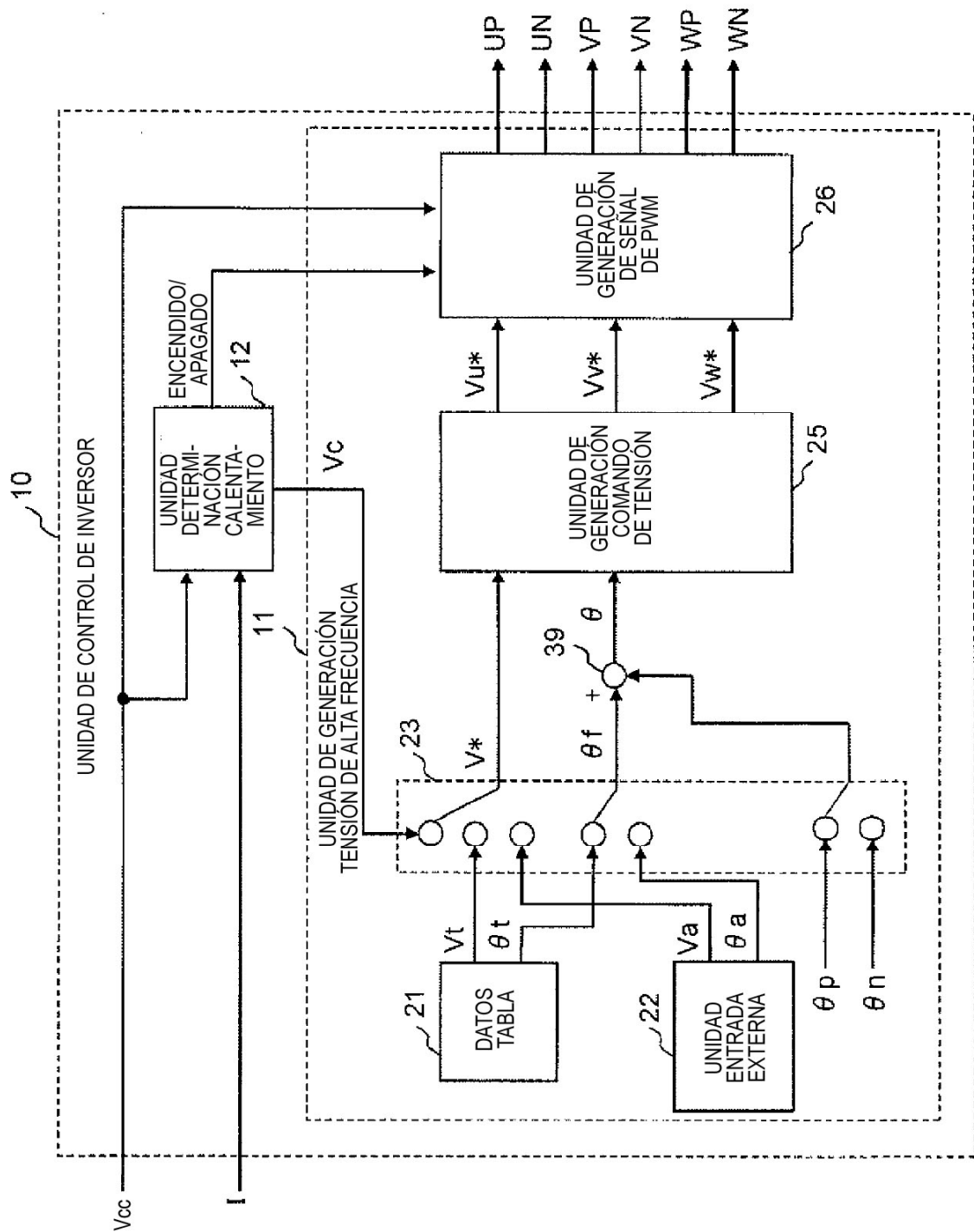


FIG.9

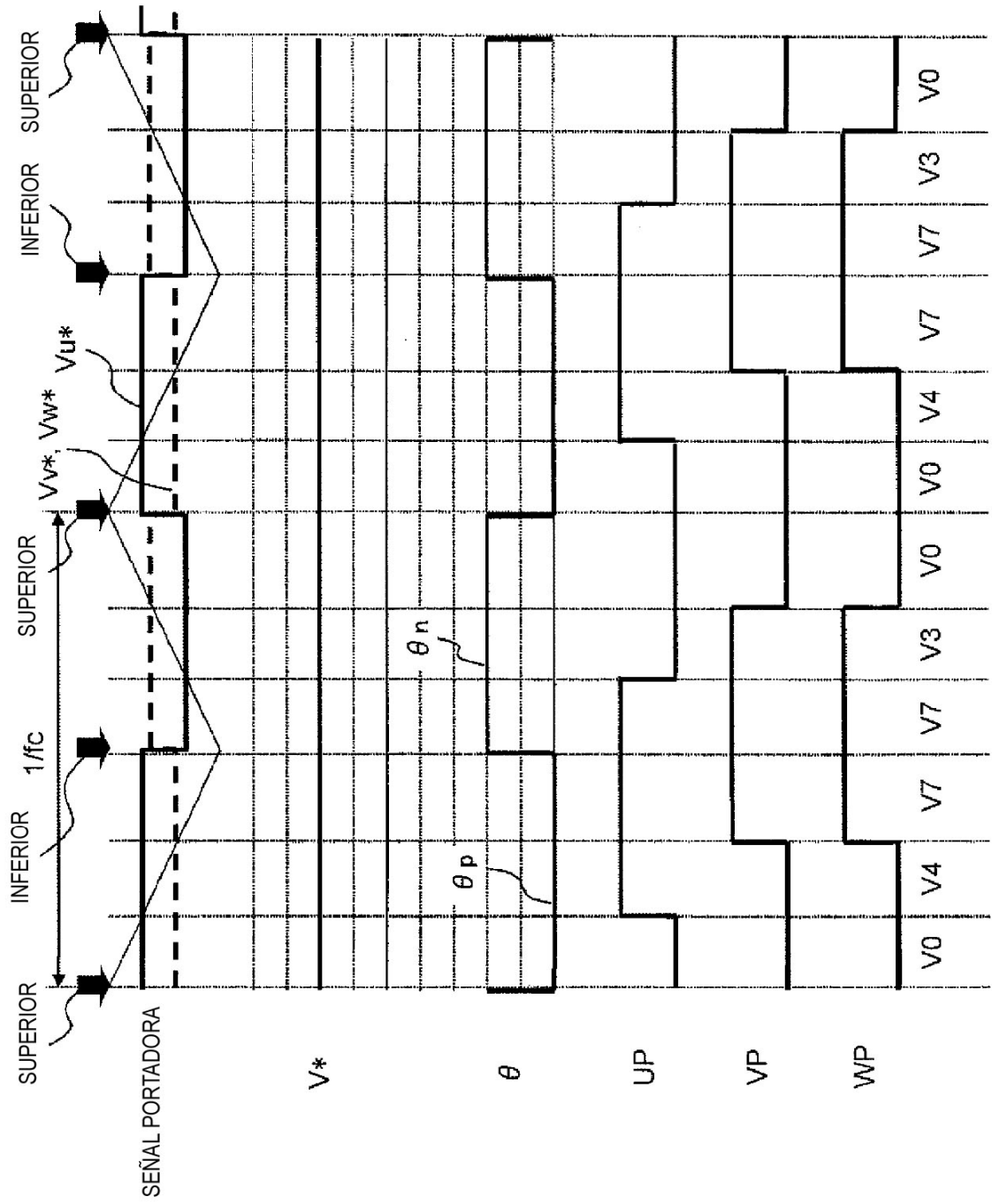


FIG.10

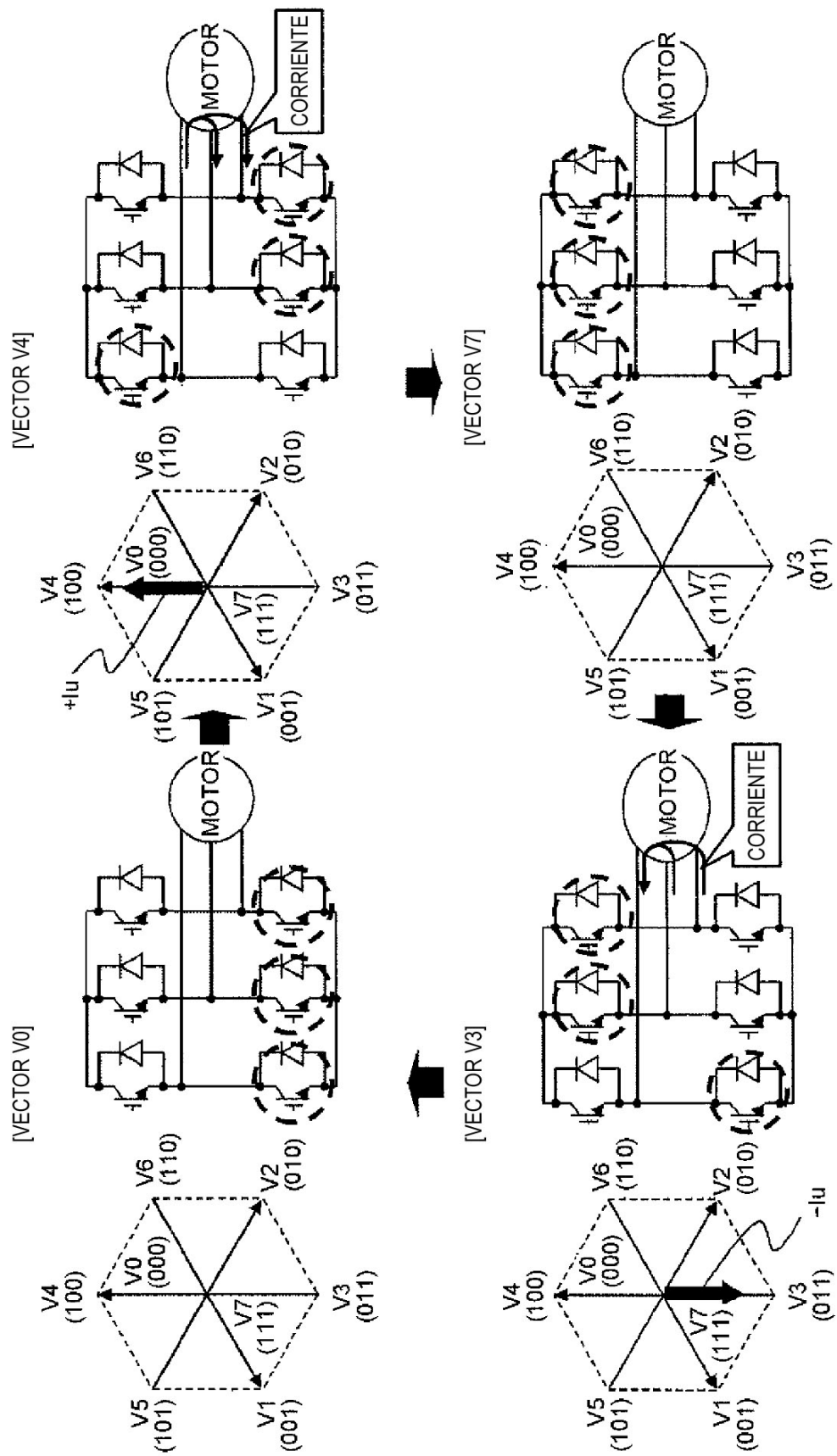


FIG.11

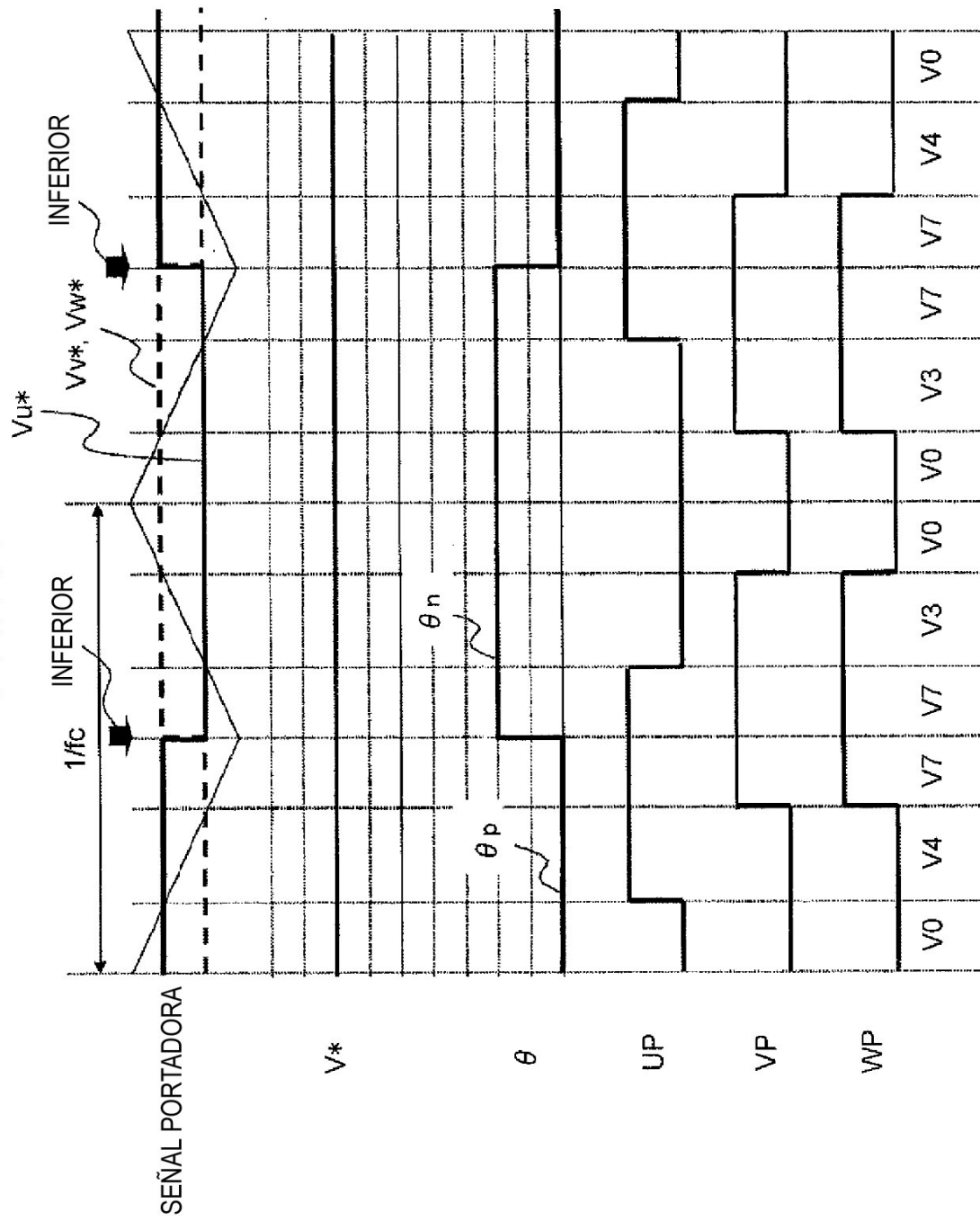


FIG.12

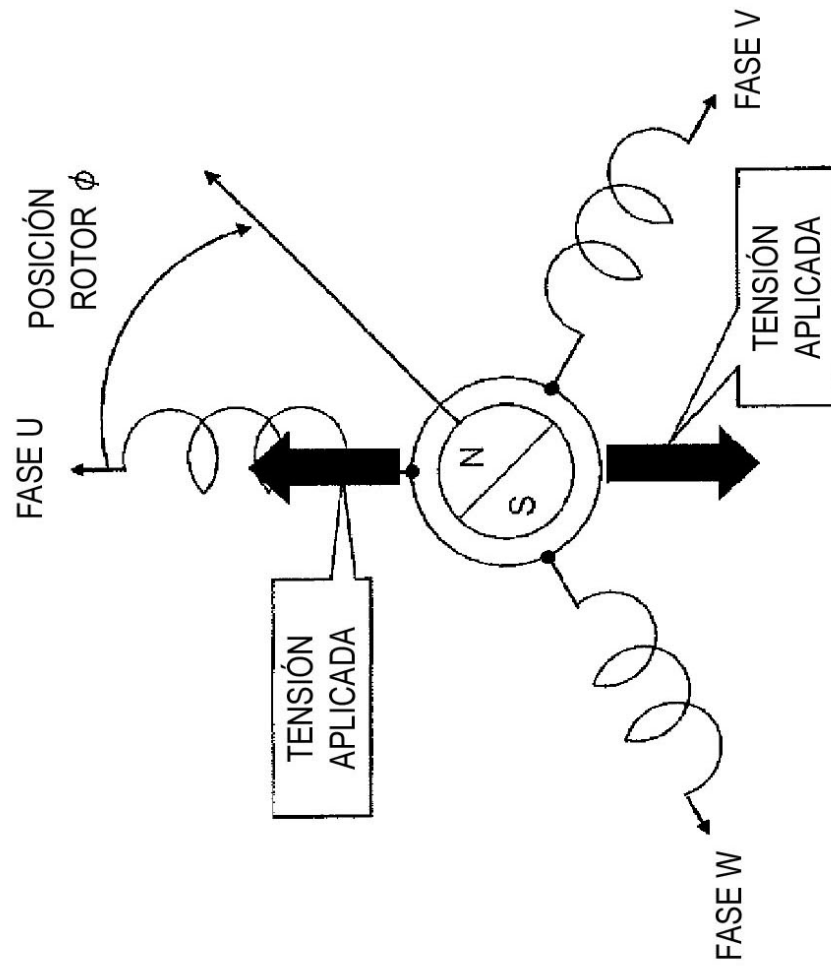


FIG.13

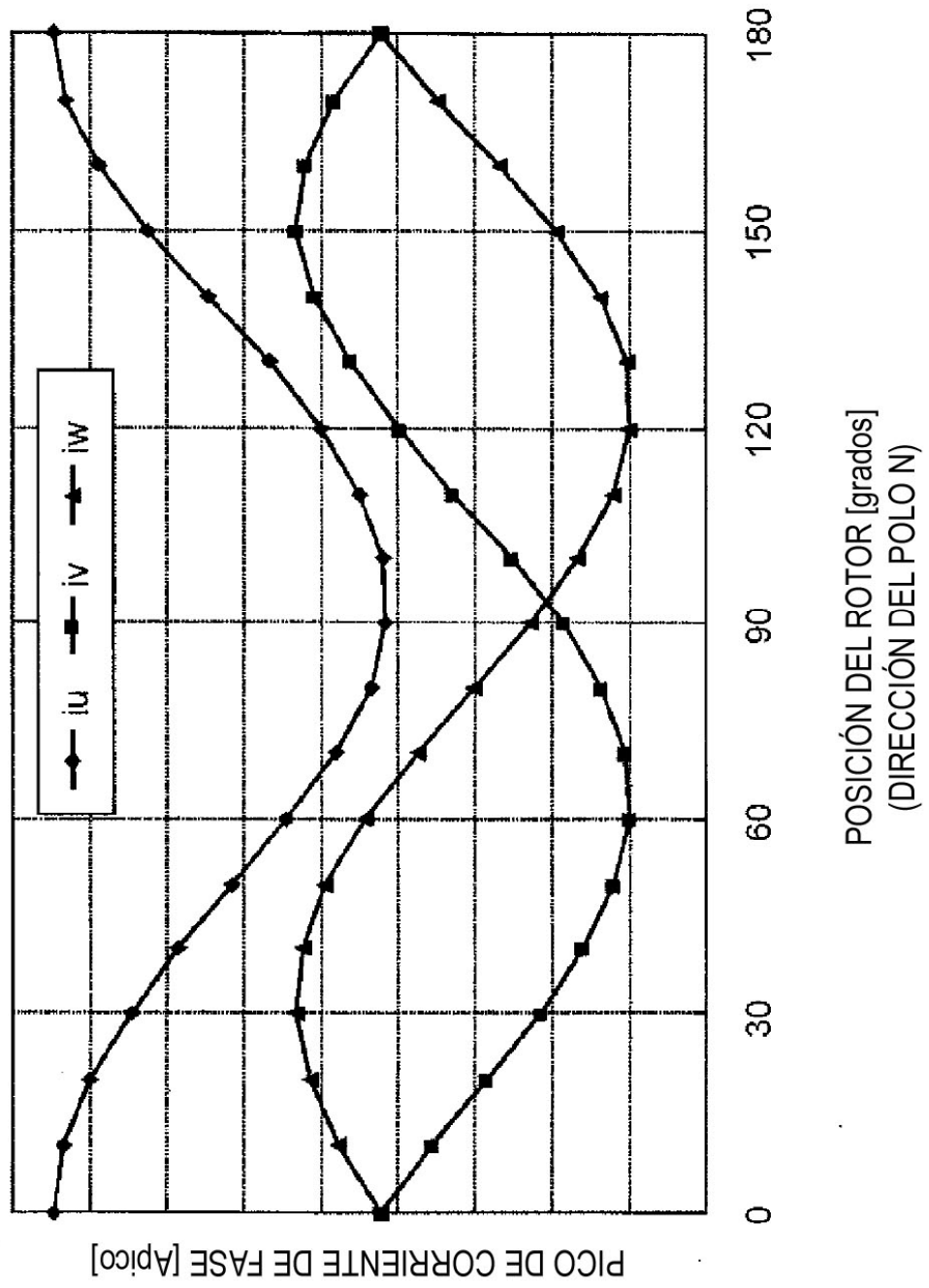


FIG.14

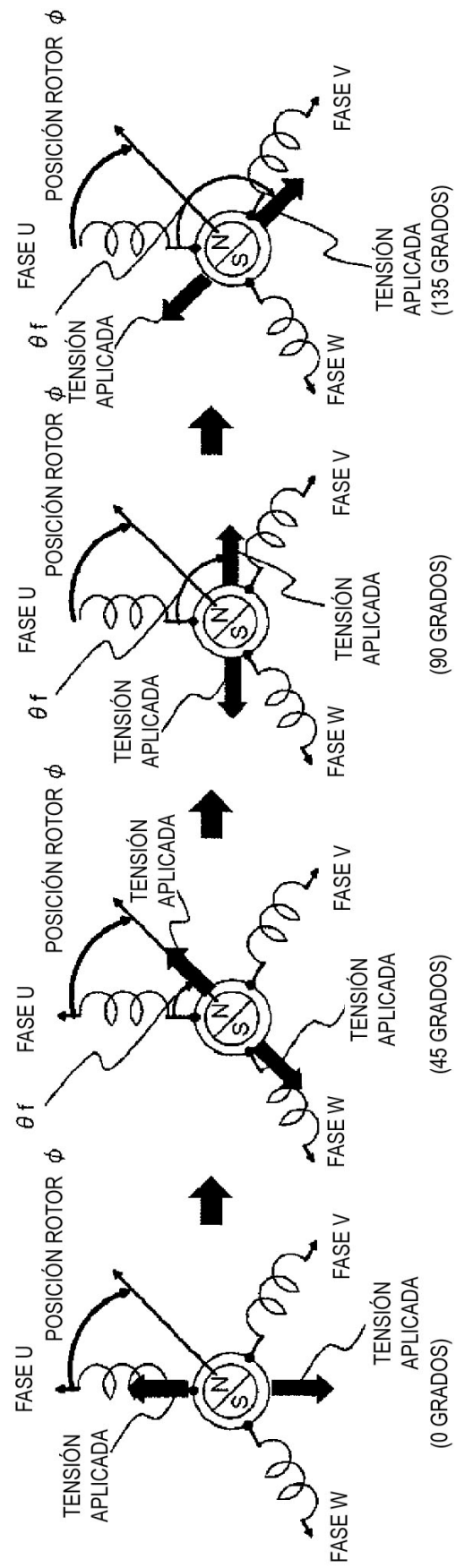


FIG.15

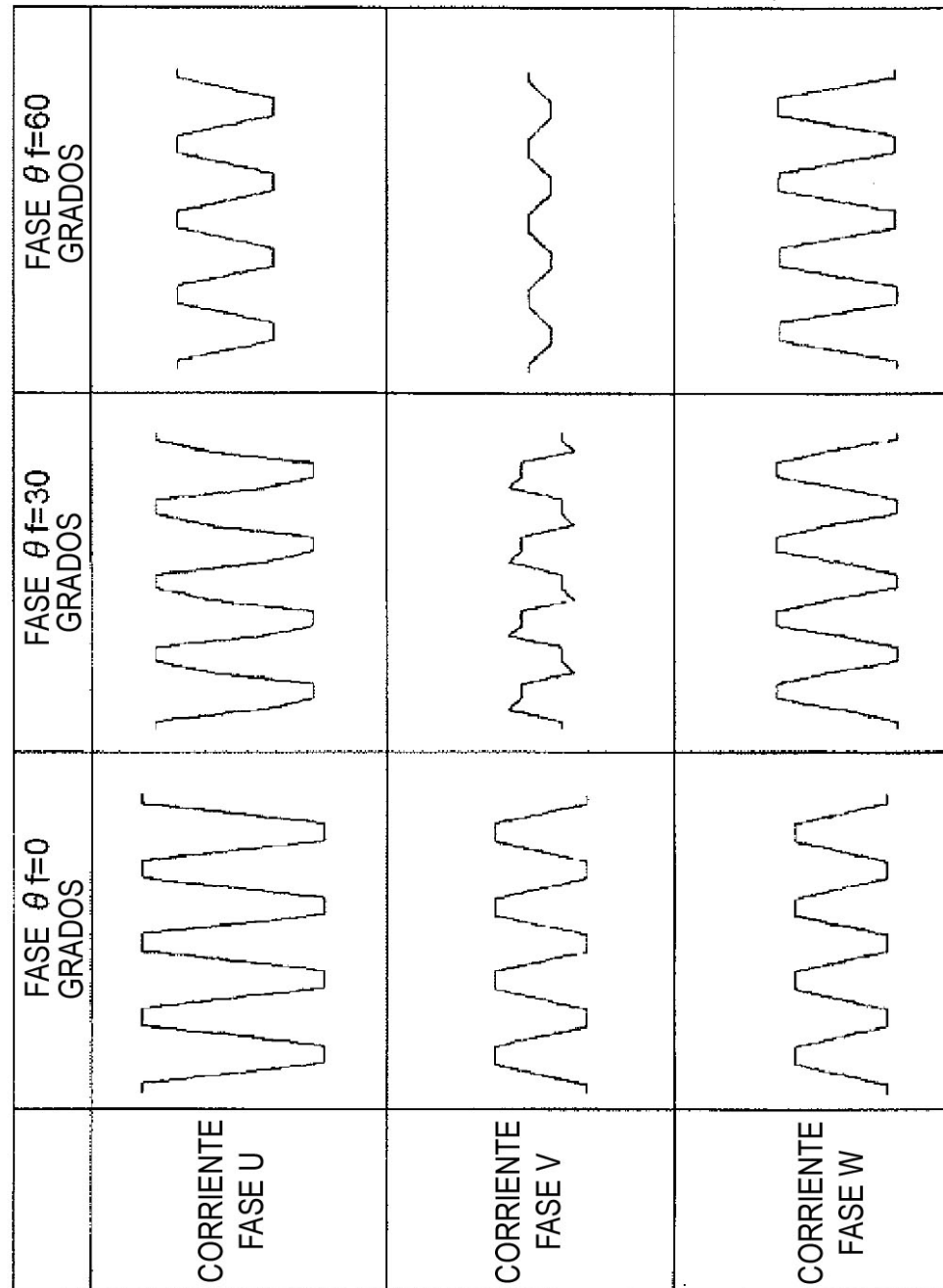


FIG.16

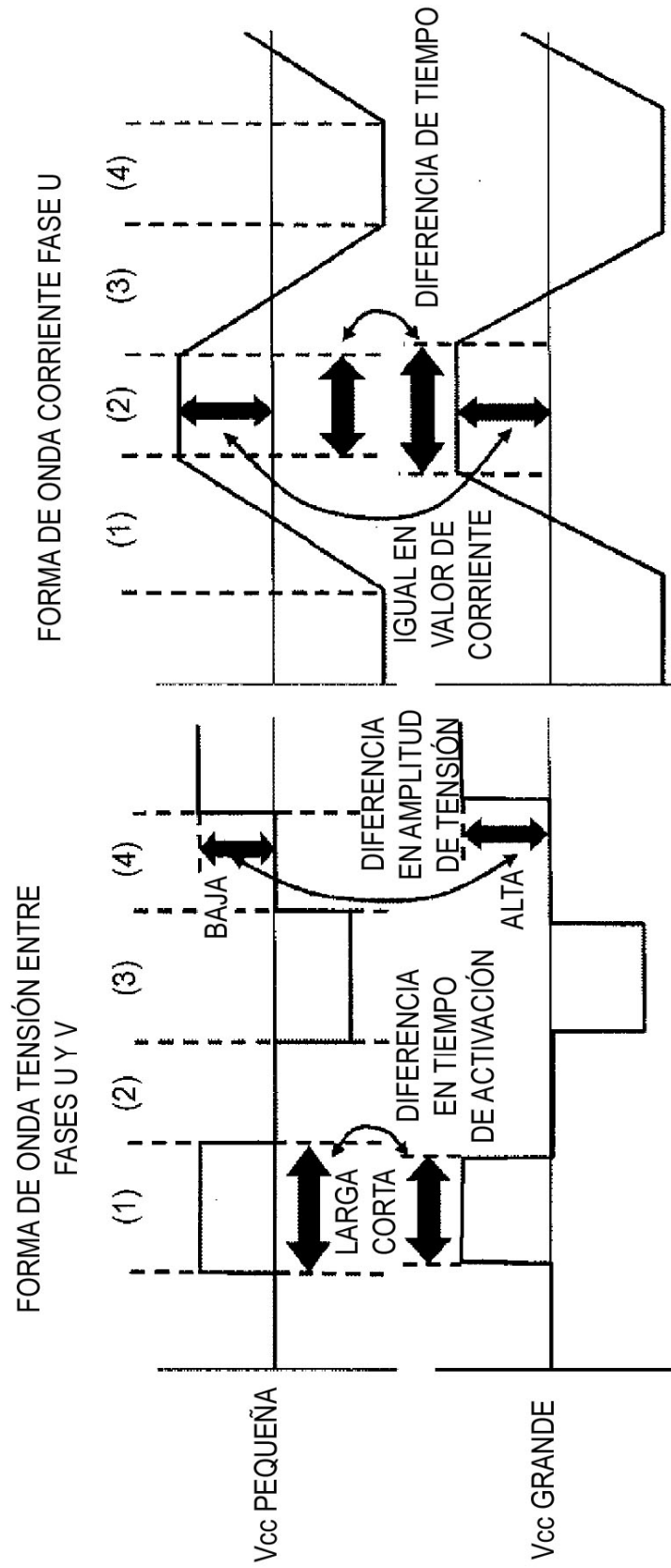


FIG.17

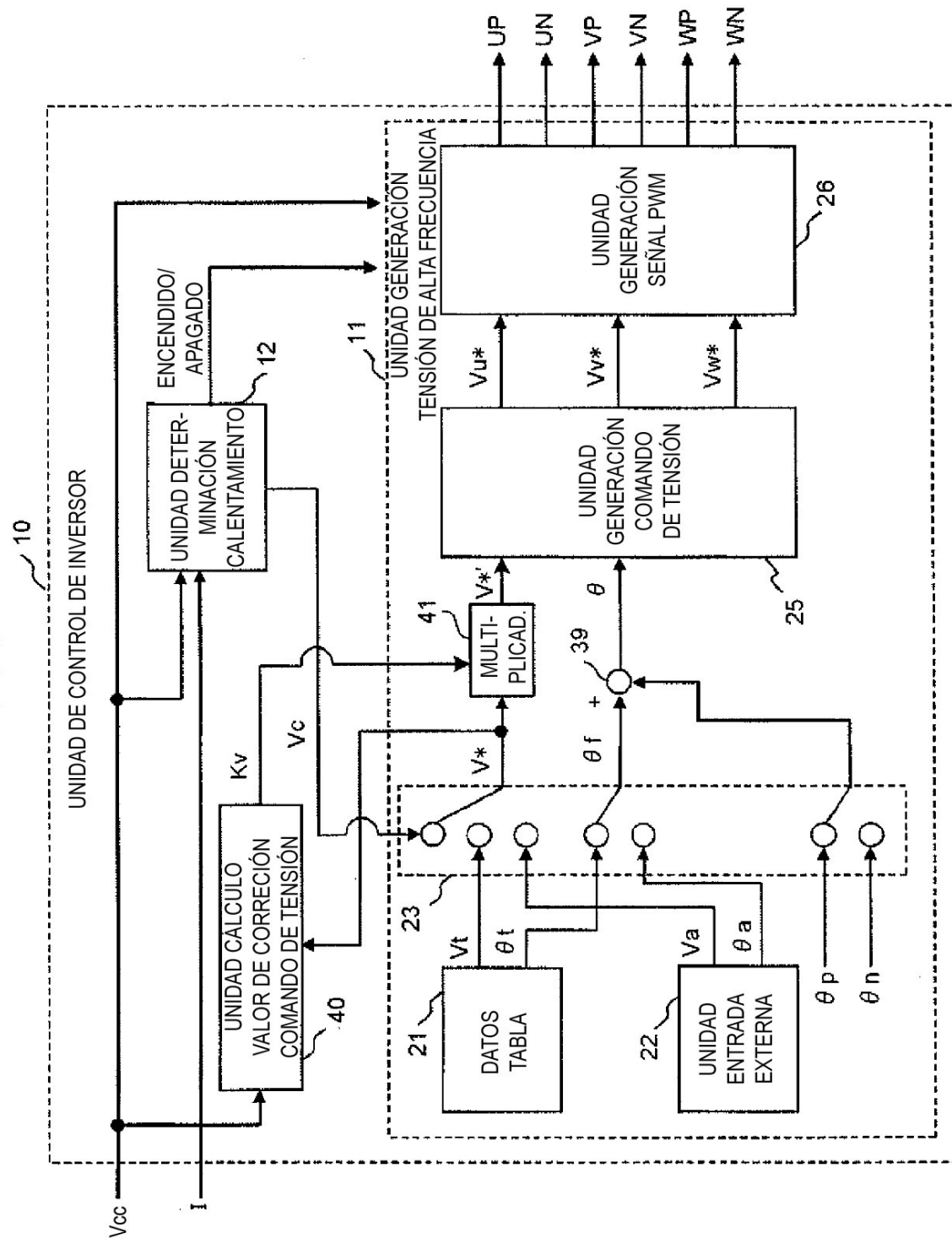


FIG.18

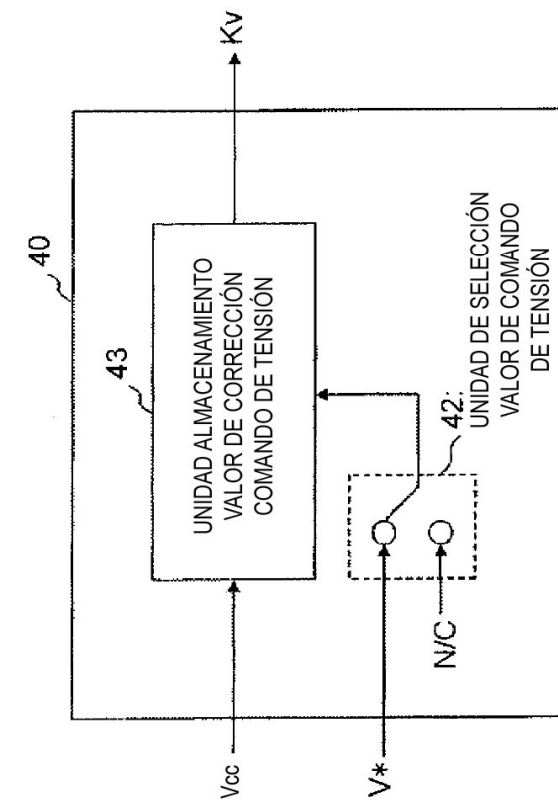


FIG.19

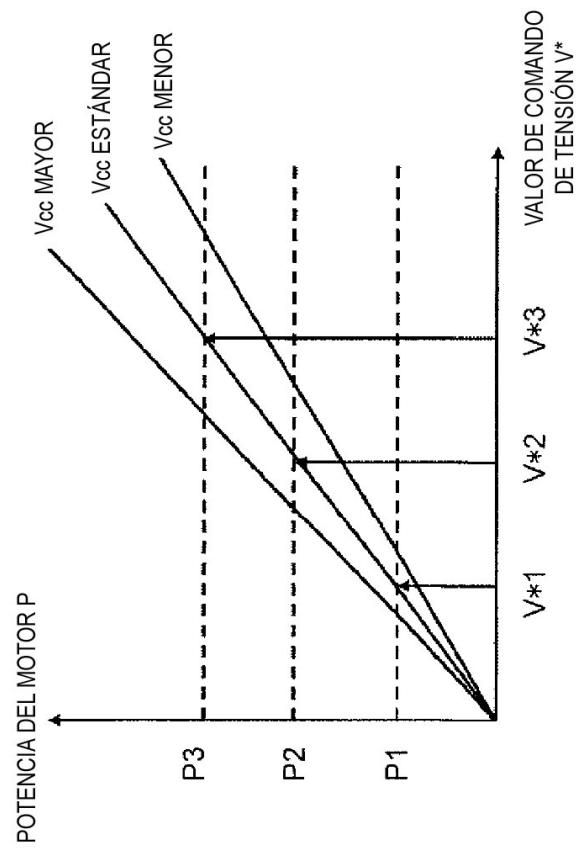


FIG.20

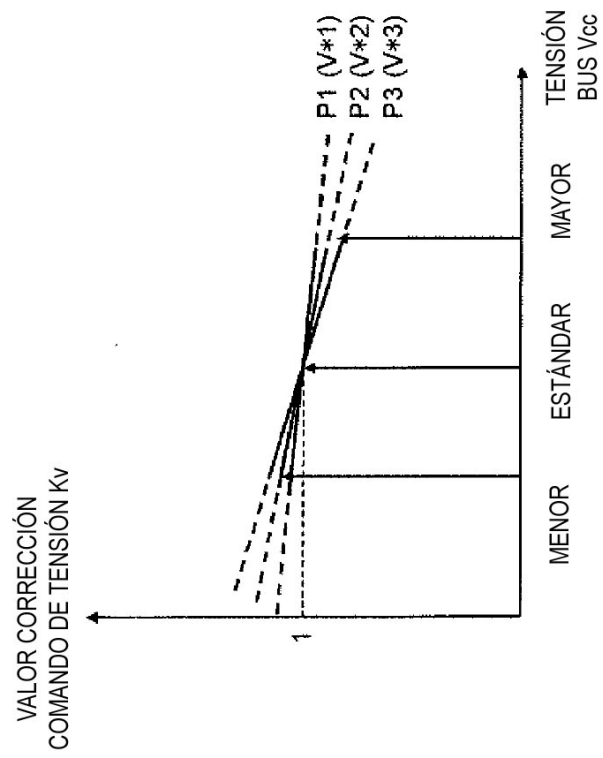


FIG.21

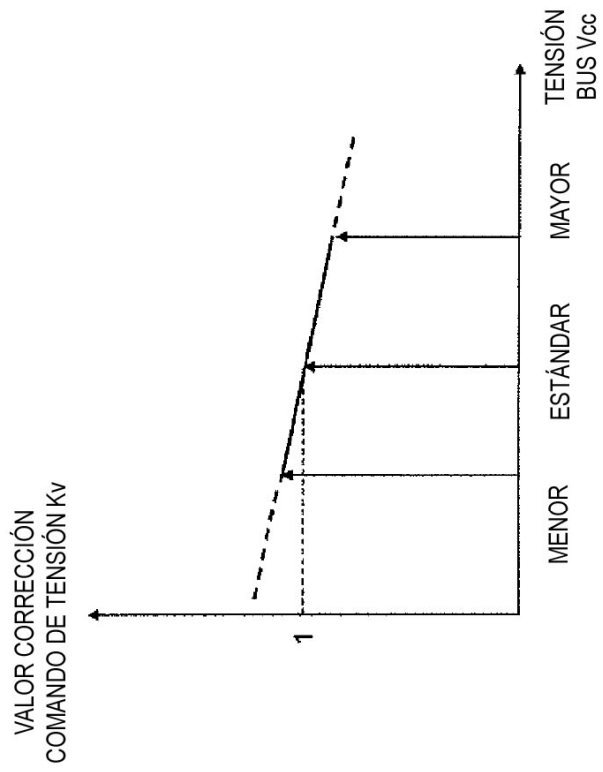


FIG.22

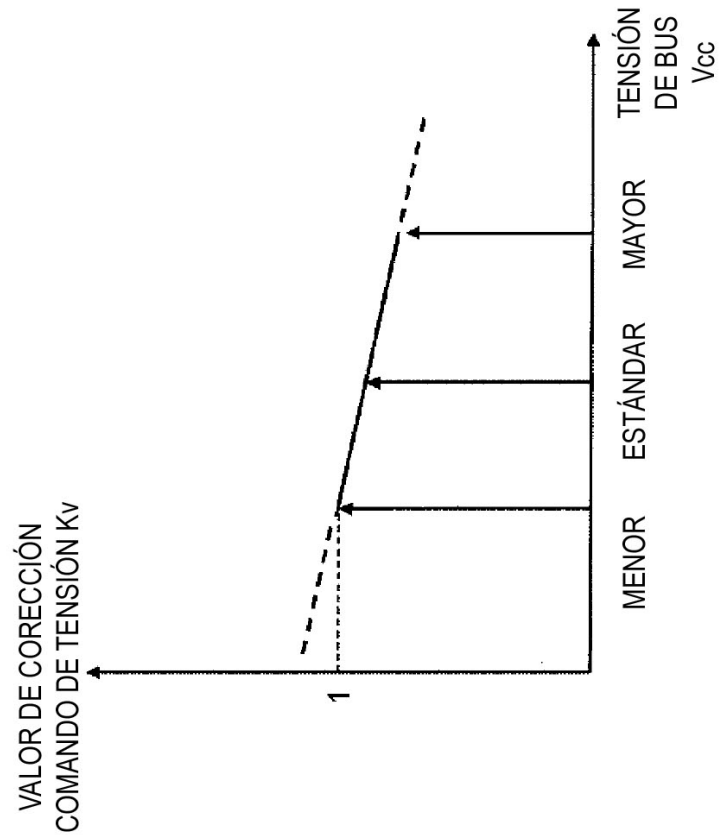


FIG.23

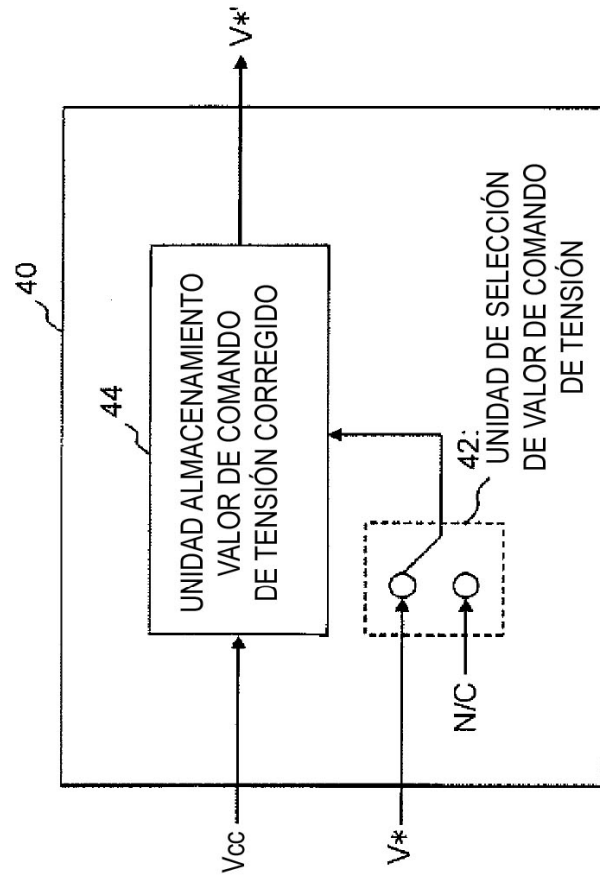


FIG.24

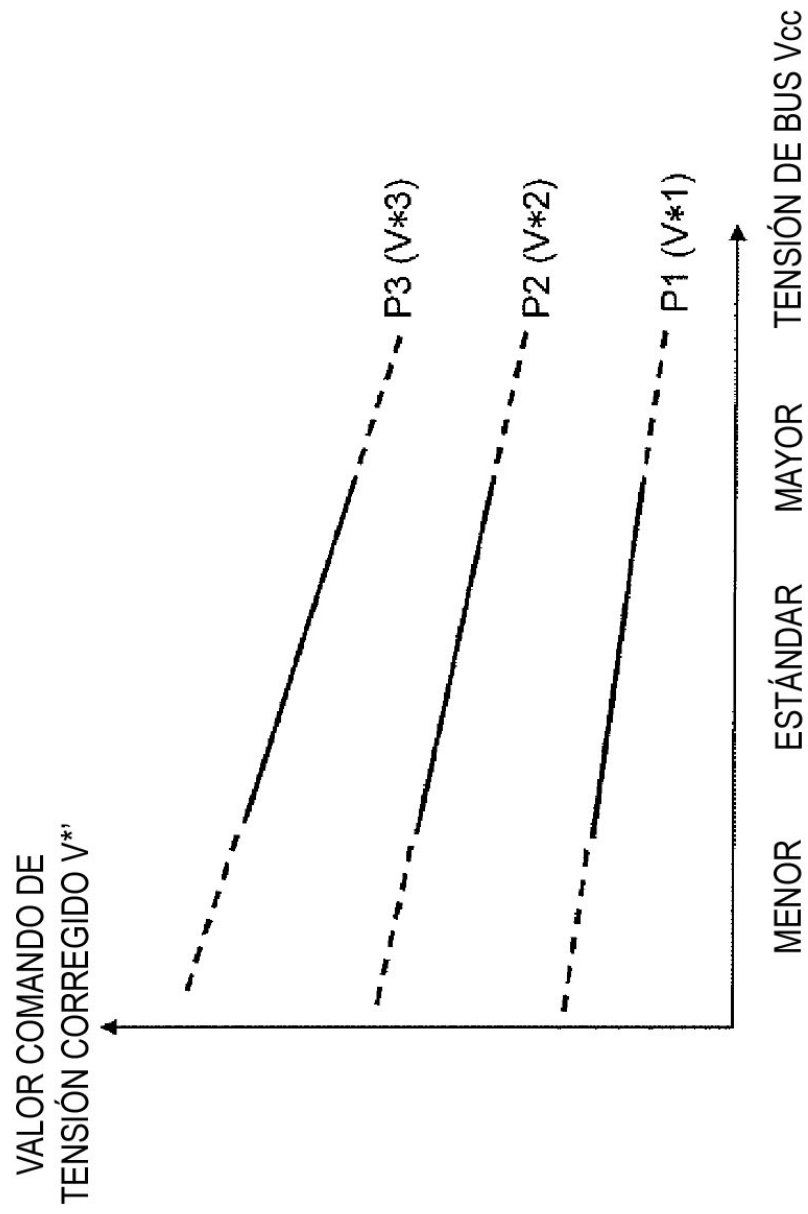


FIG.25

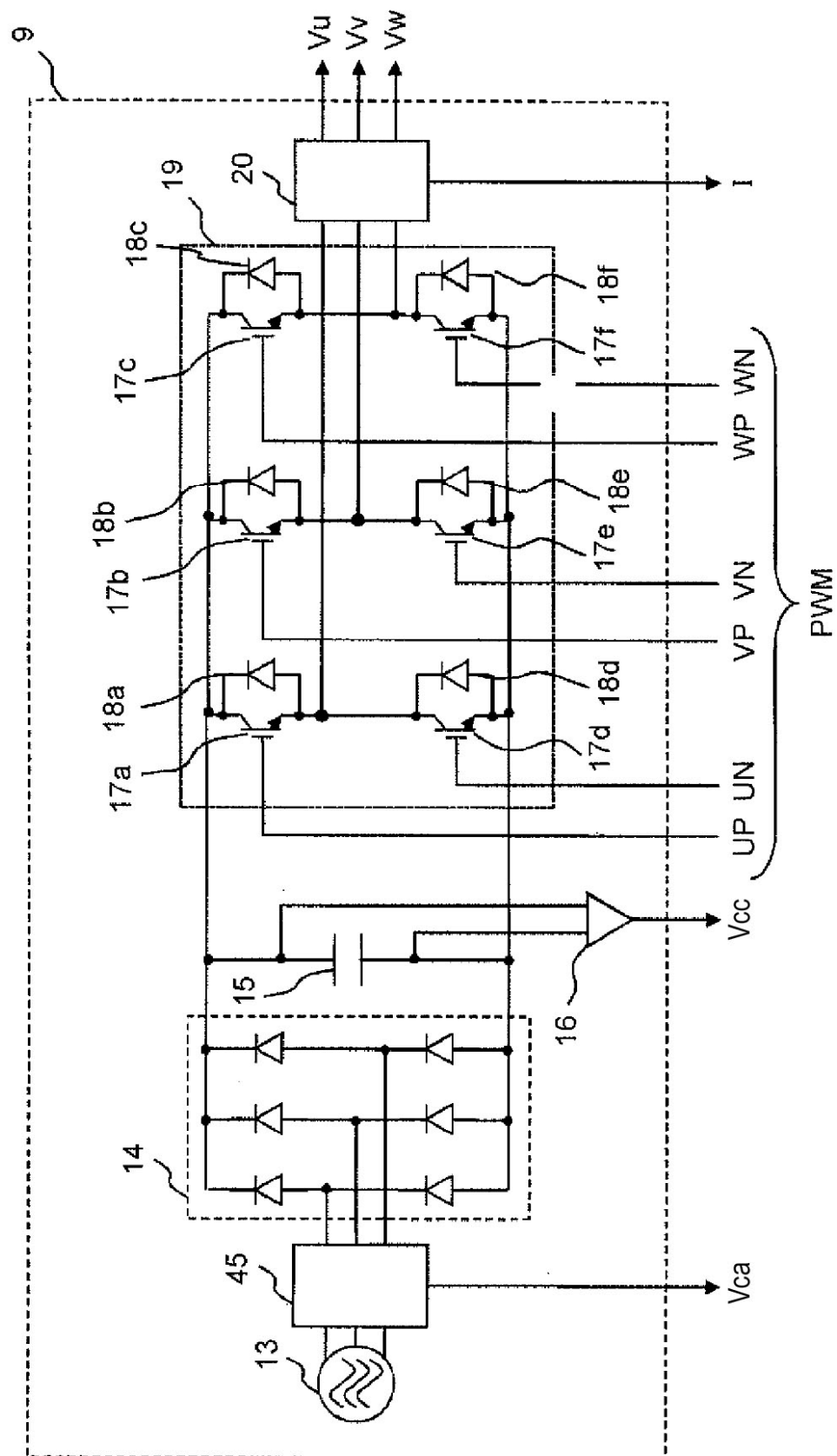


FIG.26

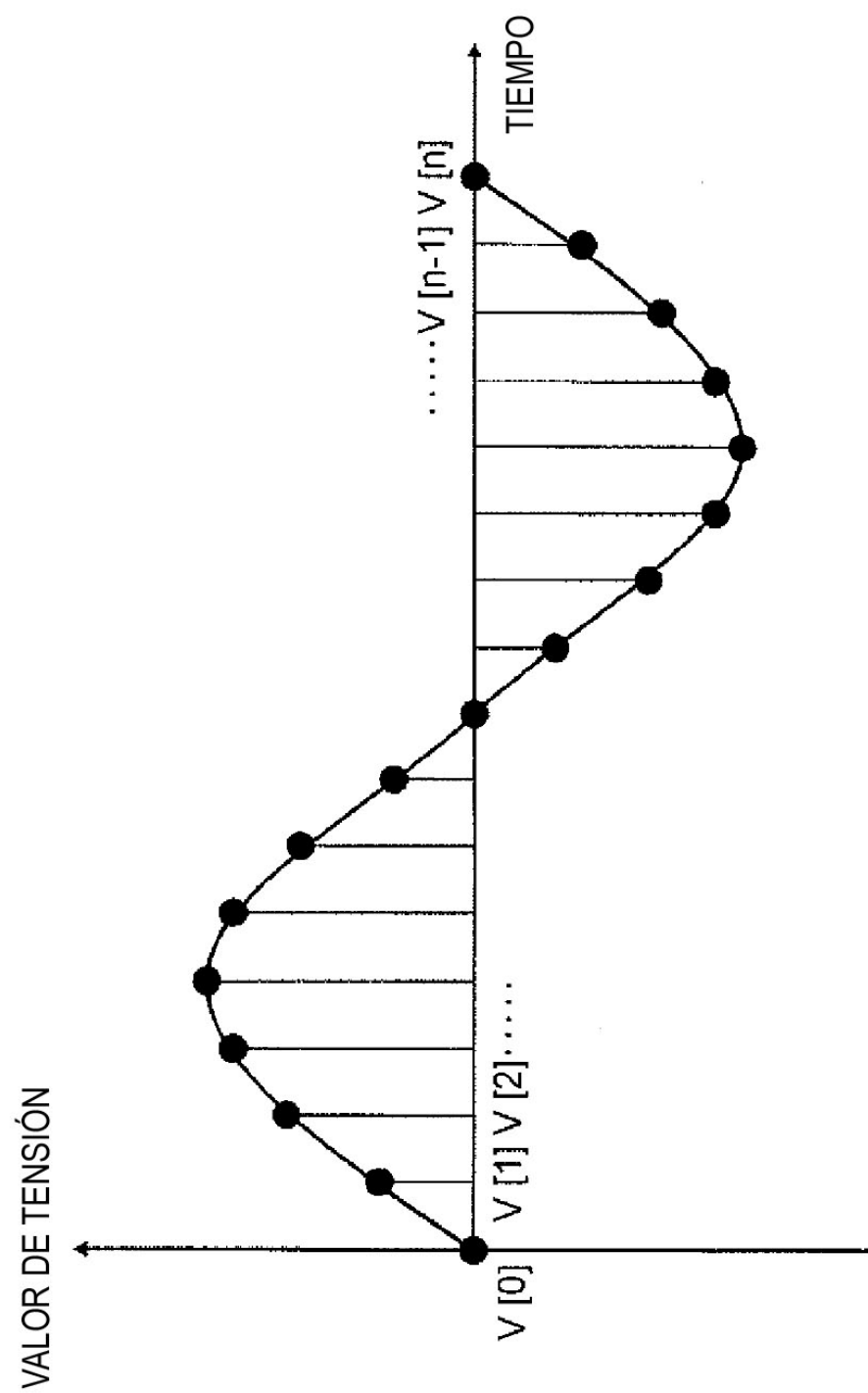


FIG.27

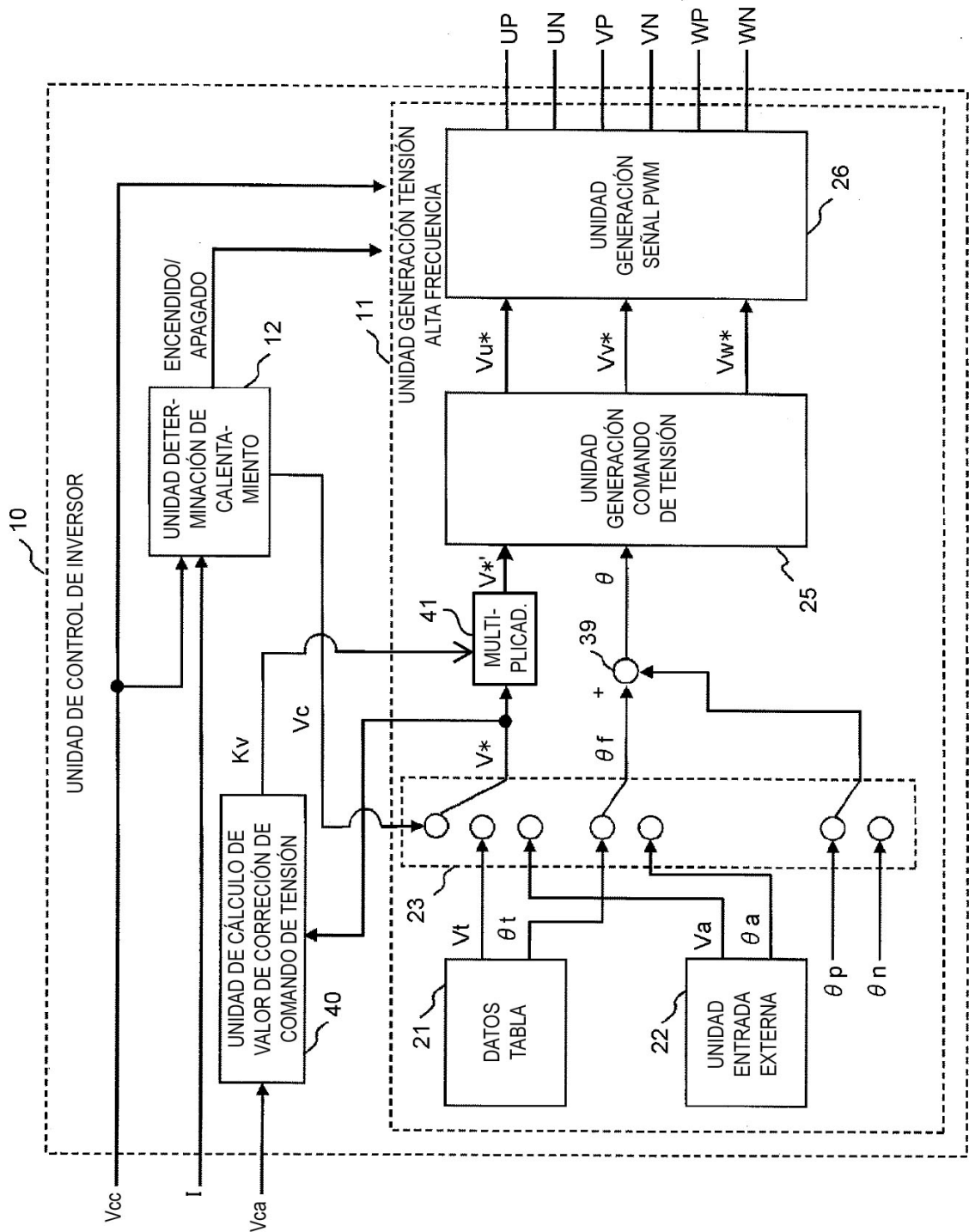


FIG.28

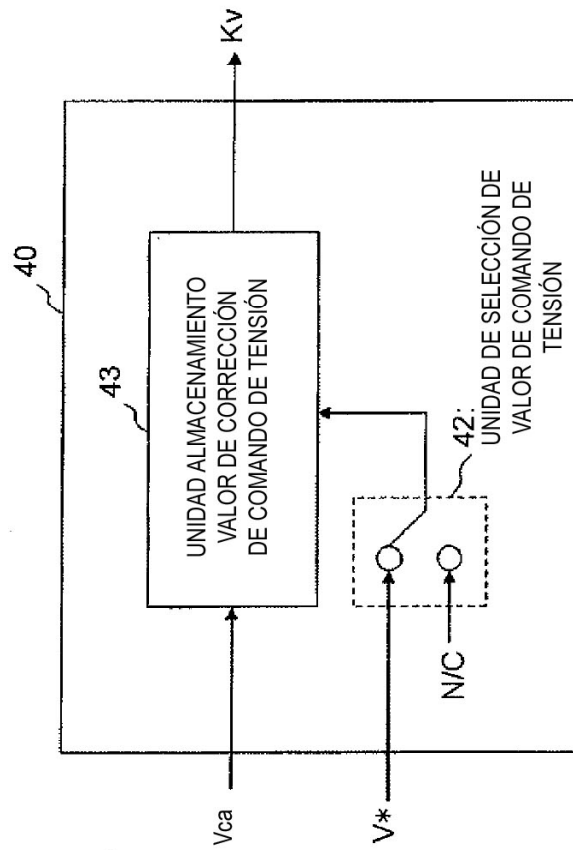


FIG.29

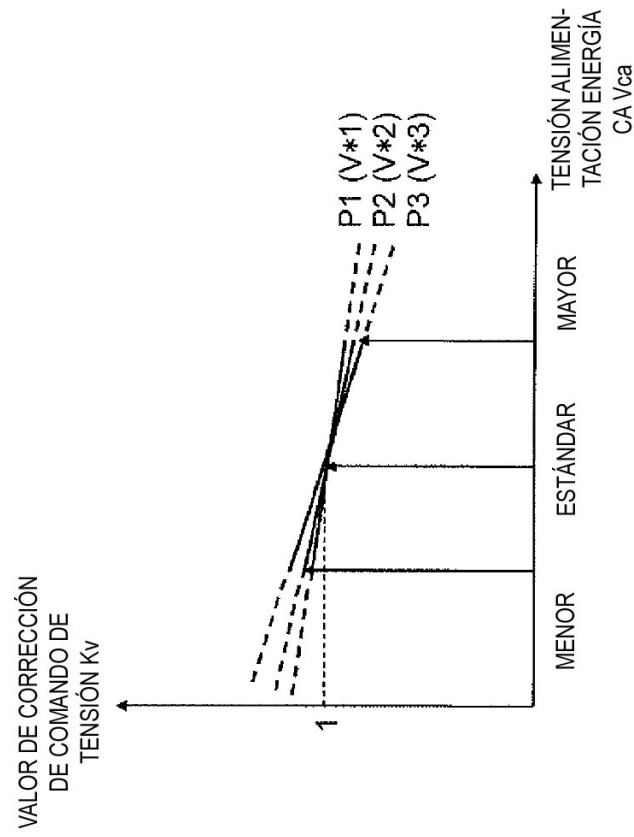


FIG.30

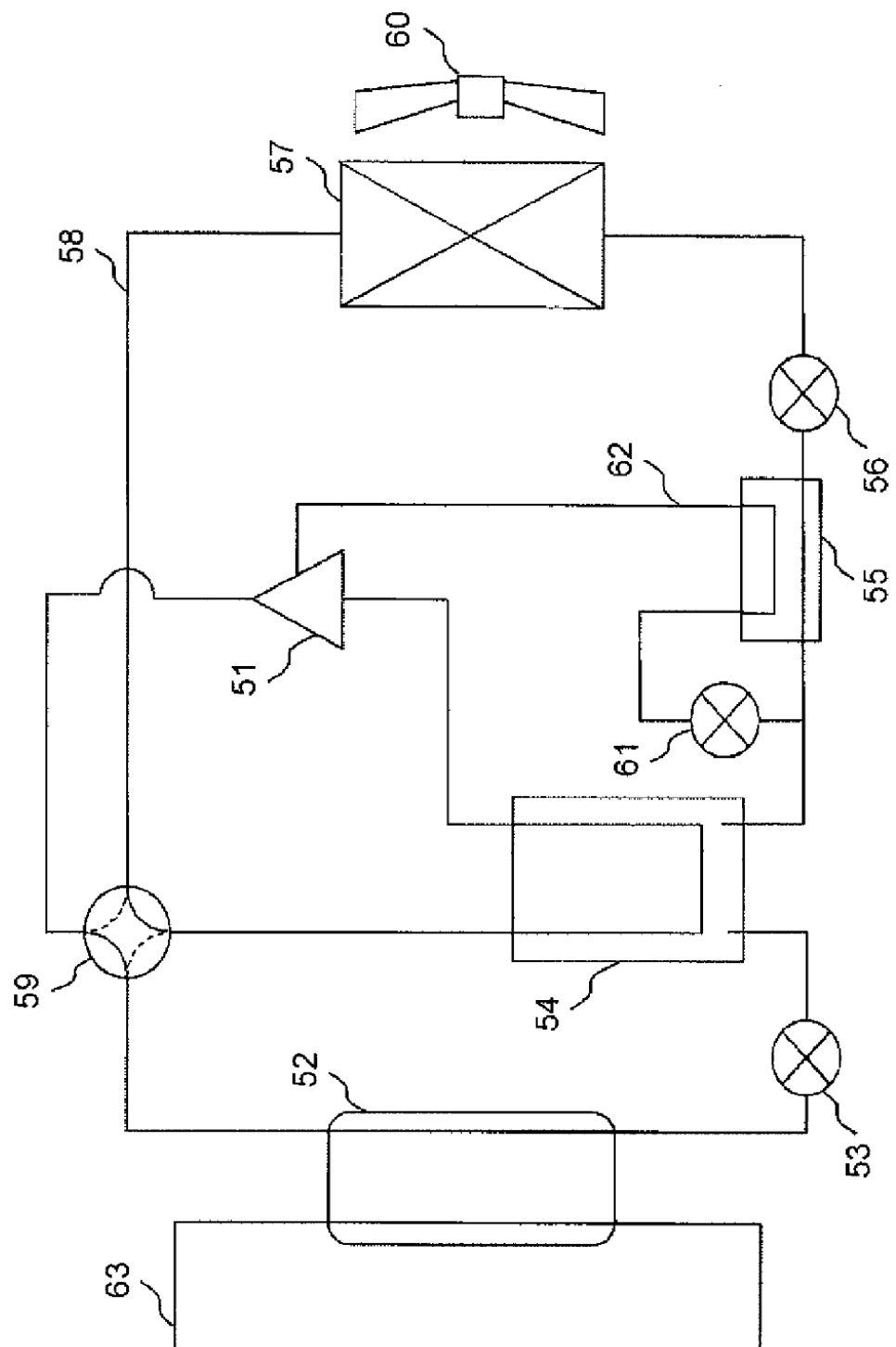


FIG.31

