

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 754**

51 Int. Cl.:

**F25B 49/02** (2006.01)

**F25B 13/00** (2006.01)

**H02M 7/48** (2007.01)

**F25B 31/02** (2006.01)

**H02M 7/5387** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2011 PCT/JP2011/060396**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2012 WO12147192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2011 E 11864246 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 2703748**

54 Título: **Dispositivo de bomba de calor, y un método para controlar un inversor en un dispositivo de bomba de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.03.2021**

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

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

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

ES 2 811 754 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, y un método para controlar un inversor en un dispositivo de bomba de calor

La presente invención se refiere a un dispositivo de bomba de calor y un método de calentamiento de un compresor utilizado en un dispositivo de bomba de calor.

### 5 Antecedentes

En la Bibliografía de patente 1, hay una descripción del suministro de un voltaje bajo de alta frecuencia a un compresor durante el apagado en el momento del calentamiento. En la Bibliografía de patente 2, hay una descripción del suministro de un voltaje de CA monofásico de 25 kHz, que tiene una frecuencia más alta que la del funcionamiento normal, a un compresor, cuando la temperatura del ambiente de una unidad de aire acondicionado es baja.

- 10 Las técnicas que se describen en la Bibliografía de patentes 1 y 2 son para calentar el compresor o mantener el compresor caliente para facilitar un efecto lubricante dentro del compresor mediante la aplicación de un voltaje de CA de alta frecuencia al compresor conforme al descenso de la temperatura ambiente.

Lista de citas de bibliografía de patentes

- 15 WO 2011/013277 A1 describe un aire acondicionado en donde un refrigerante líquido se puede precalentar sin generar vibraciones o ruidos. El aire acondicionado comprende un circuito refrigerante y un medio de control para controlar un inversor, que se usa para manejar el motor de un compresor. El medio de control está compuesto por un medio de detección de estado inactivo para detectar el estado inactivo de un refrigerante en el compresor, un primer medio de generación de señal PWM para generar una señal de control de inversor para manejar el motor, un segundo medio de generación de señal PWM para generar una señal de control de inversor para provocar que el motor realice una
- 20 operación de precalentamiento y un medio de conmutación que conmuta para provocar que el primer medio de generación de señal PWM o el segundo medio de generación de señal PWM transmita una señal de control al inversor. Asimismo, WO 2011/013277 A1 describe un dispositivo de bomba de calor según el preámbulo de la reivindicación 1 y un método según el preámbulo de la reivindicación 12 para controlar un inversor en un dispositivo de bomba de calor.

- 25 Bibliografía de patentes 1: Modelo de utilidad japonés abierto a la inspección pública n.º 60-68341

Bibliografía de patentes 2: Solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública n.º 61-91445

### Compendio

Problema técnico

- 30 Cuando se suministra el voltaje de CA de alta frecuencia al compresor, se vuelve difícil medir con precisión un valor de una corriente que fluye hacia el compresor, y es difícil controlar correctamente una cantidad de calentamiento sin influencias de tolerancia de producción y variaciones ambientales. En la Bibliografía de patentes 1 y 2, no se describe cómo controlar correctamente la cantidad de calentamiento, cuando se suministra el voltaje de CA de alta frecuencia al compresor.

- 35 Un objeto de la presente invención es mantener constante la cantidad de calentamiento del compresor, independientemente de las influencias de la tolerancia de producción y las variaciones ambientales, cuando se suministra el voltaje de CA de alta frecuencia al compresor para calentar el compresor.

Solución al problema

La presente invención proporciona un dispositivo de bomba de calor según la reivindicación 1 que comprende:

- un compresor con un mecanismo de compresión para comprimir un refrigerante;
- 40 un motor que acciona el mecanismo de compresión proporcionado en el compresor;
- un inversor que aplica un voltaje predeterminado al motor; y

una unidad de control de inversor que provoca que el inversor genere un voltaje de CA de alta frecuencia con una sección desenergizada en la cual el voltaje aplicado del inversor al motor es cero entre una sección en la cual el voltaje es positivo y una sección en la cual el voltaje es negativo, en donde la unidad de control de inversor incluye:

- 45 - una unidad de detección de valor de corriente que detecta un valor de una corriente que fluye hacia el inversor en una sección de detección desde inmediatamente antes de un inicio de la sección desenergizada hasta inmediatamente después de una finalización de la sección desenergizada;

y

una unidad de generación de voltaje de alta frecuencia que provoca que el inversor genere un voltaje de CA de alta frecuencia según un valor de corriente detectado por la unidad de detección de valor de corriente.

La presente invención también proporciona un método según la reivindicación 12 para controlar un inversor en un dispositivo de bomba de calor.

5 Efectos ventajosos de la invención

En el dispositivo de bomba de calor según la presente invención, se detecta un valor de corriente durante un período desde inmediatamente antes del inicio de la sección desenergizada hasta inmediatamente después de la finalización de la sección desenergizada. En consecuencia, se puede detectar un valor pico de una corriente cuando se aplica el voltaje de CA de alta frecuencia. Al controlar el voltaje de CA de alta frecuencia según el valor pico, se puede fijar la corriente que se hace que fluya hacia el motor a un valor deseado. Como resultado, una cantidad de calentamiento del compresor se puede mantener constante, independientemente de las influencias de la tolerancia de producción y las variaciones ambientales.

**Breve descripción de los dibujos**

15 La Figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de bomba de calor 100 según una primera realización.

La Figura 2 es un diagrama que muestra una configuración de un inversor 9 según la primera realización.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de control de inversor 10 según la primera realización.

20 La Figura 4 es un diagrama que muestra las formas de onda de entrada/transmitidas de una unidad de generación de señal PWM 26 en la primera realización.

La Figura 5 es un diagrama que muestra ocho patrones de conmutación en la primera realización.

La Figura 6 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de determinación de calentamiento 12 en la primera realización.

25 La Figura 7 es un diagrama de flujo que muestra una operación de la unidad de control de inversor 10 según la primera realización.

La Figura 8 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control de inversor 10 según una segunda realización.

La Figura 9 es un diagrama de tiempos cuando una fase  $\theta_p$  y una fase  $\theta_n$  se conmutan alternativamente por una unidad de selección 23 en un tiempo de la parte superior e inferior de una señal portadora.

30 La Figura 10 es un diagrama explicativo de cambios de un vector de voltaje que se muestra en la Figura 9.

La Figura 11 es un diagrama de tiempos cuando la fase  $\theta_p$  y la fase  $\theta_n$  se conmutan alternativamente por la unidad de selección 23 en un tiempo de la parte inferior de una señal portadora.

La Figura 12 es un diagrama explicativo de una posición de rotor de un motor IPM.

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

35 La Figura 14 es un diagrama que muestra un voltaje aplicado cuando se cambia  $\theta_f$  con un lapso de tiempo.

La Figura 15 es un diagrama que muestra las corrientes que fluyen a las fases U, V y W correspondientes de un motor 8 cuando  $\theta_f$  está en 0 grado (0 grado en una dirección de fase U (V4)), 30 grados, y 60 grados.

La Figura 16 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control de inversor 10 según una tercera realización.

40 La Figura 17 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

La Figura 18 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de determinación de calentamiento 12 según la tercera realización.

45 La Figura 19 es un gráfico que muestra una relación entre la energía requerida para provocar que un refrigerante líquido que quedó en el compresor 1 se filtre al exterior y un valor de corriente necesario para adquirir energía.

La Figura 20 es un diagrama explicativo de un proceso cuando un desvío de CC se superpone a una corriente de motor.

La Figura 21 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 en una cuarta realización.

5 La Figura 22 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 y una corriente detectada por una unidad de detección de corriente de CC 42 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

La Figura 23 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 en una quinta realización.

La Figura 24 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 y una corriente detectada por una unidad de detección de corriente del inversor 43 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

10 La Figura 25 es un diagrama de configuración de un circuito del dispositivo de bomba de calor 100 según una sexta realización.

La Figura 26 es un diagrama de Mollier de un estado de un refrigerante del dispositivo de bomba de calor 100 que se muestra en la Figura 25.

Descripción de las realizaciones

15 Primera realización

En una primera realización, se explican una configuración básica y las operaciones de un dispositivo de bomba de calor 100.

La Figura 1 es un diagrama que muestra una configuración del dispositivo de bomba de calor 100 según la primera realización.

20 El dispositivo de bomba de calor 100 según la primera realización 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 se conectan de forma secuencial a través de una tubería de refrigerante 6. Un mecanismo de compresión 7 que comprime un refrigerante y un motor 8 que acciona el mecanismo de compresión 7 se proporcionan en el compresor 1. El motor 8 es un motor trifásico que incluye bobinados de tres fases (fase U, fase V y fase W).

25 Un inversor 9 que aplica un voltaje al motor 8 para accionarlo se conecta eléctricamente al motor 8. El inversor 9 aplica voltajes Vu, Vv y Vw a los bobinados de la fase U, la fase V y la fase W del motor 8, respectivamente.

30 El inversor 9 está conectado eléctricamente con una unidad de control de inversor 10 que incluye una unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 y una unidad de determinación de calentamiento 12 (unidad de detección de estado). La unidad de control de inversor 10 determina si el motor 8 necesita calentarse en función de un voltaje de bus Vdc que es un voltaje de suministro de energía del inversor 9, transmitido desde el inversor 9, y un valor de una corriente I que fluye hacia el motor 8. Cuando el motor 8 necesita calentarse, la unidad de control de inversor 10 transmite una señal PWM (por su sigla en inglés: modulación de ancho de pulsos) al inversor 9.

La Figura 2 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 según la primera realización.

35 El inversor 9 incluye un suministro de energía de CA 13, un rectificador 14 que rectifica un voltaje suministrado desde el suministro de energía de CA 13, un condensador regulador 15 que regula el voltaje rectificado por el rectificador 14 para generar un voltaje de CC (voltaje de bus Vdc), y una unidad de detección de voltaje de bus 16 que detecta el voltaje de bus Vdc generado por el condensador regulador 15 y transmite el voltaje del bus a la unidad de control de inversor 10.

40 El inversor 9 tiene una unidad de aplicación de voltaje 19 que usa el voltaje de bus Vdc como un suministro de energía. La unidad de aplicación de voltaje 19 es un circuito en el cual tres partes 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 reflujos 18a a 18f que están conectados en paralelo a los elementos de conmutación respectivos 17a a 17f. La unidad de aplicación de voltaje 19 impulsa los elementos de conmutación respectivos según las señales PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN, respectivamente, transmitidos desde la unidad de control de inversor 10 (17a impulsados por UP, 17b impulsados por VP, 17c impulsados por WP, 17d impulsados por UN, 17e impulsados por VN, y 17f impulsados por WN). La unidad de aplicación de voltaje 19 aplica los voltajes Vu, Vv y Vw según los elementos de conmutación impulsados 17 a los bobinados de la fase U, fase V y fase W del motor 8, respectivamente.

50 Asimismo, 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 mediante la aplicación de los voltajes Vu, Vv y Vw a los bobinados de la fase U, fase V y fase W del motor 8, respectivamente, para transmitir la corriente I a la unidad de control de inversor 10.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control de inversor 10 según la primera realización.

5 Como se describe anteriormente, la unidad de control de inversor 10 incluye la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 y la unidad de determinación de calentamiento 12. La unidad de determinación de calentamiento 12 se explica luego, y la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 se explica aquí.

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

10 La unidad de selección 23 selecciona y transmite cualquiera de un valor de comando de voltaje  $V_c$  transmitido de la unidad de determinación de calentamiento 12, un valor de comando de voltaje  $V_t$  registrado en los datos de la tabla 21, y un valor de comando de voltaje  $V_a$  ingresado desde la unidad de entrada externa 22 como un valor de comando de voltaje  $V^*$ . La unidad de selección 23 también selecciona y transmite un valor de comando de velocidad de rotación  $\omega_t$  registrado en los datos de la tabla 21 o un valor de comando de velocidad de rotación  $\omega_a$  ingresado desde la unidad de entrada externa 22 como un valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$ .

15 El integrador 24 obtiene una fase de voltaje  $\theta$  en función del valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$  transmitido por la unidad de selección 23.

La unidad de generación de comando de voltaje 25 genera y transmite valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  con el valor de comando de voltaje  $V^*$  transmitido por la unidad de selección 23 y la fase de voltaje  $\theta$  obtenida por el integrador 24 como entradas de los mismos.

20 La unidad de generación de señal PWM 26 genera las señales PWM (UP, VP, WP, UN, VN y WN) en función de los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  transmitidos por la unidad de generación de comando de voltaje 25 y el voltaje de bus  $V_{dc}$ , y transmite las señales PWM al inversor 9.

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

La Figura 4 es un diagrama que muestra las formas de onda de entrada/transmisión de la unidad de generación de señal PWM 26 según la primera realización.

30 Por ejemplo, los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  se definen como ondas cónicas (ondas sinusoides) que tienen fases diferentes en  $2\pi/3$  tal como se muestra en las ecuaciones (1) a (3). En la presente memoria,  $V^*$  denota una amplitud del valor de comando de voltaje, y  $\theta$  denota una fase del valor de comando de voltaje.

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

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

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

35 La unidad de generación de comando de voltaje 25 calcula los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  según las ecuaciones (1) a (3) en función del valor de comando de voltaje  $V^*$  transmitido por la unidad de selección 23 y la fase de voltaje  $\theta$  obtenida por el integrador 24, y transmite los valores de comando de voltaje calculados  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  a la unidad de generación de señales PWM 26. La unidad de generación de señal PWM 26 compara los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  con una señal portadora (señal de referencia) que tiene una amplitud  $V_{dc}/2$  a una frecuencia predeterminada, y genera señales PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN en función de una relación de magnitud entre sí.

40 Por ejemplo, cuando el valor de comando de voltaje  $V_u^*$  es mayor que la señal portadora, UP se configura para generar un voltaje para encender el elemento de conmutación 17a, y UN se configura para generar un voltaje para apagar el elemento de conmutación 17d. Por otro lado, cuando el valor de comando de voltaje  $V_u^*$  es menor que la señal portadora, de forma inversa, UP se configura para generar un voltaje para apagar el elemento de conmutación 17a, y UN se configura para generar un voltaje para encender el elemento de conmutación 17d. Lo mismo se aplica a otras señales, y VP y VN se determinan en función de la comparación entre el valor de comando de voltaje  $V_v^*$  y la señal portadora, y WP y WN se determinan en función de la comparación entre el valor de comando de voltaje  $V_w^*$  y la señal portadora.

45 En el caso de un inversor general, debido a que se adopta un sistema PWM complementario para ello, 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.

50 La Figura 5 es un diagrama que muestra ocho patrones de conmutación en la primera realización. En la Figura 5, los símbolos de referencia V0 a V7 denotan vectores de voltaje generados en los patrones de conmutación respectivos. La dirección del voltaje de los vectores de voltaje respectivos se indica mediante  $\pm U$ ,  $\pm V$  y  $\pm W$  (y 0 cuando no se

genera el voltaje). En la presente memoria, "+U" significa un voltaje para generar una corriente en la dirección de la fase U, que fluye hacia el motor 8 a través de la fase U y fluye hacia afuera del motor 8 a través de la fase V y la fase W, y "-U" significa un voltaje para generar una corriente en la dirección de la fase -U, que fluye hacia el motor 8 a través de la fase V y la fase W y fluye hacia afuera del motor 8 a través de la fase U. Lo mismo se aplica a  $\pm V$  y  $\pm W$ .

- 5 Se puede hacer que el inversor 9 transmita los voltajes deseados mediante la combinación de los patrones de conmutación que se muestran en la Figura 5 y transmita un vector de voltaje. En ese momento, se puede transmitir un voltaje de alta frecuencia cambiando la fase  $\theta$  a velocidad alta.

Las señales de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  pueden obtenerse en la modulación bifásica, modulación de superposición de armónicos triples, modulación del vector espacial y similares, excepto las ecuaciones (1) a (3).

- 10 La Figura 6 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de determinación de calentamiento 12 según la primera realización.

15 La unidad de determinación de calentamiento 12 controla un estado de la operación (ENCENDIDO/APAGADO) de la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 en función del voltaje del bus Vdc detectado por la unidad de detección de voltaje de bus 16 del inversor 9, la corriente I detectada por la unidad de detección de corriente 20 del inversor 9, y similares.

20 La unidad de determinación de calentamiento 12 incluye una unidad de comparación de corriente 27, una unidad de comparación de voltaje 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 agrupamiento 32, una unidad de medición de tiempo transcurrido 33, una unidad de comparación de tiempo 34, una unidad de reconfiguración 35, una unidad de cálculo de suma lógica 36, una segunda unidad de cálculo de producto lógico 37, y una unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38.

La unidad de comparación de corriente 27 transmite "1" al detectar que se encuentra en un estado normal cuando la corriente I detectada y transmitida por la unidad de detección de corriente 20 se encuentra en un estado de  $I_{min} < I < I_{max}$ , pero genera "0" cuando no está en el estado.

- 25 El  $I_{max}$  es un límite superior de la corriente, y el  $I_{min}$  es un límite inferior de la corriente. Cuando una corriente positiva excesiva equivale a o es mayor que el  $I_{max}$  o una corriente negativa excesiva equivale a o es menor que los flujos de  $I_{min}$ , la unidad de comparación de corriente 27 determina que la corriente I está en un estado anormal y transmite "0", y así funciona para dejar de calentar.

30 La unidad de comparación de voltaje 28 determina que el voltaje del bus Vdc se encuentra en estado normal cuando el voltaje del bus Vdc detectado por la unidad de detección de voltaje del bus 16 se encuentra en un estado de  $V_{dc\_min} < V_{dc} < V_{dc\_max}$  y transmite "1", pero transmite "0" en otros casos.

35 El  $V_{dc\_max}$  es un límite superior del voltaje del bus, y el  $V_{dc\_min}$  es un límite inferior del voltaje del bus. En el caso de que un voltaje de bus alto excesivo equivale a o es mayor que el  $V_{dc\_max}$  o un voltaje de bus bajo excesivo equivale a o es menor que  $V_{dc\_min}$ , la unidad de comparación de voltaje 28 determina que el voltaje del bus está en un estado anormal y transmite "0", y así funciona para dejar de calentar.

La unidad de detección de temperatura 29 detecta una temperatura del inversor  $T_{inv}$  que es una temperatura de la unidad de aplicación de voltaje 19, una temperatura  $T_c$  del compresor 1, y una temperatura del aire exterior  $T_o$ .

40 La unidad de comparación de temperatura 30 compara una temperatura protectora predeterminada  $T_{p\_inv}$  del inversor con la temperatura del inversor  $T_{inv}$ , y compara una temperatura protectora predeterminada  $T_{p\_c}$  del compresor 1 con la temperatura del compresor  $T_c$ . La unidad de comparación de temperatura 30 determina que una operación normal se está realizando en un estado de  $T_{p\_inv} > T_{inv}$  y en un estado de  $T_{p\_c} > T_c$  y transmite "1", pero transmite "0" en otros casos.

45 En un caso de  $T_{p\_inv} < T_{inv}$ , la temperatura del inversor es alta, y en un caso de  $T_{p\_c} < T_c$ , la temperatura de bobinado del motor 8 en el compresor 1 es alta, y entonces puede ocurrir una falla de aislamiento o similar. Por lo tanto, la unidad de comparación de temperatura 30 determina que es peligroso, transmite "0", y funciona para dejar de calentar. Se necesita determinar el  $T_{p\_c}$  considerando un hecho de que el compresor 1 tiene una mayor capacidad de calor que el bobinado del motor 8 y la velocidad de aumento de temperatura es más baja que la del bobinado.

50 La primera unidad de cálculo de producto lógico 31 transmite un producto lógico de valores de transmisión de la unidad de comparación de corriente 27, la unidad de comparación de voltaje 28 y la unidad de comparación de temperatura 30. Cuando uno cualquiera o más de los valores de transmisión de la unidad de comparación de corriente 27, la unidad de comparación de voltaje 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 transmite "0" para funcionar para dejar de calentar.

Se explicó un método para dejar de calentar mediante el uso de la corriente I, el voltaje de bus Vdc, y las temperaturas Tinv y Tc. Sin embargo, no se requiere usar todos estos valores. Se puede detener el calentamiento usando otro parámetro que estos valores.

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

10 Debido a que el compresor 1 tiene la mayor capacidad de calor en el ciclo de refrigeración, y la temperatura del compresor Tc aumenta más lento en comparación con el aumento de la temperatura del aire exterior To, la temperatura del mismo se vuelve la más baja. Dado que el refrigerante se mantiene en el lugar cuando la temperatura es la más baja en el ciclo de refrigeración, y se acumula como el refrigerante líquido, el refrigerante se acumula en el compresor 1 cuando la temperatura aumenta. En un caso de  $To > Tc$ , la unidad de determinación de agrupamiento 32 determina que el refrigerante se mantiene en el compresor 1, transmite "1" para comenzar a calentar, y detiene el calentamiento cuando  $To < Tc$ .

15 Se puede ejecutar el control para comenzar a calentar cuando la Tc está aumentando o cuando la To está aumentando, y cuando es difícil determinar la Tc o To, el control se puede realizar usando cualquiera de ellas, posibilitando así realizar un control más confiable.

20 Cuando tanto la temperatura del compresor Tc y la temperatura externa To no se pueden detectar, calentar el 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 límite de tiempo Tiempo\_limite predeterminado por la unidad de comparación de tiempo 34, la unidad de medición de tiempo transcurrido 33 transmite "1" para comenzar a calentar el compresor 1. Dado que el cambio de temperatura en un día es tal que la temperatura aumenta desde la mañana cuando sale el sol hacia el desarrollo del día, y la temperatura baja desde la tarde hacia la noche, el aumento y descenso de temperatura se repiten en un ciclo de aproximadamente 12 horas. Por este motivo, por ejemplo, se puede determinar el Tiempo\_limite en aproximadamente 12 horas.

25 La unidad de reconfiguración 35 determina el Tiempo\_transcurrido como "0" cuando el calentamiento del compresor 1 se ejecuta.

30 La unidad de cálculo de suma lógica 36 transmite una suma lógica de valores de transmisión de la unidad de determinación de agrupamiento 32 y la unidad de comparación de tiempo 34. Cuando al menos uno de los valores de transmisión de la unidad de determinación de agrupamiento 32 y la unidad de comparación de tiempo 34 se vuelve "1" indicando el comienzo del calentamiento, la unidad de cálculo de suma lógica 36 transmite "1" para comenzar a calentar el compresor "1".

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

40 Dado que la segunda unidad de cálculo de producto lógico 37 transmite el producto lógico, cuando la primera unidad de cálculo de producto lógico 31 transmite una señal "0" para detener el calentamiento del compresor 1, se puede detener el calentamiento incluso si se está transmitiendo una señal "1" que indica el comienzo del calentamiento a la unidad de cálculo de suma lógica 36.

Por lo tanto, es posible lograr el dispositivo de bomba de calor que puede minimizar el consumo energético en modo de suspensión al tiempo que garantiza cierta confiabilidad.

45 La unidad de determinación de agrupamiento 32 detecta un estado en el cual un refrigerante líquido se mantiene en el compresor 1 en función de la temperatura del compresor Tc y la temperatura externa To. Asimismo, la unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 determina la cantidad del líquido refrigerante retenido en el compresor 1 en función de la temperatura del compresor Tc y la temperatura externa To. La unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 luego calcula y transmite el valor de comando de voltaje Vc requerido para expulsar el refrigerante fuera del compresor 1 según la cantidad determinada del refrigerante líquido. En consecuencia, el estado en el cual se retiene el refrigerante líquido en el compresor 1 se puede resolver con la energía eléctrica necesaria mínima, y se puede reducir la influencia sobre el calentamiento global con la reducción de consumo energético.

A continuación se explica una operación de la unidad de control del inversor 10.

55 La Figura 7 es un diagrama de flujo que muestra una operación de la unidad de control de inversor 10 en la primera realización.

(S1: Etapa de determinación de calentamiento)

La unidad de determinación de calentamiento 12 determina si se acciona la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 mediante la operación que se describió anteriormente, durante el apagado del compresor 1.

5 Cuando la unidad de determinación de calentamiento 12 determina que la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 debe accionarse, es decir, cuando el valor de transmisión de la unidad de determinación de calentamiento 12 es "1" (ENCENDIDO) (SÍ en S1), el proceso procede a S2 para generar señales PWM para precalentarse. Por otro lado, cuando la unidad de determinación de calentamiento 12 determina que la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 no debe accionarse, es decir, cuando el valor de transmisión de la unidad de determinación de calentamiento 12 es "0" (APAGADO) (NO en el S1), la unidad de determinación de calentamiento 12 determina si debe accionarse la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 nuevamente después de que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado.

(S2: Etapa de generación de valor de comando de voltaje)

15 La unidad de selección 23 selecciona el valor de comando de voltaje  $V^*$  y el valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$ , y el integrador 24 obtiene la fase de voltaje  $\theta$  en función del valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$ , seleccionado por la unidad de selección 23. La unidad de generación de comando de voltaje 25 calcula los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  según las ecuaciones (1) a (3) en función del valor de comando de voltaje  $V^*$  seleccionado por la unidad de selección 23 y la fase de voltaje  $\theta$  obtenida por el integrador 24, y transmite los valores de comando de voltaje calculados  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  a la unidad de generación de señal PWM 26.

(S3: Etapa de generación de señal PWM)

20 La unidad de generación de señal PWM 26 compara los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  transmitidos por la unidad de generación de comando de voltaje 25 con la señal portadora para obtener las señales PWM UP, VP, WP, UN, VN y WN, y transmite estas señales PWM al inversor 9. Por consiguiente, los elementos de conmutación 17a a 17f del inversor 9 son accionados para aplicar un voltaje de alta frecuencia al motor 8.

25 Al aplicar el voltaje de alta frecuencia al motor 8, el motor 8 se calienta de forma eficiente mediante la pérdida de hierro del motor 8 y la pérdida de cobre generada por la corriente que fluye en el bobinado. Al calentar el motor 8, el refrigerante líquido estancado en el compresor 1 se calienta y se evapora, y se filtra hacia el exterior del compresor 1.

Después de que ha transcurrido un tiempo predeterminado, la unidad de determinación de calentamiento 12 regresa a S1 nuevamente, y determina si se requiere más calentamiento.

30 Como se describe anteriormente, el dispositivo de bomba de calor 100 según la primera realización, cuando el refrigerante líquido está estancado en el compresor 1, se aplica el voltaje de alta frecuencia al motor 8, de modo que el motor 8 pueda calentarse de modo eficiente al tiempo que se restringe el ruido. En consecuencia, el refrigerante retenido en el compresor 1 puede calentarse de manera eficiente, y se puede filtrar el refrigerante retenido fuera del compresor 1.

35 Cuando se aplica el voltaje de alta frecuencia, que tiene una frecuencia igual o mayor que una frecuencia de funcionamiento en el momento en que se aplica una operación de compresión al motor 8, un rotor en el motor 8 se vuelve incapaz de seguir la frecuencia, y no se generan rotaciones ni vibraciones. Por lo tanto, en S2, la unidad de selección 23 transmite mejor un valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$  igual o mayor que la frecuencia de funcionamiento al momento de la operación de compresión.

40 Generalmente, la frecuencia de funcionamiento en el momento de la operación de compresión es de 1 kHz como máximo. Por lo tanto, solo debe aplicarse un voltaje de alta frecuencia que tenga una frecuencia igual o mayor que 1 kHz al motor 8. Cuando se aplica un voltaje de alta frecuencia, que tiene una frecuencia igual o mayor que 14 kHz al motor 8, el sonido de vibración de un núcleo de hierro del motor 8 se acerca casi a un límite superior de una frecuencia audible, de modo que hay un efecto de reducción del ruido. Para esto, por ejemplo, la unidad de selección 23 transmite el valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$  para alcanzar un voltaje de alta frecuencia de alrededor de 20 kHz.

45 Sin embargo, cuando la frecuencia del voltaje de alta frecuencia excede la máxima frecuencia nominal de los elementos de conmutación 17a a 17f, puede ocurrir una carga o corto circuito del suministro de energía debido a la ruptura de los elementos de conmutación 17a a 17f, y se puede generar humo o fuego. Por este motivo, se desea determinar la frecuencia del voltaje de alta frecuencia para que sea igual o menor que la máxima frecuencia nominal para asegurar la confiabilidad.

50 Además, para lograr una alta eficiencia, se ha usado ampliamente un motor que tiene una estructura de IPM (imán permanente interior) o un motor de bobinado concentrado que tiene un extremo de bobinado pequeño y una resistencia de bobinado baja para el motor del compresor reciente para un dispositivo de bomba de calor. El motor de bobinado concentrado tiene una resistencia de bobinado pequeña y una cantidad de generación de calor pequeña debido a la pérdida de cobre y, por lo tanto, es necesario que fluya una gran cantidad de corriente hacia el bobinado. Si se hace

que fluya una gran cantidad de corriente hacia el bobinado, también aumenta la corriente que fluye hacia el inversor 9, lo que aumenta la pérdida del inversor.

5 Por lo tanto, si se realiza el calentamiento mediante la aplicación del voltaje de alta frecuencia descrito anteriormente, aumenta un componente de inductancia por la alta frecuencia, lo que aumenta la impedancia del bobinado. Por consiguiente, aunque disminuye la corriente que fluye hacia el bobinado y se reduce la pérdida de cobre, la pérdida de hierro debido a la aplicación del voltaje de alta frecuencia se corresponde con la cantidad de pérdida de cobre, lo que permite realizar un calentamiento eficiente. Además, dado que disminuye la corriente que fluye hacia el bobinado, también disminuye la corriente que fluye hacia el inversor, lo que permite reducir la pérdida del inversor 9 y realizar un calentamiento más eficiente.

10 Si se realiza el calentamiento mediante la aplicación del voltaje de alta frecuencia descrito anteriormente, cuando el compresor es 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 parte generadora de calor. Por lo tanto, se puede aumentar el área en contacto con el refrigerante y se puede calentar rápidamente el mecanismo de compresión, lo que permite realizar un calentamiento eficiente del refrigerante.

15 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 en paralelo a los elementos de conmutación 17a a 17f respectivos. Sin embargo, en lugar de este tipo de semiconductor, es posible utilizar un semiconductor con brecha energética ancha cuyo material es carburo de silicio (SiC), nitruro de galio (GaN) o diamante.

20 Los elementos de conmutación y los elementos de diodo elaborados a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha tienen una resistencia de voltaje alta y una densidad de corriente permisible alta. Por lo tanto, es posible reducir el tamaño de los elementos de conmutación y los elementos de diodo, y mediante el uso de estos elementos de conmutación y elementos de diodo con tamaño reducido, es posible reducir el tamaño de un módulo semiconductor con estos elementos incorporados.

25 Los elementos de conmutación y los elementos de diodo elaborados a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha tienen una resistencia al calor alta. Por consiguiente, es posible reducir el tamaño de la aleta de un radiador de un disipador térmico y enfriar el aire de una parte de refrigeración de agua, lo que permite reducir aún más el tamaño del módulo semiconductor.

30 Además, los elementos de conmutación y los elementos de diodo elaborados a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha tienen poca pérdida de energía. Por lo tanto, es posible elaborar los elementos de conmutación y los elementos de diodo para que tengan una gran eficiencia, lo que permite que el módulo semiconductor sea altamente eficiente.

35 Si bien se desea que tanto los elementos de conmutación como los elementos de diodos estén elaborados a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha, también es suficiente que los elementos de conmutación o los diodos estén elaborados a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha, e incluso en este caso, se pueden lograr los efectos descritos en la presente realización.

Además, pueden producirse efectos idénticos mediante el uso de un MOSFET (transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor) que tiene una estructura de superunión que se conoce como un elemento de conmutación altamente eficiente.

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

45 Además, en el caso de un dispositivo de calentamiento que tiene una frecuencia de 10 kHz y una salida superior a 50 W, el dispositivo de calentamiento puede estar sujeto a la restricción de las leyes y reglamentaciones. Por este motivo, también puede admitirse que se ajuste una amplitud del valor de comando de voltaje para que no supere los 50 W con anticipación, y/o se ejecute el control de retroalimentación con la detección de la corriente que fluye y el voltaje para que sea de 50 W o menos.

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

Segunda realización

55 En una segunda realización, se describe un método para generar un voltaje de alta frecuencia.

5 En el caso de un inversor general, una frecuencia de la portadora, que es una frecuencia de una señal portadora, tiene un límite superior que es determinado por una velocidad de conmutación de los elementos de conmutación del inversor. Por lo tanto, es difícil transmitir un voltaje de alta frecuencia que tenga una frecuencia igual o mayor que la frecuencia de la portadora, que es una onda portadora. En el caso de un IGBT (por sus siglas en inglés: transistor bipolar de puerta aislada) general, el límite superior de la velocidad de conmutación es de aproximadamente 20 kHz.

10 Cuando la frecuencia del voltaje de alta frecuencia se vuelve aproximadamente 1/10 de la frecuencia de la portadora, puede producirse un efecto adverso de modo que la precisión de transmisión de la forma de onda del voltaje de alta frecuencia se deteriora y los componentes de CC se superponen al voltaje de alta frecuencia. Cuando la frecuencia de la portadora se fija en 20 kHz, en virtud de lo anterior, si la frecuencia del voltaje de alta frecuencia se fija igual o menor que 2 kHz, que es 1/10 de la frecuencia de la portadora, la frecuencia del voltaje de alta frecuencia se convierte en un dominio de frecuencia audible, lo que genera una preocupación de que aumente el ruido.

La Figura 8 es un diagrama que muestra una configuración de la segunda unidad de control de inversor 10 según la segunda realización.

15 La unidad de control de inversor 10 según la segunda realización es la misma que la unidad de control de inversor 10 según la primera realización que se muestra en la Figura 3, excepto que la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia 11 incluye una unidad de adición 39 que agrega una fase  $\theta_p$  o una fase  $\theta_n$  conmutada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia  $\theta_f$  para obtener la fase de voltaje  $\theta$ , en lugar del integrador 24 (véase la Figura 3). Por lo tanto, los elementos constituyentes idénticos a los de la primera realización se indican mediante los mismos signos de referencia y las explicaciones de los mismos se omitirán, y solo se explicarán los puntos que sean diferentes.

20 En la primera realización, el valor de comando de velocidad de rotación  $\omega^*$  está integrado por el integrador 24 para obtener la fase de voltaje  $\theta$ . Por otro lado, en la segunda realización, la unidad de selección 23 (unidad de conmutación de fase) conmuta alternativamente entre dos tipos de fases de voltaje, la fase  $\theta_p$  y la fase  $\theta_n$  que es diferente de la fase  $\theta_p$  sustancialmente por 180 grados. La unidad de adición 39 luego agrega la fase  $\theta_p$  o  $\theta_n$  seleccionada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia  $\theta_f$  y asigna la fase obtenida como la fase de voltaje  $\theta$ .

25 En la explicación a continuación, se asume que  $\theta_p=0$  [grados], y  $\theta_n=180$  [grados].

A continuación se explica una operación de la unidad de control del inversor 10.

Excepto por la operación de S2 que se muestra en la Figura 7, las operaciones de la unidad de control de inversor 10 son las mismas que las de la unidad de control de inversor 10 según la primera realización. Por lo tanto, se omitirán las explicaciones de las mismas.

30 En S2, la unidad de selección 23 conmuta entre las fases  $\theta_p$  y  $\theta_n$  alternativamente en el momento máximo (pico) o mínimo (valle) de una señal portadora o en los momentos de las partes superiores e inferiores de la señal portadora. La unidad de adición 39 agrega la fase  $\theta_p$  o la fase  $\theta_n$  seleccionada por la unidad de selección 23 a la fase de referencia  $\theta_f$ , asigna la fase obtenida como la fase de voltaje  $\theta$ , y transmite la fase de voltaje  $\theta$  a la unidad de generación de comando de voltaje 25.

35 La unidad de generación de comando de voltaje 25 obtiene los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  según las ecuaciones (1) a (3) con la fase de voltaje  $\theta$  y el valor de comando de voltaje  $V^*$ , y transmite los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  a la unidad de generación de señal PWM 26.

40 Dado que la unidad de selección 23 conmuta entre las fases  $\theta_p$  y  $\theta_n$  cuando está en la parte superior o inferior, o en el momento máximo y mínimo de la señal portadora, la señal PWM sincronizada con la señal portadora se puede transmitir.

La Figura 9 es un diagrama de tiempos cuando la fase  $\theta_p$  y la fase  $\theta_n$  se conmutan alternativamente por la unidad de selección 23 en momentos de una parte superior e inferior de una señal portadora. Dado que UP, VP y WP son opuestos en estado ENCENDIDO/APAGADO a UN, VN y WN, respectivamente, y si se conoce el estado de una señal, se puede conocer el otro, en la presente memoria solo se describen UP, VP y WP. Aquí se asume que  $\theta_f=0$  [grados].

45 En este caso, una señal PWM cambia como se muestra en la Figura 9. El vector de voltaje cambia en 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.

50 La Figura 10 es un diagrama explicativo de un cambio del vector de voltaje que se muestra en la Figura 9. En la Figura 10, se indica que el elemento de conmutación 17 rodeado por una línea discontinua se encuentra en estado ENCENDIDO, y el elemento de conmutación 17 no rodeado por una línea discontinua se encuentra en estado APAGADO.

Como se muestra en la Figura 10, al momento de aplicar el vector V0 y el vector V7, las líneas del motor 8 se encuentran en cortocircuito y se forma una sección desenergizada en la cual no se genera ningún voltaje. En este caso, la energía acumulada en la inductancia del motor 8 se convierte en una corriente, y la corriente fluye en el

5 cortocircuito. Al 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 fluye hacia afuera del motor 8 a través del fase V y fase W, y al momento de aplicar el vector V3, una corriente (corriente de -lu) fluye hacia el bobinado del motor 8 en la dirección de la fase -U, en la cual la corriente fluye hacia el motor 8 a través de la fase V y la fase W y fluye hacia afuera del motor 8 a través de la fase U. Es decir, la corriente fluye hacia el bobinado del motor 8 al momento de aplicar el vector V4 en la dirección opuesta a la del momento de aplicar el vector V3 y viceversa. Dado que el vector de voltaje cambia en orden de V0, V4, V7, V3, V0, y así sucesivamente, la corriente de +lu y la corriente de -lu fluyen hacia el bobinado del motor 8 alternativamente. Particularmente, tal como se muestra en la Figura 9, dado que el vector V4 y el vector V3 aparecen durante un ciclo de la portadora ( $1/f_c$ ), se puede aplicar un voltaje de CA sincronizado con una frecuencia de la portadora  $f_c$  al bobinado del motor 8.

10 Dado que el vector V4 (la corriente de +lu) y el vector V3 (la corriente de -lu) se transmiten de manera alternada, los torques directos e inversos se conmutan instantáneamente.

Por lo tanto, dado que el torque se compensa, la aplicación de voltaje es posible mientras se suprimen las vibraciones del rotor.

15 La Figura 11 es un diagrama de tiempos cuando la fase  $\theta_p$  y la fase  $\theta_n$  se conmutan alternativamente por la unidad de selección 23 al tiempo de una parte superior e inferior de una señal portadora.

En este caso, la señal PWM cambia como se muestra en la Figura 11. El vector de voltaje cambia a V0, V4, V7, V7, V3, V0, V0, V3, V7, V7, V4, V0, y así sucesivamente en este orden. Dado que el vector V4 y el vector V3 aparecen durante dos ciclos de la portadora, se puede aplicar un voltaje de CA con una frecuencia a la mitad de la frecuencia de la portadora al bobinado del motor 8.

20 La Figura 12 es un diagrama explicativo de una posición de rotor (una posición detenida del rotor) de un motor IPM. Aquí se expresa una posición del rotor  $\Phi$  del motor IPM por el tamaño de un ángulo mediante el cual la dirección del polo N del rotor se desvía de la dirección de la fase U.

25 La Figura 13 es un gráfico que muestra el cambio de corriente según una posición del rotor. En el caso del motor IPM, la inductancia del bobinado depende de la posición del rotor.

Por lo tanto, la impedancia del bobinado expresada por un producto de una frecuencia de ángulo eléctrica  $\omega$  y un valor de inductancia varía según la posición del rotor. En consecuencia, incluso si se aplica el mismo voltaje, una corriente que fluye hacia el bobinado del motor 8 cambia en función de la posición del rotor, y una cantidad de calor cambia. Como resultado, se puede consumir una gran cantidad de energía para obtener la cantidad de calor necesaria, en función de la posición del rotor.

Por lo tanto, la fase de referencia  $\theta_f$  se cambia con un lapso de tiempo para aplicar un voltaje al rotor de forma uniforme.

La Figura 14 es una ilustración que muestra un voltaje aplicado cuando se cambia la fase de referencia  $\theta_f$  con un lapso de tiempo.

35 La fase de referencia  $\theta_f$  se cambia cada 45 grados con un lapso de tiempo, a 0 grados, 45 grados, 90 grados, 135 grados, y así sucesivamente. Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es 0 grado, la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se vuelve 0 grado y 180 grados. Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es 45 grados, la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se vuelve 45 grados y 225 grados. Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es 90 grados, la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se vuelve 90 grados y 270 grados. Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es 135 grados, la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se vuelve 135 grados y 315 grados.

40 Es decir, la fase de referencia  $\theta_f$  se determina inicialmente en 0 grado y la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se conmuta entre 0 grado y 180 grados en sincronización con una señal portadora por un tiempo predeterminado. A partir de esto, la fase de referencia  $\theta_f$  se conmuta a 45 grados y la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se conmuta entre 45 grados y 225 grados en sincronización con la señal portadora por un tiempo predeterminado. Posteriormente, la fase de referencia  $\theta_f$  se conmuta a 90 grados y así sucesivamente. De este modo, la fase  $\theta$  del valor de comando de voltaje se conmuta entre 0 grado 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.

45 En consecuencia, dado que una fase de energización de un voltaje de CA de alta frecuencia cambia con un lapso de tiempo, se puede eliminar la influencia de características de inductancia según una posición detenida del rotor, y el compresor 1 se puede calentar de manera uniforme, independientemente de la posición del rotor. La Figura 15 es un diagrama que representa las corrientes que fluyen a fases U, V y W correspondientes del motor 8 cuando la fase de referencia  $\theta_f$  está en 0 grado (0 grado en una dirección de fase U (V4)), 30 grados, y 60 grados.

50 Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  está en 0 grado, como se muestra en la Figura 9, se genera solo uno de los otros vectores de voltaje (vector de voltaje en el cual, de los elementos de conmutación 17a a 17f, un elemento de conmutación en el lado del voltaje positivo y dos elementos de conmutación en el lado del voltaje negativo, o dos elementos de conmutación en el lado del voltaje positivo y un elemento de conmutación en el lado del voltaje negativo

cambian a estado de ENCENDIDO) entre V0 y V7. En este caso, la forma de onda de corriente se vuelve una forma trapezoide y se convierte en una corriente que tiene menos componentes armónicos.

5 Sin embargo, cuando la fase de referencia  $\theta_f$  está en 30 grados, se generan dos vectores de voltaje diferentes entre V0 y V7. En este caso, la forma de onda de corriente se distorsiona, y la corriente tiene muchos componentes armónicos. La distorsión de la forma de onda de corriente puede provocar efectos adversos que incluyen ruido del motor, vibraciones del eje del motor y similares.

Cuando la fase de referencia  $\theta_f$  está en 60 grados, solo se genera otro vector de voltaje entre V0 y V7 como en el caso de la fase de referencia  $\theta_f$  en 0 grados. En este caso, la forma de onda de corriente se vuelve una forma trapezoide y la corriente tiene menos componentes armónicos.

10 De este modo, cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es  $n$  veces ( $n$  es un número entero que equivale o es mayor que 0) de 60 grados, dado que la fase de voltaje  $\theta$  se vuelve un múltiplo de 60 grados (aquí,  $\theta_p=0$  [grado],  $\theta_n=180$  [grados]), solo un otro vector de voltaje se genera entre V0 y V7.. Mientras tanto, cuando la fase de referencia  $\theta_f$  es diferente de  $n$  veces de 60 grados, dado que la fase de voltaje  $\theta$  no se convierte en un múltiplo de 60 grados, se generan otros dos vectores de voltaje entre V0 y V7. Si se generan otros dos vectores de voltaje entre V0 y V7, la forma de onda de corriente se distorsiona, y la corriente tiene muchos componentes armónicos, lo que lleva a la posibilidad de provocar efectos adversos que incluyen ruido del motor, vibraciones del eje del motor y similares. Por lo tanto, se desea cambiar la fase de referencia  $\theta_f$  a intervalos de 60 grados de 0 grado, 60 grados y así sucesivamente.

20 Como se describe anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 según la segunda realización, dos tipos de fases de una fase  $\theta_1$  y una fase  $\theta_2$  diferente de la fase  $\theta_1$  sustancialmente por 180 grados se conmutan alternativamente, en sincronización con la señal portadora, y luego se usa una de ellas como una fase del valor de comando de voltaje. En consecuencia, el voltaje de alta frecuencia sincronizado con la frecuencia de la portadora puede aplicarse al bobinado del motor 8.

25 En el dispositivo de bomba de calor 100 según la segunda realización, la fase de referencia  $\theta_f$  se cambia con un lapso de tiempo. En consecuencia, dado que la fase de energización del voltaje de CA de alta frecuencia cambia con el lapso de tiempo, el compresor 1 se puede calentar de manera uniforme, independientemente de la posición del rotor.

Tercera realización

En una tercera realización, se describe un método para mantener constante la cantidad de calor del compresor independientemente de las influencias de la tolerancia de producción y las variaciones ambientales cuando se genera el voltaje de CA de alta frecuencia.

30 La Figura 16 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de control de inversor 10 según la tercera realización.

La unidad de control de inversor 10 según la tercera realización es la misma que la unidad de control de inversor 10 según la segunda realización que se muestra en la Figura 8, excepto porque incluye una unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40.

35 Por lo tanto, los elementos constituyentes idénticos a los de las realizaciones anteriores se indican mediante signos de referencia similares y las explicaciones de los mismos se omitirán, y solo se explicarán los puntos que sean diferentes.

40 En la segunda realización, la unidad de determinación de calentamiento 12 se opera utilizando el valor de corriente I detectado por la unidad de detección de corriente 20 como una entrada. En contraste, en la tercera realización, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 adquiere el valor de corriente I detectado por la unidad de detección de corriente 20 en un momento predeterminado, y transmite el valor de corriente I como un valor de corriente de alta frecuencia  $I_h$ . Luego, el valor de corriente de alta frecuencia  $I_h$  transmitido por la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 se usa como una entrada de la unidad de determinación de calentamiento 12 para operar la unidad de determinación de calentamiento 12.

45 Se explica el momento en el cual la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 adquiere el valor de corriente I detectado por la unidad de detección de corriente 20.

La Figura 17 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

50 Dado que el voltaje del motor se vuelve positivo en una sección del vector V4 en la forma de onda de corriente del motor, la corriente del motor fluye desde el lado negativo al lado positivo. Posteriormente, en una sección del vector V7, el voltaje del motor se vuelve cero y opera para provocar cortocircuito entre las líneas del motor 8, y así 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 partir de entonces, dado que el voltaje del motor se vuelve negativo en una sección del vector V3, la corriente del motor fluye desde el lado positivo al lado negativo, y opera para

provocar cortocircuito nuevamente entre las líneas del motor 8 en una sección del vector V0, de modo que la energía se atenúe con la constante de tiempo descrita anteriormente.

La constante de tiempo descrita anteriormente es aproximadamente de varios milisegundos, y es suficientemente larga en comparación con un ciclo de 50 microsegundos cuando la frecuencia de transmisión es 20 kHz. En consecuencia, en las secciones del vector V0 y el vector V7, opera para mantener la corriente generada en las secciones del vector V4 y el vector V3.

Dado que la unidad de detección de corriente 20 detecta una corriente que fluye al motor 8, la unidad de detección de corriente 20 puede detectar la corriente equivalente a la corriente que fluye realmente al motor 8. Sin embargo, generalmente se usa una CPU (por su sigla en inglés: Unidad de procesamiento central), un DSP (por su sigla en inglés: Procesador de señal digital), una microcomputadora, o similar para la unidad de control de inversor 10. Por este motivo, la unidad de control de inversor 10 realiza una conversión A/D en relación con la detección de la corriente, en la cual la corriente se convierte a un voltaje por un sensor de corriente o similar y luego se convierte de un valor análogo a un valor digital. Generalmente, estas conversiones llevan tiempo. En particular, cuando la unidad de control de inversor 10 se constituye por una CPU barata o similar, se requiere más tiempo. En consecuencia, la detección precisa de corriente es difícil para la unidad de control de inversor 10 cuando la corriente tiene una alta frecuencia.

En general, a menudo sucede que la unidad de control de inversor 10 detecta la corriente una vez en un ciclo de una señal portadora o una vez desde la parte inferior a la parte superior y una vez desde la parte superior a la parte inferior de la señal portadora. Por lo tanto, si la corriente se detecta en un momento equivocado, no se puede detectar un valor de corriente deseado (en general, un valor pico).

Por lo tanto, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 asigna una parte en la cual la corriente es comparativamente estable cerca del pico (una parte indicada por una línea discontinua en la corriente de transmisión de la unidad de detección de corriente 20 en la Figura 17), como una sección de detección de corriente (sección de detección), y adquiere el valor de corriente detectado por la unidad de detección de corriente 20 en este momento. En consecuencia, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 puede detectar un valor de pico aproximado de la corriente de motor.

La sección de detección de corriente es una sección desde inmediatamente antes de la finalización de la transmisión del voltaje del motor a inmediatamente después del inicio de la transmisión del voltaje del motor a través de la sección cero del voltaje del motor. Es decir, en la Figura 17, la sección de detección de corriente dura desde inmediatamente antes de la finalización de la transmisión del vector V4 hasta inmediatamente después del inicio de la transmisión del vector V3 a través de las secciones del vector V7, y desde inmediatamente antes de la finalización de la transmisión del vector V3 hasta inmediatamente después del inicio de la transmisión del vector V4 a través de las secciones del vector V0.

Aquí se explica una fase específica del motor 8. Sin embargo, un valor de corriente de alta frecuencia de múltiples fases se puede detectar del mismo modo. Si se pueden detectar dos fases de las tres fases (fases U, V y W), la corriente de la fase que queda, que no se ha detectado, se puede determinar por las leyes de Kirchhoff en las cuales la suma de las corrientes  $I_u$ ,  $I_v$  e  $I_w$  que fluyen hacia las fases U, V y W es 0.

Cuando es difícil medir el tiempo de detección en la sección de detección de corriente, se puede detectar el valor de corriente de alta frecuencia con un intervalo muy corto en comparación con el ciclo, tal como 0 [μs] luego o 5 [μs] luego, mediante la parte superior de la señal portadora como referencia, por ejemplo y se pueden promediar las corrientes de varios ciclos de la señal portadora. De este modo, aunque ocurra algún error, el valor de la corriente de alta frecuencia se puede detectar de manera confiable. Al promediar los valores positivos y los valores negativos por separado, se pueden adquirir el valor de corriente positivo y el valor de corriente negativo.

La Figura 18 es un diagrama que muestra una configuración de la unidad de determinación de calentamiento 12 según la tercera realización. La unidad de determinación de calentamiento 12 según la tercera realización es la misma que la unidad de determinación de calentamiento 12 según la primera realización que se muestra en la Figura 6, excepto porque incluye una unidad de ajuste de la cantidad de calentamiento 41. Por lo tanto, los elementos idénticos a los de la primera realización se indican mediante los mismos signos de referencia y las explicaciones de los mismos se omitirán, y solo se explicarán los puntos que sean diferentes.

Según la segunda realización, la unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 calcula y transmite el valor de comando de voltaje  $V_c$  requerido para dejar salir el refrigerante fuera del compresor 1 según la cantidad especificada del refrigerante líquido. Por otro lado, según la tercera realización, la unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 calcula la energía (la cantidad de calor) requerida para dejar salir el refrigerante fuera del compresor 1 según la cantidad especificada del refrigerante líquido. Luego, la unidad de ajuste de cantidad de calor 41 calcula y transmite un valor de comando de voltaje  $V_c$  que puede adquirir la energía calculada en función del valor de corriente de alta frecuencia  $I_h$ .

La Figura 19 es un gráfico que muestra una relación entre la energía requerida para provocar que el refrigerante líquido que quedó en el compresor 1 se filtre al exterior y un valor de corriente necesario para adquirir la energía.

- La unidad de ajuste de cantidad de calentamiento 41 determina la relación entre la energía requerida y el valor de corriente requerido para adquirir la energía como se muestra en la Figura 18 previamente, y almacena la relación en una memoria. Luego, la unidad de ajuste de cantidad de calentamiento 41 calcula el valor de comando de voltaje  $V_c$  de modo que el valor de corriente requerido para adquirir la energía calculada por la unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 corresponda a la corriente de alta frecuencia  $I_h$ .
- En consecuencia, como se muestra en la Figura 13, la cantidad de calentamiento del compresor 1 se puede mantener constante, independientemente de las influencias de la tolerancia de producción y las variaciones ambientales.
- Tal como se muestra en la Figura 13, cuando se fija la fase de referencia  $\theta_f$ , hay una posición del rotor  $\Phi$  donde la corriente fluye fácilmente, y otra posición de rotor  $\Phi$  donde la corriente fluye con dificultad. También cuando la posición del rotor  $\Phi$  se fija y la fase de referencia  $\theta_f$  es variable, hay una fase de referencia  $\theta_f$  en la cual la corriente fluye fácilmente, y otra fase de referencia  $\theta_f$  en la cual la corriente fluye con dificultad. En la posición del rotor  $\Phi$  o en la fase de referencia  $\theta_f$  donde la corriente fluye fácilmente, se puede provocar que una corriente de gran volumen fluya con un menor voltaje, y por lo tanto el compresor 1 puede calentarse de manera eficiente.
- En las circunstancias, se cambia la posición del rotor  $\Phi$  o la fase de referencia  $\theta_f$ , y la corriente de alta frecuencia  $I_h$  para cada posición del rotor  $\Phi$  o la fase de referencia  $\theta_f$  se determina, conduciendo así al motor en la posición del rotor  $\Phi$  o la fase de referencia  $\theta_f$  donde la corriente se vuelve la mayor. En consecuencia, el compresor 1 se puede calentar de manera eficiente.
- Según la segunda realización, como se muestra en la Figura 8, la unidad de generación de comando de voltaje 25 genera los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  con el valor de comando de voltaje  $V^*$  y la fase de voltaje  $\theta$  como entradas del mismo. Según la tercera realización, como se muestra en la Figura 16, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 calcula y transmite un valor de desvío de CC  $I_h\_desvío$  superpuesto en la corriente en función del valor de corriente de alta frecuencia  $I_h$  adquirido. La unidad de generación de comando de voltaje 25 luego usa el valor de desvío de CC  $I_h\_desvío$  como una entrada de la misma además del valor de comando de voltaje  $V^*$  y la fase de voltaje  $\theta$ , para generar los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$ .
- La Figura 20 es un diagrama explicativo de un proceso cuando un desvío de CC se superpone a una corriente de motor. En la Figura 20, se muestra una situación en la cual el desvío de CC inicialmente se superpone a la corriente del motor, pero el desvío de CC se corrige a modo de eliminarse gradualmente mediante el ajuste de los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$ .
- La unidad de control de inversor 10 generalmente está constituida por un sistema discreto tipificado por una CPU, un DSP o una microcomputadora, y un error informático puede ser insignificante. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 20, el desvío de CC puede superponerse a la corriente de motor. Si se aplica un voltaje de alta frecuencia en un estado en el cual el desvío de CC está superpuesto a partir del mismo, una pérdida del elemento de conmutación que constituye el inversor 9 es grande y se genera calor. Por lo tanto, si la operación continua por mucho tiempo puede ocurrir una fractura térmica. Asimismo, en el diseño reciente del motor 8, el motor está diseñado para tener una resistencia al bobinado baja para reducir una pérdida debido a la resistencia al bobinado. En esta situación, si ocurre un desvío de CC incluso leve, una corriente excesiva puede fluir debido a la corriente de CC.
- Por lo tanto, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 detecta un valor pico positivo  $I_{hp}[n]$  y un valor pico negativo  $I_{hn}[n]$  de la corriente de alta frecuencia. La unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 calcula un valor promedio de valores de detección  $I_{hp}[1]$  e  $I_{hn}[1]$  en la primera ronda como una compensación de desvío de CC  $I_h\_desvío$ .
- La unidad de generación de comando de voltaje 25 ajusta los valores de comando de voltaje  $V_u^*$ ,  $V_v^*$  y  $V_w^*$  en función de la compensación de desvío calculada  $I_h\_desvío$ . Por ejemplo, cuando el desvío de CC en la dirección positiva se superpone a la corriente de fase U, la unidad de generación de comando de voltaje 25 ajusta el valor de comando de voltaje  $V_u^*$  para desplazarse gradualmente en la dirección negativa. Por otro lado, cuando el desvío de CC en la dirección negativa se superpone a la corriente de fase U, la unidad de generación de comando de voltaje 25 ajusta el valor de comando de voltaje  $V_u^*$  para desplazarse gradualmente en la dirección positiva. Lo mismo sucede para la fase V y la forma W. En consecuencia, se puede realizar el control para que la compensación de desvío de CC sea 0.
- Pueden ocurrir variaciones en el valor pico de la corriente debido a una influencia de ruido o similar. Por lo tanto, el valor promedio de los valores de detección  $I_{hp}[1]$  e  $I_{hn}[1]$  en la primera ronda no se determina en función de la compensación de desvío de CC  $I_h\_desvío$ , y la compensación de desvío de CC  $I_h\_desvío$  puede calcularse mediante los valores de detección de la primera ronda hasta la ronda n (n es un número entero que equivale o es mayor que 2). Por ejemplo, los valores de detección de la primera ronda a la ronda n (n es un número entero que equivale o es mayor que 2) pueden promediarse mediante el uso de un método que se usa generalmente y ampliamente, tal como un LPF (por su sigla en inglés: Filtro de pase bajo) o un promedio móvil de modo que la variación se vuelve pequeña.
- En las explicaciones anteriores, se explica para detectar el valor pico (valor de corriente de alta frecuencia  $I_h$ ) de la corriente del motor. Sin embargo, el valor promedio de la corriente de motor se puede calcular en función del valor pico de la corriente del motor.

Como se muestra en la Figura 17, la polaridad de la corriente de la corriente del motor cambia en las secciones del vector V4 y el vector V3, y la operación se realiza para mantener el valor pico de la corriente del motor en las secciones del vector V0 y el vector V7. La forma de onda de la corriente tiene sustancialmente forma trapezoide. Por lo tanto, si una base superior es la longitud de la sección del vector V7, una base inferior es un ciclo medio de la portadora, y la altura es la corriente de alta frecuencia  $I_h$  detectada por la unidad de detección de alta frecuencia 40, luego se puede determinar un área de la forma de onda de la corriente mediante una fórmula para calcular el área de un trapezoide. Esta área se divide por el tiempo para obtener un valor promedio del área en relación con el tiempo, y así se puede obtener el valor promedio de la corriente de motor.

Se puede realizar un control más preciso mediante el uso del valor promedio de la corriente de motor en lugar del valor pico de la corriente de motor. Por ejemplo, la unidad de ajuste de cantidad de calentamiento 41 puede calcular el valor de comando de voltaje  $V_c$  de modo que el valor de corriente requerido para adquirir la energía calculada por la unidad de determinación de cantidad de calentamiento 38 corresponda al valor promedio de la corriente de motor.

Por ejemplo, cuando se considera el motor monofásico 8, el motor 8 tiene un circuito de una resistencia al bobinado  $R$  y una inductancia de bobinado  $L$ . Por lo tanto, la resistencia al bobinado  $R$  del motor 8 se puede estimar en función de  $V = (R + j\omega L) I$  con la corriente de alta frecuencia  $I_h$  detectada por la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40. La resistencia al bobinado  $R$  cambia de manera lineal debido al cambio de temperatura y hay una tendencia a que la resistencia  $R$  se vuelva alta cuando la temperatura de bobinado es alta. Por ejemplo, el valor de la resistencia al bobinado  $R$  al momento que la temperatura de referencia es  $20\text{ }^\circ\text{C}$  se almacena, y se puede estimar la temperatura de bobinado de la corriente a partir de una diferencia entre el valor almacenado y la resistencia al bobinado  $R$  estimada.

Por ejemplo, la unidad de determinación de calentamiento 12 puede determinar si realiza la operación de calentamiento (ENCENDIDO/APAGADO) o no, en función de la relación entre la temperatura externa y la temperatura de bobinado estimada, o puede aumentar el valor de comando de voltaje  $V_c$  a transmitirse cuando la temperatura de bobinado estimada es baja. Al realizar dicho control, el refrigerante líquido que queda en el compresor 1 se puede filtrar de manera confiable. Cuando la temperatura de bobinado estimada se vuelve extremadamente alta (por ejemplo,  $100\text{ }^\circ\text{C}$  o más alta), se considera que esta situación es peligrosa, y el estado de ENCENDIDO/APAGADO, que es la transmisión de la unidad de determinación de calentamiento 12, debe ser APAGADO. De este modo, se puede lograr el dispositivo de bomba de calor 100 que tiene confiabilidad alta.

En el dispositivo de bomba de calor 100 según la tercera realización, como se describe anteriormente, se detecta un valor de corriente que fluye hacia el inversor 9 en la sección de detección de corriente. En consecuencia, el valor pico de la corriente se puede detectar con precisión. Al detectar el valor pico de la corriente con precisión, se puede mantener constante la cantidad de calentamiento del compresor 1. Asimismo, se pueden llevar a cabo con precisión otros varios tipos de control mediante la detección del valor pico de la corriente con precisión.

Por lo tanto, se puede lograr el dispositivo de bomba de calor 100 que tiene confiabilidad alta.

Específicamente, incluso cuando se usa un producto barato para la CPU o similar como unidad de control de inversor 10, el valor pico de la corriente se puede detectar con precisión. En consecuencia, se puede proporcionar el dispositivo de bomba de calor 100 a bajo costo.

Quinta realización

En las realizaciones primera a tercera, se detecta la corriente de alta frecuencia  $I_h$  a partir de la corriente que fluye desde el inversor 9 al motor 8. En una cuarta realización, se explica una configuración para detectar la corriente de alta frecuencia  $I_h$  a partir de la corriente de CC del inversor 9.

La Figura 21 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 según la cuarta realización.

El inversor 9 según la cuarta realización es el mismo que el inversor 9 según la primera realización que se muestra en la Figura 2, excepto porque incluye una unidad de detección de corriente de CC 42 en lugar de la unidad de detección de corriente 20. Por lo tanto, los elementos constituyentes idénticos a los de la primera realización se indican mediante los mismos signos de referencia y las explicaciones de los mismos se omitirán, y solo se explicarán los puntos que sean diferentes.

La unidad de detección de corriente de CC 42 se proporciona en una parte en la cual las partes del inversor (partes de conexión en serie) en el inversor 9 están conectadas en paralelo. La unidad de detección de corriente de CC 42 detecta la corriente de CC al inversor 9 y transmite la corriente de CC a la unidad de control de inversor 10.

La Figura 22 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 y una corriente detectada por la unidad de detección de corriente CC 42 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

Como se explica en la tercera realización, el voltaje del motor se vuelve cero en las secciones del vector V0 y el vector V7 del patrón de conmutación que se muestra en la Figura 5, y opera para provocar un cortocircuito entre las líneas

del motor 8. Por lo tanto, la corriente no fluye a la unidad de detección de corriente de CC 42. En consecuencia, la corriente fluye a la unidad de detección de corriente de CC 42 solo en las secciones de los vectores V1 a V6.

5 Por lo tanto, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 determina la sección de detección de corriente inmediatamente después del inicio de la transmisión de la corriente del motor o inmediatamente antes de la finalización de la transmisión de la corriente del motor de la corriente del motor, y adquiere el valor de corriente detectado por la unidad de detección de corriente de CC 42 en este momento. En consecuencia, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 puede detectar un valor de pico aproximado de la corriente de motor.

10 En otras palabras, la sección de detección de corriente reside inmediatamente después de la finalización de la sección cero del voltaje de motor o inmediatamente antes del inicio de la sección cero del voltaje del motor. Es decir, en la Figura 22, la sección de detección de corriente reside inmediatamente después del inicio de la transmisión del vector V4 y el vector V3 (inmediatamente después de la finalización de la sección del vector V0 o el vector V7), o inmediatamente antes de la finalización de la transmisión del vector V4 y el vector V3 (inmediatamente antes del inicio de la sección del vector V0 o el vector V7).

15 En el dispositivo de bomba de calor 100 según la cuarta realización, como se describe anteriormente, la unidad de detección de corriente de CC 42 se usa en lugar de la unidad de detección de corriente 20. En este caso, la corriente se puede detectar mediante un único sensor. Por lo tanto, se puede adquirir el dispositivo de bomba de calor 100 que logra la mejora de la confiabilidad y la reducción de costos mediante la reducción de la cantidad de partes.

#### Quinta realización

20 En la cuarta realización, la corriente de alta frecuencia  $I_h$  se detecta a partir de la corriente de CC del inversor 9. En una quinta realización, se explica una configuración para detectar la corriente de alta frecuencia  $I_h$  a partir de la corriente que fluye a la parte del inversor del inversor 9.

La Figura 23 es un diagrama que muestra una configuración del inversor 9 según la quinta realización.

25 El inversor 9 según la quinta realización es el mismo que el inversor 9 según la cuarta realización que se muestra en la Figura 21, excepto porque incluye una unidad de detección de corriente de inversor 43 en lugar de la unidad de detección de corriente de CC 42. Por lo tanto, los elementos constituyentes idénticos a los de la cuarta realización se indican mediante los mismos signos de referencia y las explicaciones de los mismos se omitirán, y solo se explicarán los puntos que sean diferentes.

30 La unidad de detección de corriente de inversor 43 se proporciona inmediatamente debajo de los elementos de conmutación 17d, 17e y 17f en el lado del voltaje negativo de la parte del inversor en el inversor 9. Luego, la unidad de detección de corriente de inversor 43 detecta la corriente que fluye hacia la parte del inversor y transmite el resultado a la unidad de control de inversor 10.

La Figura 24 es un diagrama en el cual un voltaje y una corriente que fluyen al motor 8 y una corriente detectada por la unidad de detección de corriente del inversor 43 se indican en el diagrama de tiempos que se muestra en la Figura 9.

35 La unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 asigna una parte en la cual la corriente es comparativamente estable cerca del pico (una parte indicada por una línea discontinua en la corriente de transmisión de la unidad de detección de corriente de inversor 43 en la Figura 24), como la sección de detección de corriente, y adquiere el valor de corriente detectado por la unidad de detección de corriente de inversor 43 en este momento. En consecuencia, la unidad de detección de corriente de alta frecuencia 40 puede detectar un valor pico aproximado de la corriente de motor.

40 La sección de detección de corriente reside inmediatamente después del inicio de la transmisión del voltaje del motor (inmediatamente después de la finalización de la sección cero del voltaje de motor), y en una sección de inmediatamente antes de la finalización de la transmisión de un voltaje del motor (inmediatamente antes del inicio de la sección cero del voltaje del motor) a la finalización de la sección cero del voltaje del motor. Es decir, en la Figura 24, la sección de detección de corriente reside inmediatamente después del inicio de la transmisión del vector V3, y reside desde inmediatamente antes de la finalización de la transmisión del vector V3 hasta la finalización de las secciones del vector V0.

45 Aquí se explica una fase específica del motor 8. Sin embargo, un valor de corriente de alta frecuencia de múltiples fases se puede detectar del mismo modo. Si se pueden detectar dos fases de las tres fases (fases U, V y W), la corriente de la fase que queda, que no se ha detectado, se puede determinar por las leyes de Kirchhoff en las cuales la suma de las corrientes  $I_u$ ,  $I_v$  e  $I_w$  que fluyen hacia las fases U, V y W es 0.

50 Como se describe anteriormente, en el dispositivo de bomba de calor 100 según la quinta realización, la unidad de detección de corriente de inversor 43 proporcionada inmediatamente abajo de los elementos de conmutación en el lado del voltaje negativo se usa en lugar de la unidad de detección de corriente de CC 42. En general, un lado de la unidad de detección de corriente de inversor 43 está en la tierra. Por lo tanto, se puede detectar la corriente de flujo

55

en función del valor de resistencia y una diferencia en el potencial mediante la instalación de un resistor o similar para detectar la diferencia de potencial en el resistor sin usar ningún sensor especial. En consecuencia, se puede lograr el dispositivo de bomba de calor 100 que reduce el costo.

Sexta realización

5 En una sexta 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 cual 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 mediante la tubería. En la sexta realización, se explica el dispositivo de bomba de calor 100 que tiene una configuración más específica.

La Figura 25 es un diagrama de configuración de un circuito del dispositivo de bomba de calor 100 según la sexta realización.

La Figura 26 es un diagrama de Mollier de un estado del refrigerante del dispositivo de bomba de calor 100 que se muestra en la Figura 25.

15 En la Figura 26, se indica una entalpía específica en un eje horizontal, y se indica una presión del refrigerante 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 mediante tuberías, y el dispositivo de bomba de calor 100 incluye un circuito principal de refrigerante 58 a través del cual circula el refrigerante. En el circuito principal de refrigerante 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 que se explica en la realización descrita anteriormente, e incluye el motor 8 accionado por el inversor 9 y el mecanismo de compresión 7.

25 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 un tubo 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 calentar el piso, o similares están conectados 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 fija en la dirección de una 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 producir agua caliente.

35 Un refrigerante en fase gaseosa (en un punto 1 en la Figura 26), que se ha convertido en un refrigerante con una temperatura alta y una presión alta en el compresor 51, se descarga desde el compresor 51, y se intercambia como calor mediante el intercambiador de calor 52, que es un condensador y un radiador, para convertirse en líquido (en un punto 2 en la Figura 26). En este momento, el agua que circula en el circuito de agua 63 se calienta mediante el calor irradiado desde el refrigerante, y se usa para el calentamiento y suministro de agua caliente.

40 El refrigerante en fase líquida convertido en líquido mediante el intercambiador de calor 52 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 53, y se convierte en un estado bifásico gas-líquido (en un punto 3 en la Figura 26). El refrigerante, que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido en el mecanismo de expansión 53, se intercambia como calor con el refrigerante aspirado hacia el compresor 51 mediante el receptor 54, y se enfría y se convierte en líquido (en un punto 4 en la Figura 26). El refrigerante en fase líquida convertido en líquido mediante el receptor 54 se ramifica hacia el circuito refrigerante principal 58 y hacia el circuito de inyección 62 para fluir en ellos.

El refrigerante en fase líquida que fluye en el circuito refrigerante principal 58 se intercambia como calor con el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62, que se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 61 y se convierte en el estado bifásico gas-líquido mediante el intercambiador de calor 55 y se enfría adicionalmente (en un punto 5 en la Figura 26). El refrigerante en fase líquida enfriado por el intercambiador de calor interno 55 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 56, y se convierte en el estado bifásico gas-líquido (en un punto 6 en la Figura 26). El refrigerante, que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, se intercambia como calor con el aire ambiente mediante el intercambiador de calor 57, que es un evaporador, y se calienta (en un punto 7 en la Figura 26). El refrigerante calentado por el intercambiador de calor 57 se calienta adicionalmente mediante el receptor 54 (en un punto 8 en la Figura 26), y es absorbido hacia el compresor 51.

5 Por otro lado, tal como se describió anteriormente, el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 61 (en un punto 9 en la Figura 26), y el calor intercambiado por el intercambiador de calor interno 55 (en un punto 10 en la Figura 26). Un refrigerante (refrigerante por inyección) en el estado bifásico gas-líquido, que ha sido sometido a intercambio térmico por el intercambiador de calor interno 55, fluye hacia el interior del compresor 51 desde el tubo de inyección del compresor 51 y se mantiene en el estado bifásico gas-líquido.

10 En el compresor 51, el refrigerante aspirado desde el circuito refrigerante principal 58 (en el punto 8 de la Figura 26) se comprime hasta una presión intermedia y se calienta (en un punto 11 de la Figura 26). El refrigerante de inyección (en el punto 10 de la Figura 26) se une al refrigerante comprimido a la presión intermedia y se calienta (en el punto 11 de la Figura 26), reduciendo así la temperatura (en un punto 12 en la Figura 26). El refrigerante que tiene la temperatura disminuida (en el punto 12 en la Figura 26) se comprime y calienta adicionalmente para tener una temperatura alta y una presión alta, y se descarga (en el punto 1 de la Figura 26).

Cuando no se realiza la operación de inyección, una abertura del mecanismo de expansión 61 se encuentra completamente cerrada.

15 Es decir, cuando se realiza la operación de inyección, la abertura del mecanismo de expansión 61 es mayor que una abertura predeterminada. Sin embargo, cuando no se realiza la operación de inyección, la abertura del mecanismo de expansión 61 se fija para que sea más pequeña que la abertura predeterminada. Por consiguiente, el refrigerante no fluye hacia el tubo de inyección del compresor 51.

20 Aquí, la abertura del mecanismo de expansión 61 es controlada mediante control electrónico por una unidad de control tal como un microordenador.

A continuación, se explica una operación 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 fija en la dirección de una línea discontinua. La operación de enfriamiento incluye no solo el enfriamiento utilizado para el aire acondicionado, sino también para la extracción de calor del agua para producir agua fría, refrigeración, y similares.

25 El refrigerante en fase gaseosa, que se ha convertido en un refrigerante con una temperatura alta y una presión alta en el compresor 51 (en el punto 1 de la Figura 26), se descarga desde el compresor 51, y se intercambia como calor mediante el intercambiador de calor 57, que funciona como el condensador y el radiador, para convertirse en líquido (en el punto 2 de la Figura 26). El refrigerante en fase líquida convertido en líquido mediante el intercambiador de calor 57 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 56, y se convierte en un estado bifásico gas-líquido (en el punto 3 en la Figura 26).

30 El refrigerante, que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, se intercambia como calor mediante el intercambiador de calor interno 55, y se enfría y se convierte en líquido (en el punto 4 de la Figura 26). En el intercambiador de calor interno 55, el refrigerante, que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido en el mecanismo de expansión 56, se intercambia como calor con el refrigerante (en el punto 9 en la Figura 26), que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido al reducir la presión del refrigerante en fase líquida convertido en líquido por el intercambiador de calor interno 55, mediante el mecanismo de expansión 56. El refrigerante en fase líquida (el punto 4 en la Figura 26) intercambiado como calor por el intercambiador de calor interno 55 se ramifica hacia el circuito refrigerante principal 58 y hacia el circuito de inyección 62 para fluir en ellos.

35 A continuación, el refrigerante en fase líquida que fluye en el circuito refrigerante principal 58 se intercambia como calor con el refrigerante aspirado hacia el compresor 51 por el receptor 54, y se enfría adicionalmente (en el punto 5 de la Figura 26). El refrigerante en fase líquida enfriado por el receptor 54 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 53, y se convierte en el estado bifásico gas-líquido (en el punto 6 en la Figura 26). El refrigerante, que se ha convertido en el estado bifásico gas-líquido en el mecanismo de expansión 53, se intercambia como calor mediante el intercambiador de calor 52, que funciona como el evaporador, y se calienta (en el punto 7 en la Figura 26). 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 enfriamiento y refrigeración.

El refrigerante calentado por el intercambiador de calor 52 se calienta adicionalmente mediante el receptor 54 (en el punto 8 en la Figura 26), y es absorbido hacia el compresor 51.

40 Por otro lado, el refrigerante que fluye en el circuito de inyección 62 se reduce por presión mediante el mecanismo de expansión 61 (en el punto 9 en la Figura 26), tal como se describió anteriormente, y el calor intercambiado por el intercambiador de calor interno 55 (en el punto 10 en la Figura 26). Un refrigerante (refrigerante por inyección) en el estado bifásico gas-líquido, que ha sido intercambiado como calor por el intercambiador de calor interno 55, fluye desde el tubo de inyección del compresor 51 y se mantiene en el estado bifásico gas-líquido.

La operación de compresión en el compresor 51 es la misma que la de 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 se encuentra completamente cerrada, para no provocar que el refrigerante fluya hacia el tubo de inyección del compresor 51.

5 En las explicaciones anteriores, el intercambiador de calor 52 se ha explicado como un intercambiador de calor similar a un intercambiador de calor tipo placa 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 está limitado a este, y pueden ser otros tipos de intercambiadores de calor los que realizan el intercambio de calor entre un refrigerante y el aire.

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

Tal como se describió anteriormente, el dispositivo de bomba de calor 100 puede usarse para un dispositivo de bomba de calor que usa un compresor inversor, tal como un aire acondicionado, 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 tubo de refrigerante, 7 mecanismo de compresión, 8 motor, 9 inversor, 10 unidad de control de inversor, 11 unidad de generación de voltaje de alta frecuencia, 12 unidad de determinación de calentamiento, 13 suministro de energía de CA, 14 rectificador, 15 capacitador regulador, 16 unidad de detección de voltaje de bus, 17 elemento de conmutación, 18 diodo de reflujo, 19 unidad de aplicación de voltaje, 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 voltaje, 26 unidad de generación de señal PWM, 27 unidad de comparación de corriente, 28 unidad de comparación de voltaje, 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 agrupamiento, 33 unidad de medición de tiempo transcurrido, 34 unidad de comparación de tiempo, 35 unidad de reconfiguración, 36 unidad de cálculo de suma lógica, 25 37 segunda unidad de cálculo de producto lógico, 38 unidad de determinación de cantidad de calentamiento, 39 unidad de adición, 40 unidad de detección de corriente de alta frecuencia, 41 unidad de ajuste de cantidad de calentamiento, 42 unidad de detección de corriente de CC, 43 unidad de detección de corriente de inversor, 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, 30 100 dispositivo de bomba de calor.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de bomba de calor (100), que comprende:  
un compresor (1) con un mecanismo de compresión (7) para comprimir un refrigerante;  
un motor (8) que acciona el mecanismo de compresión (7) proporcionado en el compresor (1);
- 5 un inversor (9) que aplica un voltaje predeterminado al motor (8); y una unidad de control de inversor (10) que provoca que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia que tiene una sección desenergizada en la cual el voltaje aplicado desde el inversor (9) al motor (8) es cero entre una sección en la cual el voltaje es positivo y una sección en la cual el voltaje es negativo,  
caracterizado por que la unidad de control de inversor (10) incluye:
- 10 una unidad de detección de valor de corriente (40) que detecta un valor de una corriente que fluye hacia el inversor (9) en una sección de detección desde inmediatamente antes de un inicio de la sección desenergizada hasta inmediatamente después de una finalización de la sección desenergizada desde una unidad de detección de corriente (20) dentro del inversor, donde el valor es un valor de corriente que muestra una parte estable de corriente en la sección desenergizada; y
- 15 una unidad de generación de voltaje de alta frecuencia (11) que provoca que el inversor (9) genere el voltaje de CA de alta frecuencia según un valor de voltaje de suministro de energía detectado en el inversor y un valor de corriente detectado por la unidad de detección de valor de corriente (40) cuando el motor (8) necesita calentarse.
2. El dispositivo de bomba de calor (100) según la reivindicación 1, en donde la unidad de detección de valor de corriente (40) detecta una corriente que fluye desde el inversor (9) al motor (8) en la sección de detección.
- 20 3. El dispositivo de bomba de calor (100) según la reivindicación 1, en donde la unidad de detección de valor de corriente (42) detecta una corriente de CC que fluye hacia el inversor (9) a al menos un momento inmediatamente antes del inicio de la sección desenergizada y un momento inmediatamente después de la finalización de la sección desenergizada de la sección de detección.
4. El dispositivo de bomba de calor (100) según la reivindicación 1, en donde
- 25 el inversor (9) tiene una parte de conexión en serie en la cual dos elementos de conmutación (17) están conectados en serie, y la unidad de detección de valor de corriente (43) detecta una corriente que fluye hacia la parte de conexión en serie del inversor (9), a al menos cualquier momento inmediatamente después de la finalización de la sección desenergizada y un momento desde inmediatamente antes del inicio de la sección desenergizada hasta la finalización de la sección desenergizada, de la sección de detección.
- 30 5. El dispositivo de bomba de calor (100) según la reivindicación 4, en donde la unidad de detección de valor de corriente (43) detecta una corriente que fluye hacia una parte en un lado de voltaje negativo del elemento de conmutación (17) en el lado de voltaje negativo, de los dos elementos de conmutación (17) en la parte de conexión en serie.
- 35 6. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el inversor (9) es un inversor trifásico (9) configurado para conectar en paralelo tres partes de conexión en serie, donde cada una tiene dos elementos de conmutación (17), y la sección desenergizada es una sección en la cual de los elementos de conmutación (17) en un lado de voltaje positivo y los elementos de conmutación en el lado del voltaje negativo del inversor trifásico (9), todos los elementos de conmutación (17a, 17b, 17c) en un lado están encendidos y todos los elementos de conmutación (17d, 17e, 17f) sobre el otro lado están apagados.
- 40 7. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia (11) provoca que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia con una amplitud que se ajusta de modo que el valor de corriente se vuelve un valor predeterminado.
8. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia (11) provoca que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia ajustado para tener una fase de energización del voltaje de CA de alta frecuencia al motor (8) en la cual el valor de corriente es el mayor de una pluralidad de fases de energización que se determinan de antemano.
- 45 9. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en donde la unidad de detección de valor de corriente (40) detecta un valor de corriente positivo cuando el valor de corriente es positivo y un valor de corriente negativo cuando el valor de corriente es negativo, en el momento, y
- 50 la unidad de generación de voltaje del alta frecuencia (11) provoca que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia ajustado de modo que un valor promedio del valor de corriente positivo y el valor de corriente negativo se aproximen a cero.

- 5 10. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la unidad de control de inversor (10) incluye además una unidad de determinación que estima una temperatura de bobinado del motor (8) en función del valor de la corriente, y cuando la temperatura de bobinado estimada es más alta que un umbral de temperatura predeterminado, evita que la unidad de generación de voltaje de alta frecuencia (11) provoque que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia.
11. El dispositivo de bomba de calor (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el inversor (9) se construye a partir de un elemento de conmutación (17) que se forma a partir de un semiconductor con brecha energética de banda ancha o un MOSFET que tiene una estructura de superunión.
- 10 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;
- un motor (8) que acciona el mecanismo de compresión (7) proporcionado en el compresor (1); y
- un inversor (9) que aplica un voltaje predeterminado al motor (8); caracterizado por que el método comprende:
- 15 una etapa de generación de voltaje de alta frecuencia que provoca que el inversor (9) genere un voltaje de CA de alta frecuencia que tiene una sección desenergizada en la cual un voltaje aplicado desde el inversor (9) al motor (8) es cero, entre una sección positiva en la cual el voltaje es positivo y una sección negativa en la cual el voltaje es negativo;
- y
- 20 una etapa de detección de valor de corriente para detectar un valor de una corriente que fluye hacia el inversor (9) en una sección de detección que reside desde inmediatamente antes de un inicio de la sección desenergizada hasta inmediatamente después de una finalización de la sección desenergizada, en el voltaje de CA de alta frecuencia generado en la etapa de generación de voltaje de alta frecuencia desde una unidad de detección de corriente (20) dentro del inversor, donde el valor que es un valor de corriente muestra una parte estable de corriente en la sección desenergizada,
- 25 en donde en la etapa de generación de voltaje de alta frecuencia se provoca que el inversor (9) genere el voltaje de CA de alta frecuencia según un valor de voltaje de suministro de energía detectado en el inversor y un valor de corriente detectado por la etapa de detección de valor de corriente cuando el motor (8) necesita calentarse.

FIG.1

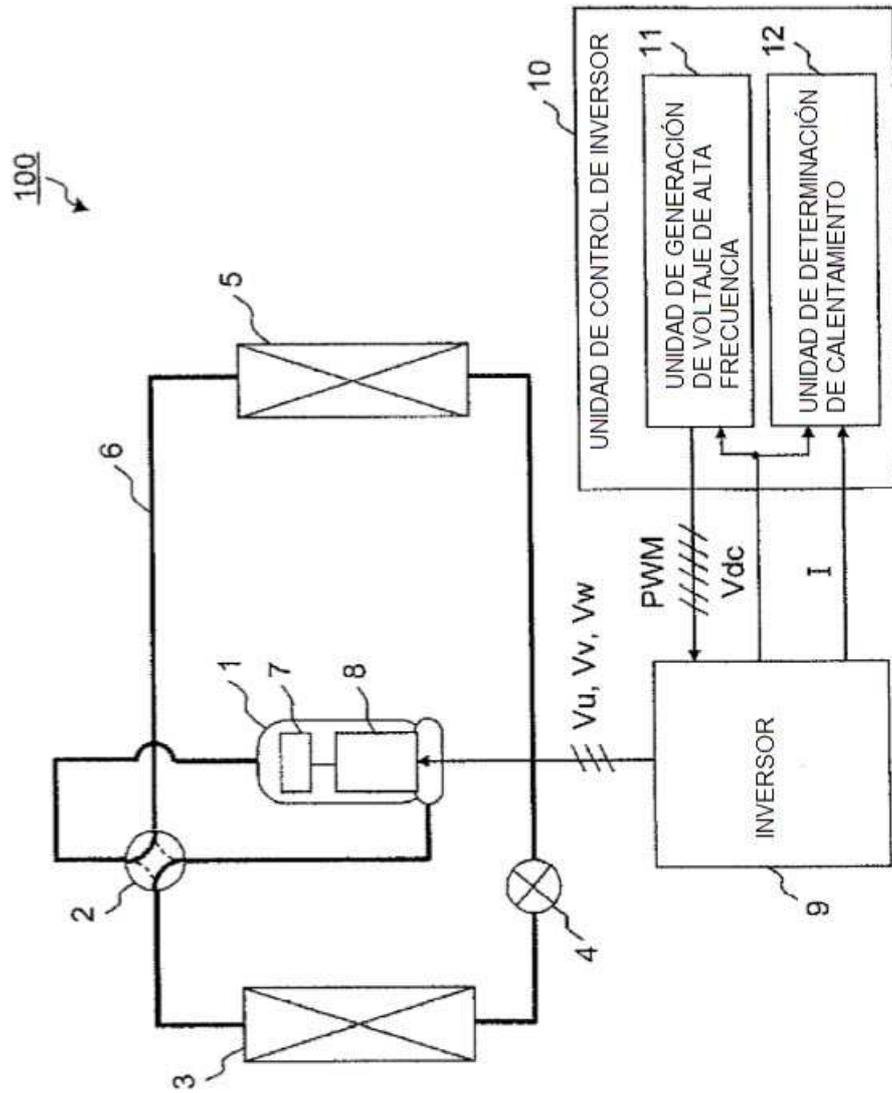


FIG.2

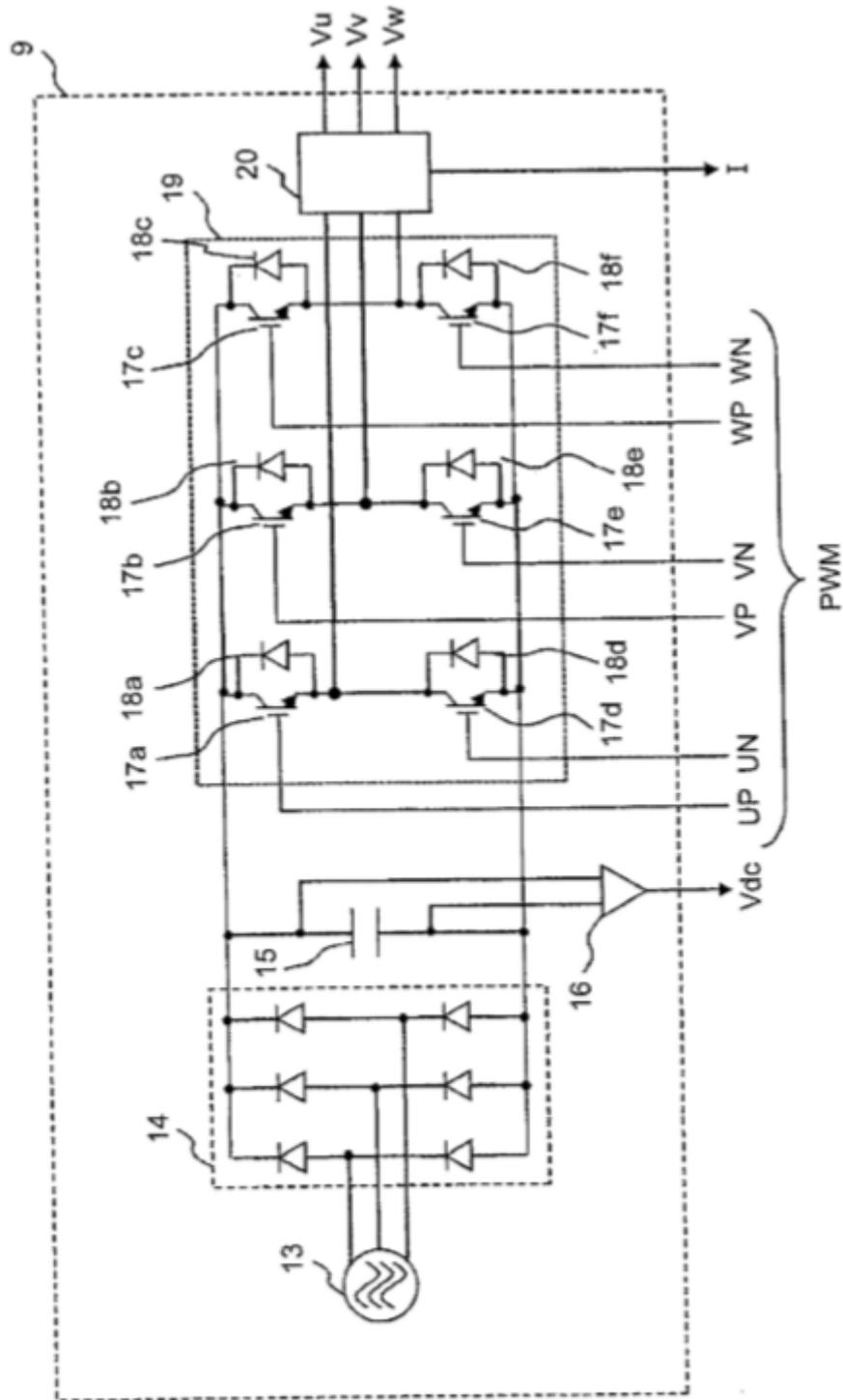


FIG.3

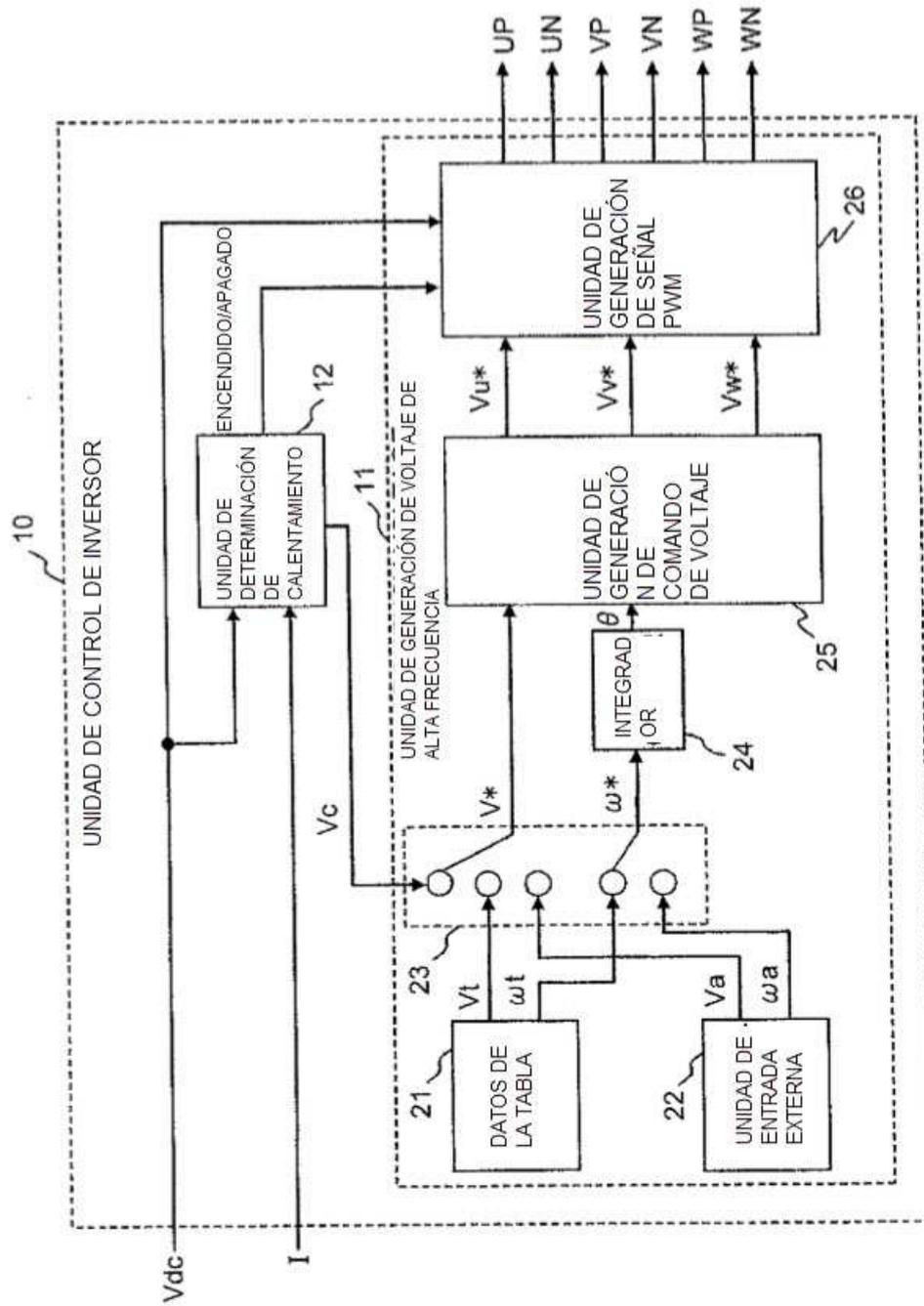


FIG.4

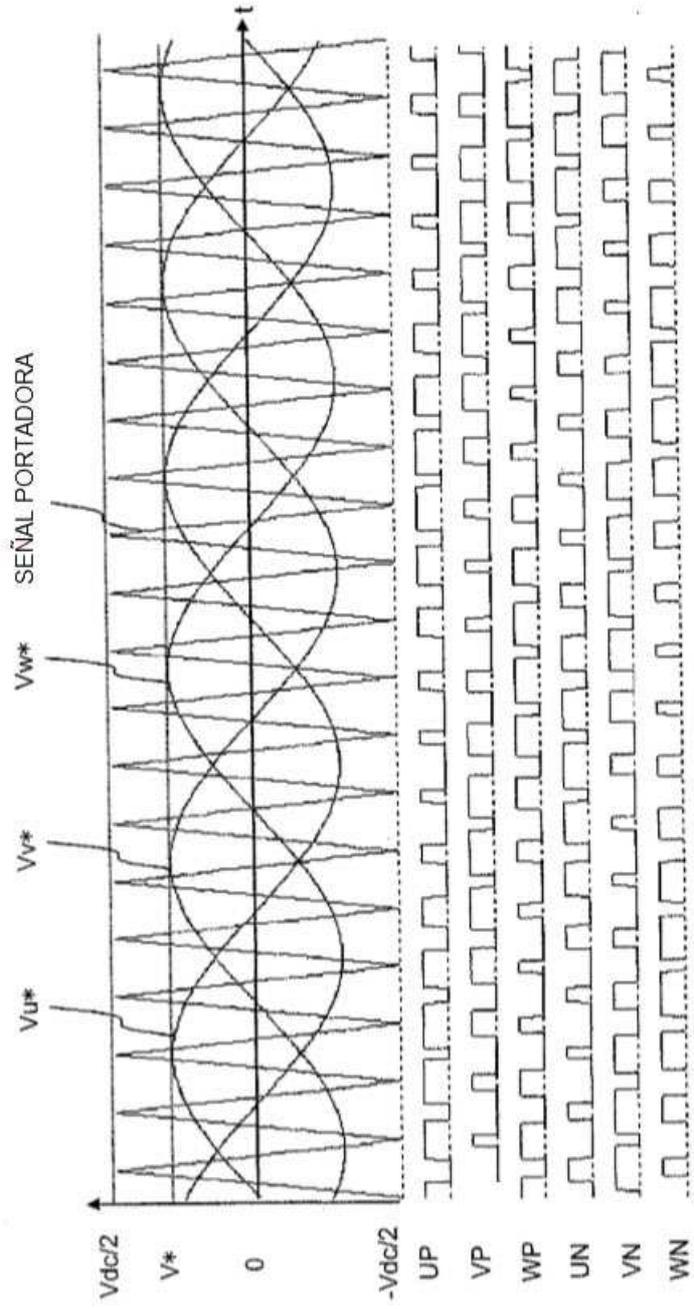


FIG.5

VECTOR DE VOLTAJE	DIRECCIÓN DEL VOLTAJE	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

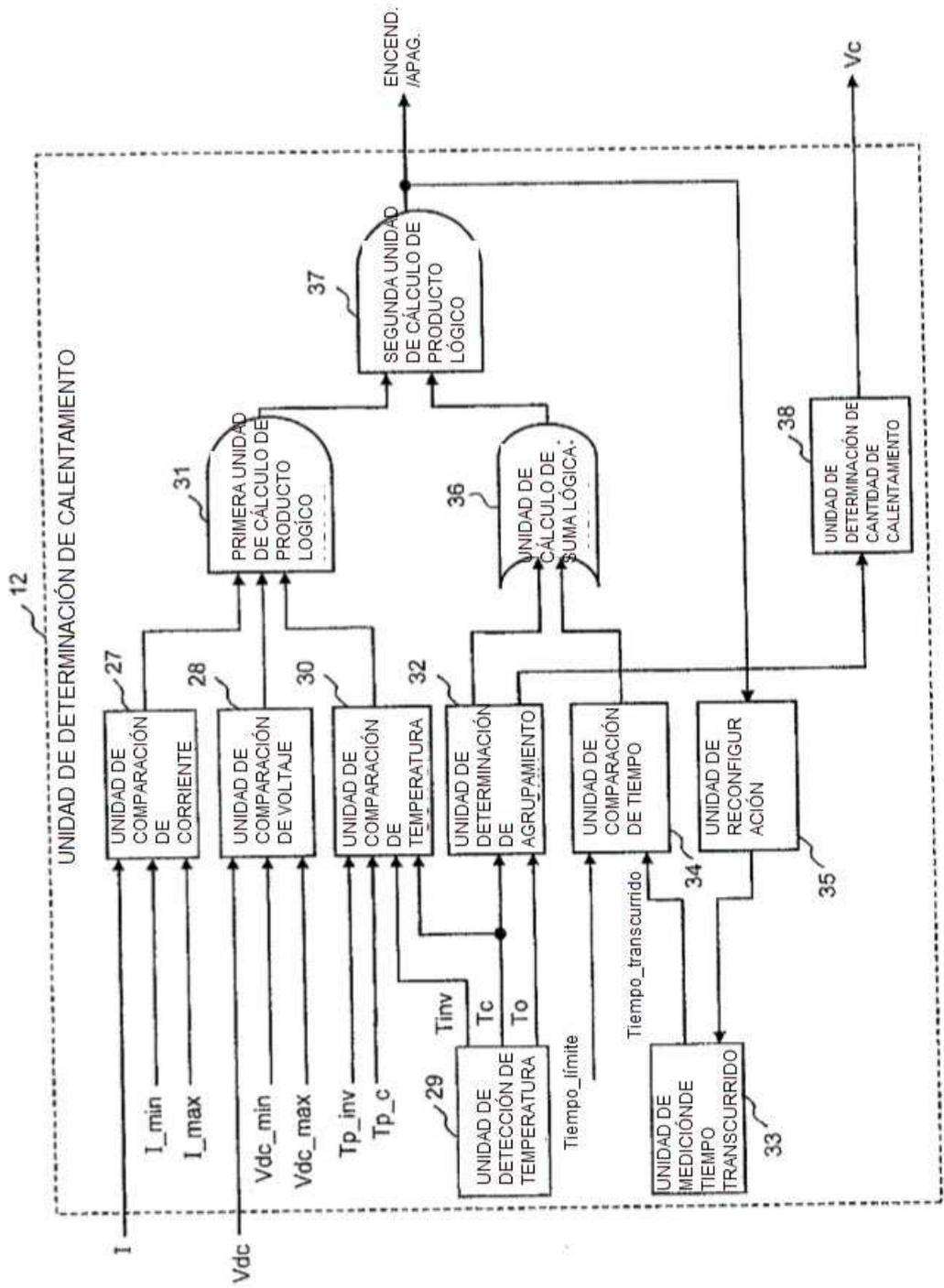


FIG.7

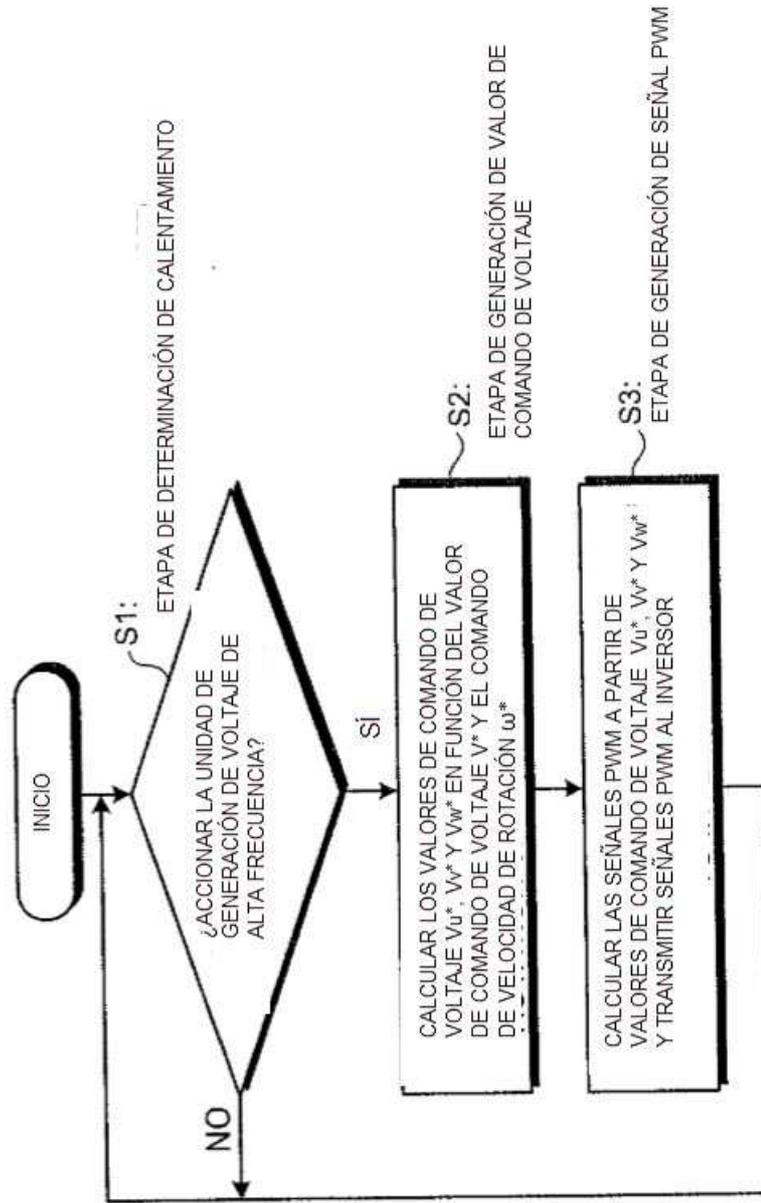
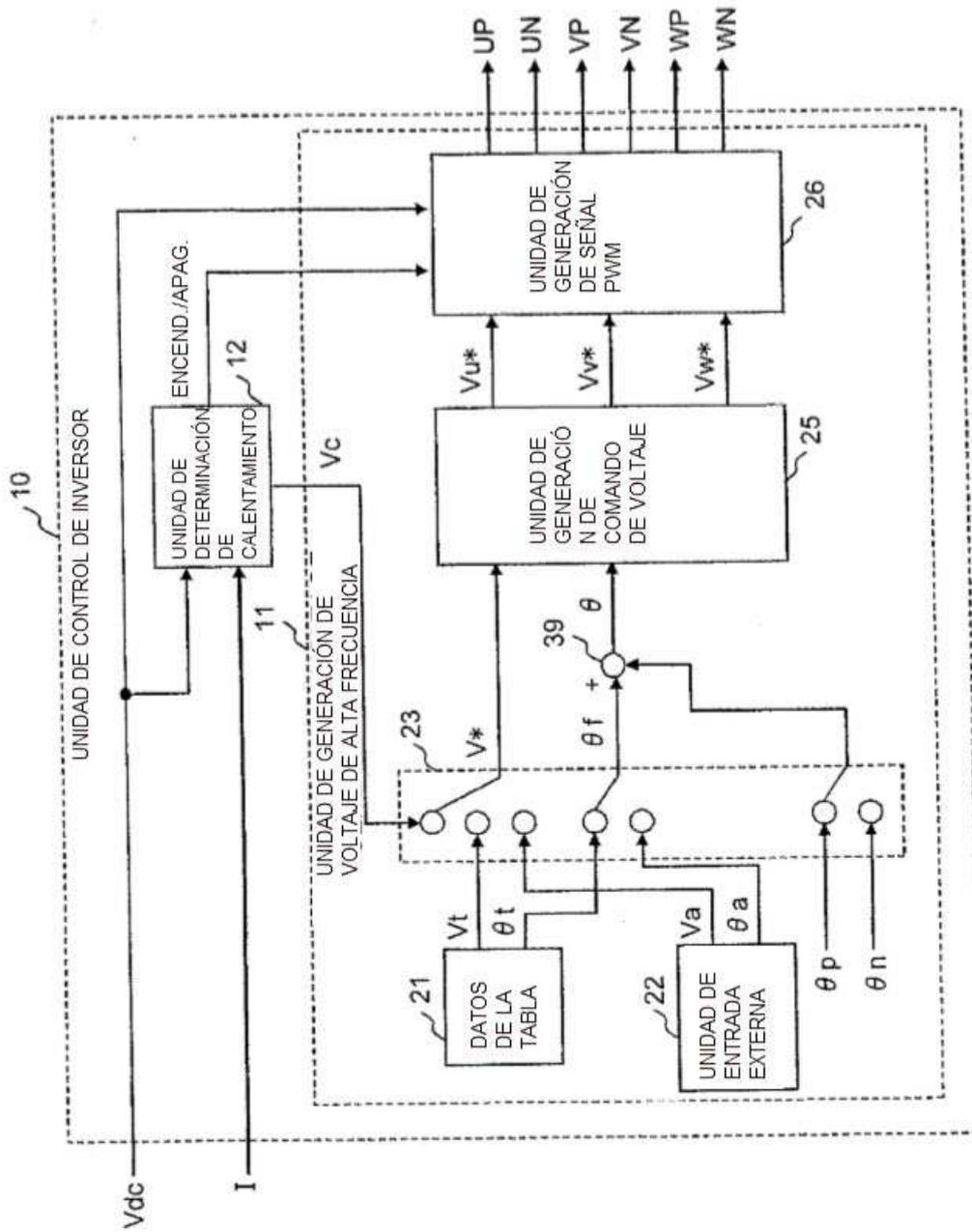


FIG.8



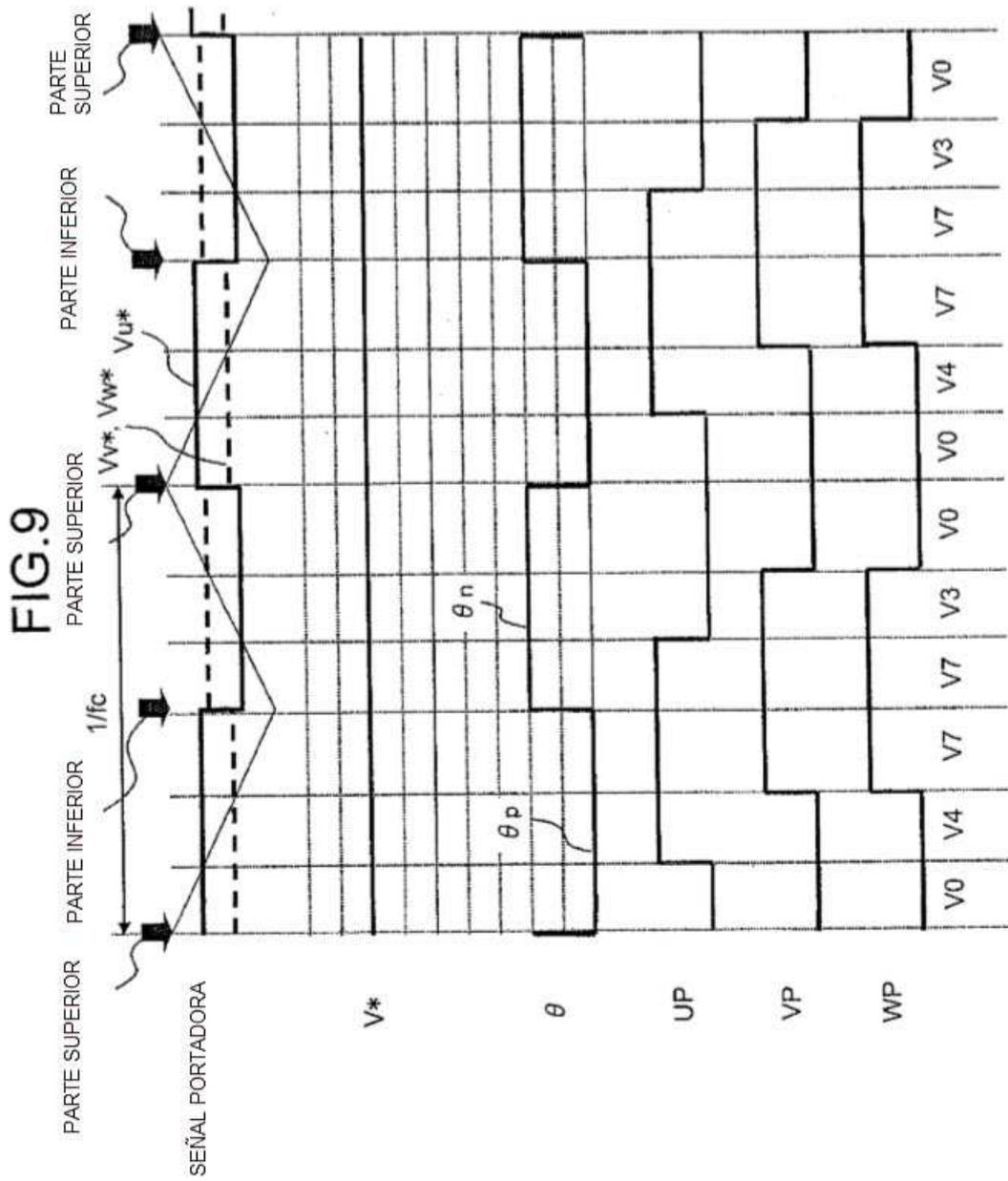


FIG.10

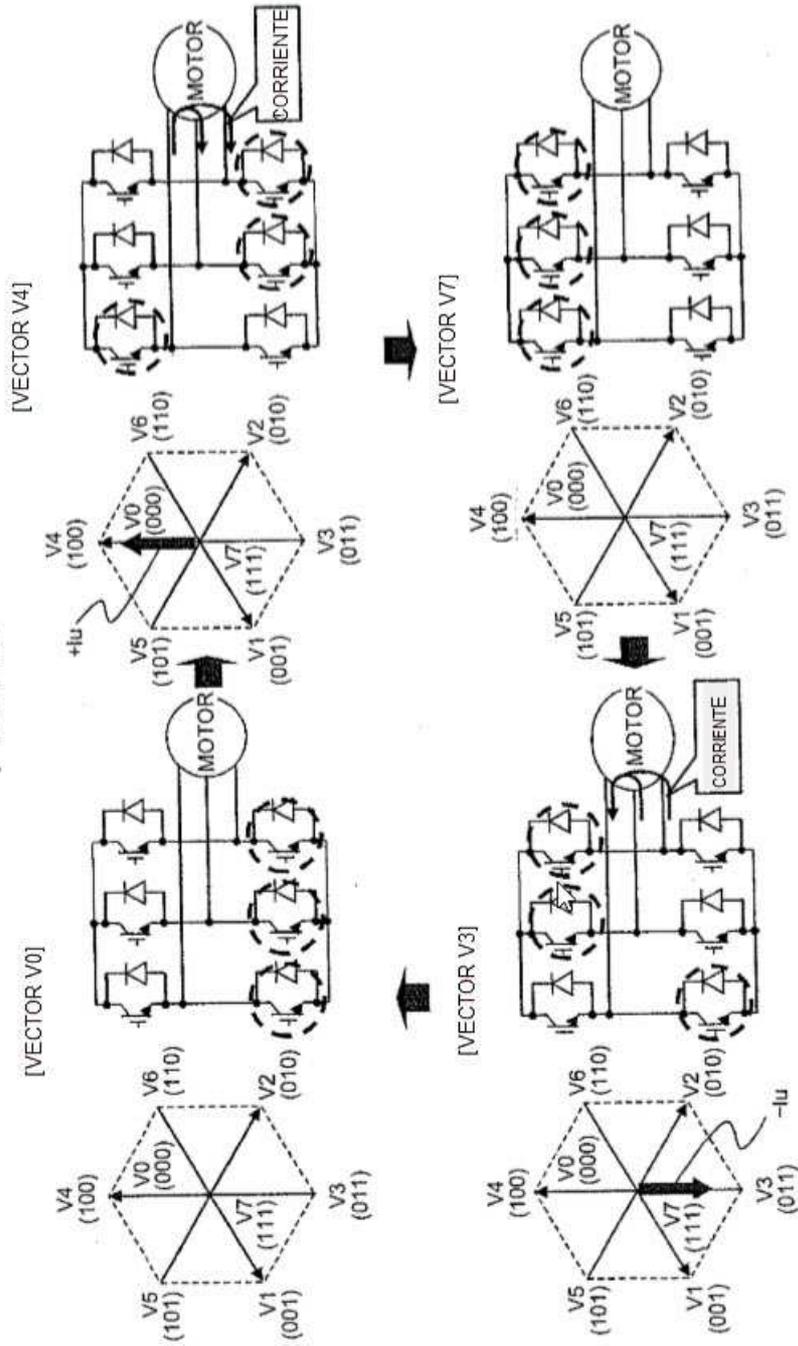


FIG.11

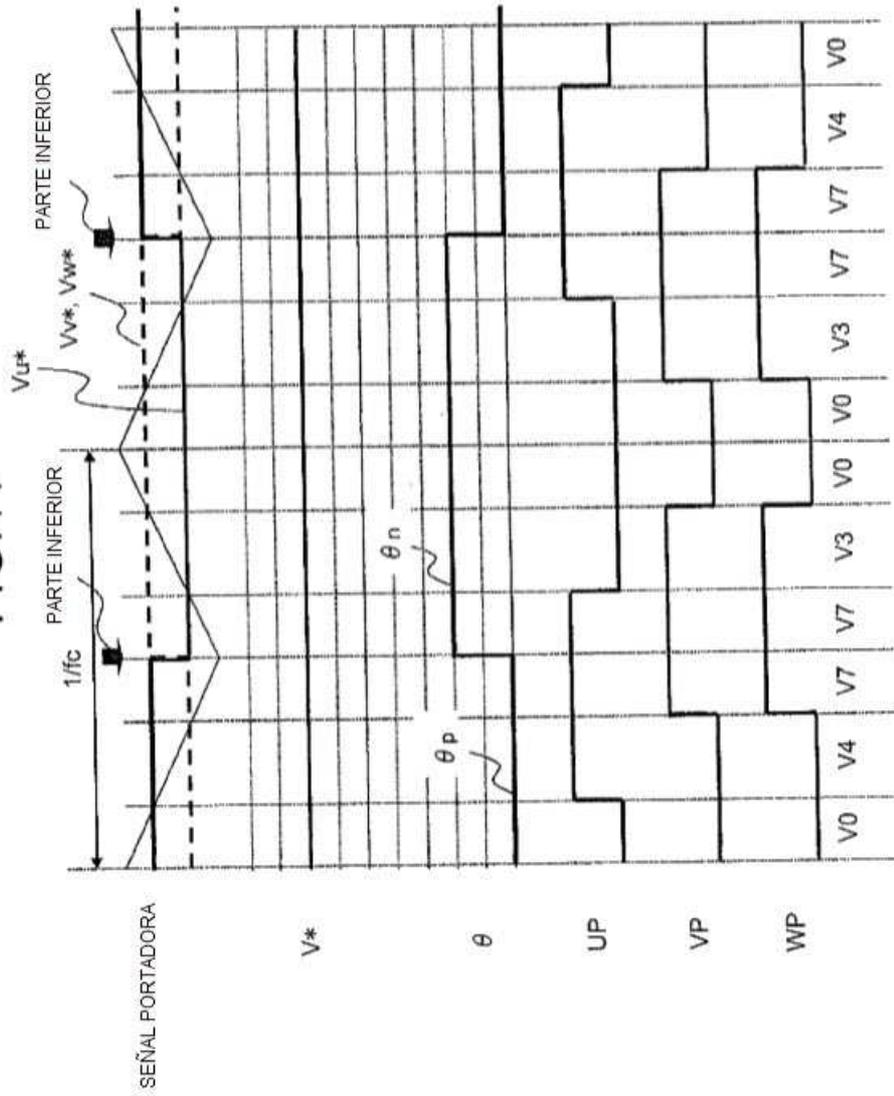


FIG.12

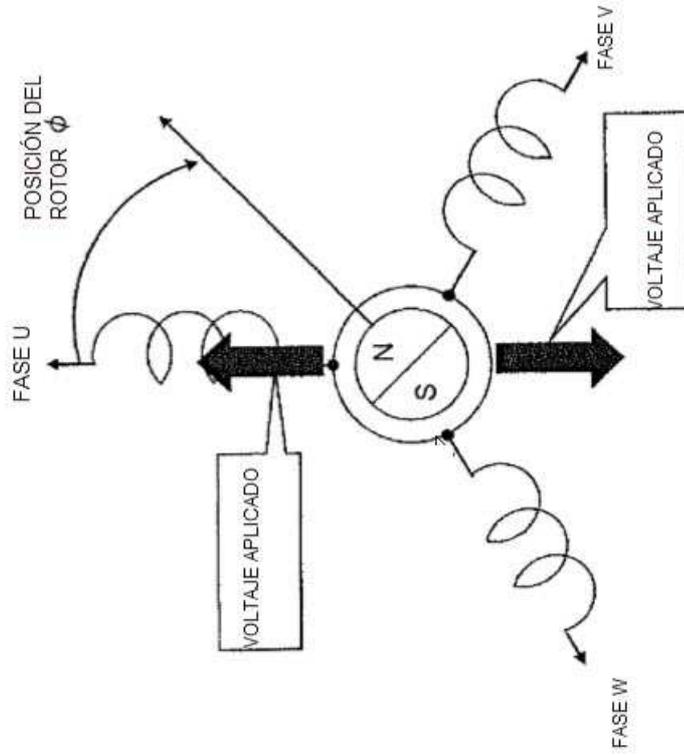


FIG.13

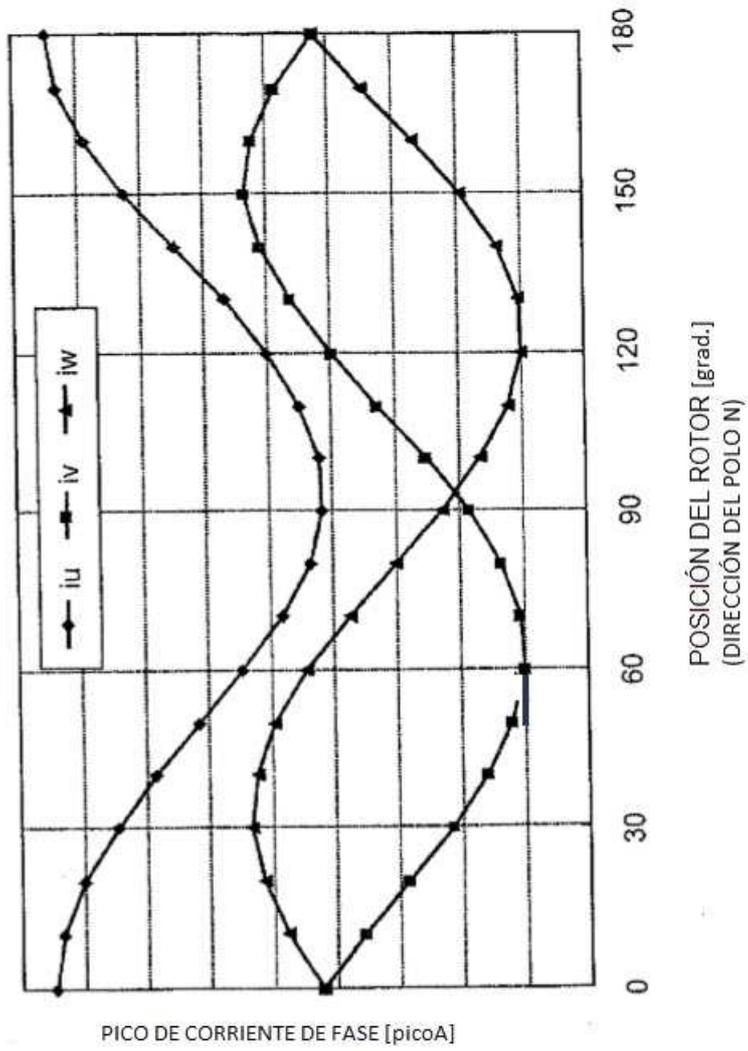


FIG.14

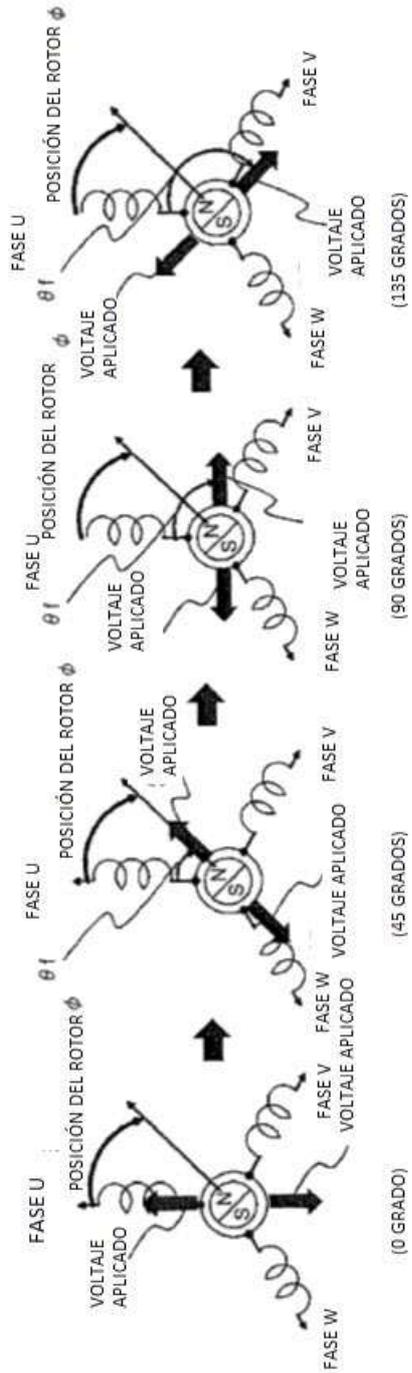


FIG.15

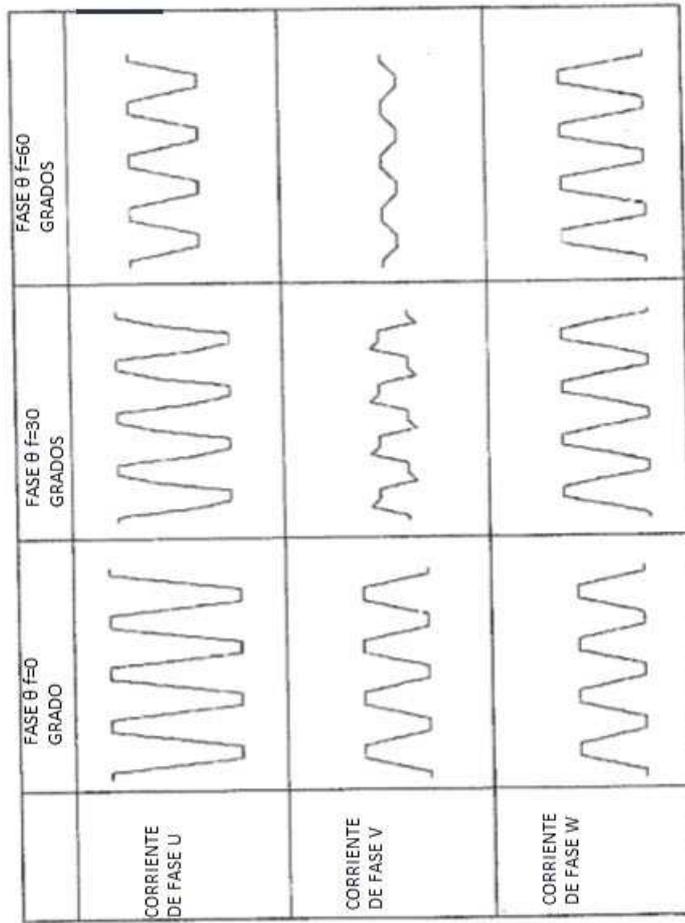


FIG.16

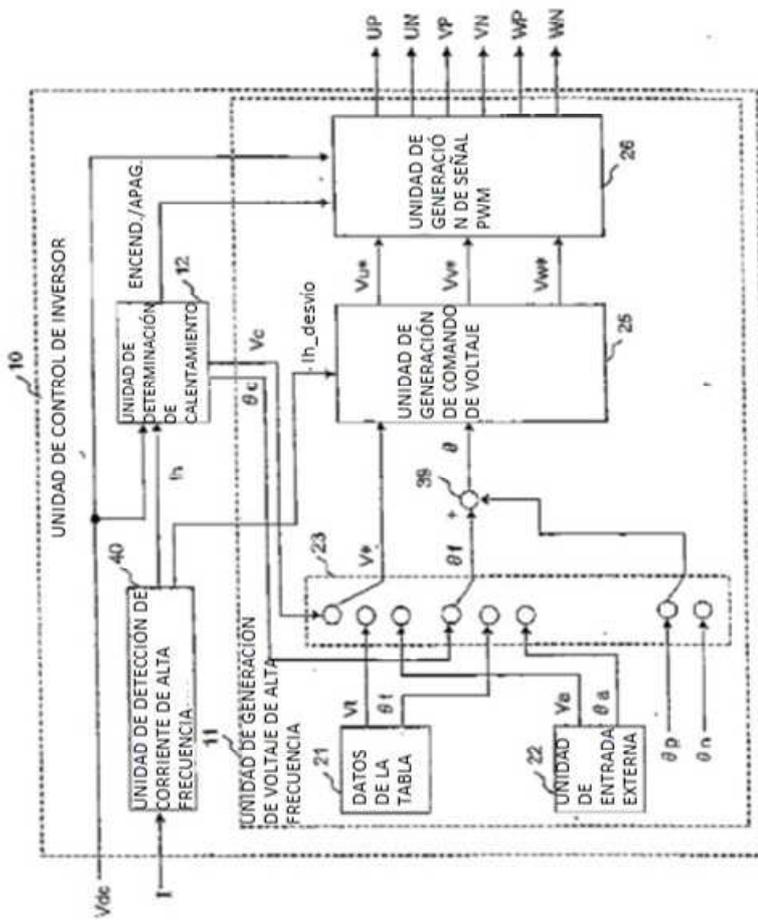


FIG.17

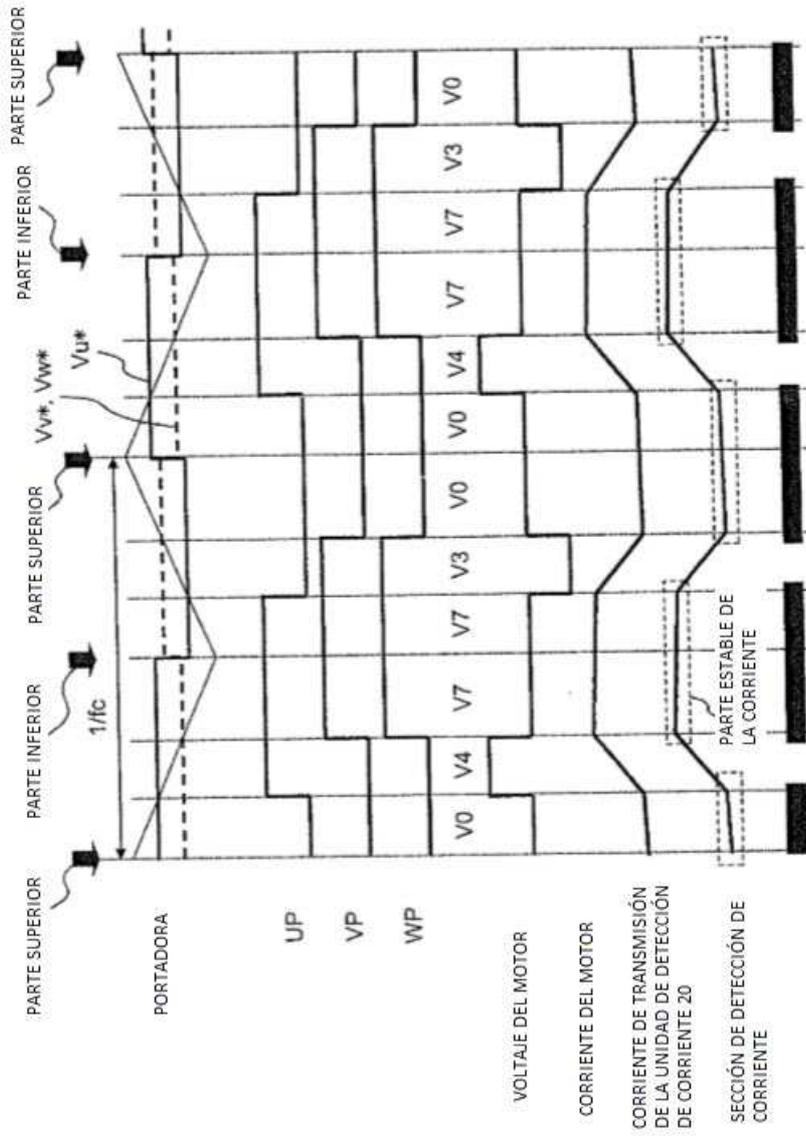


FIG.18

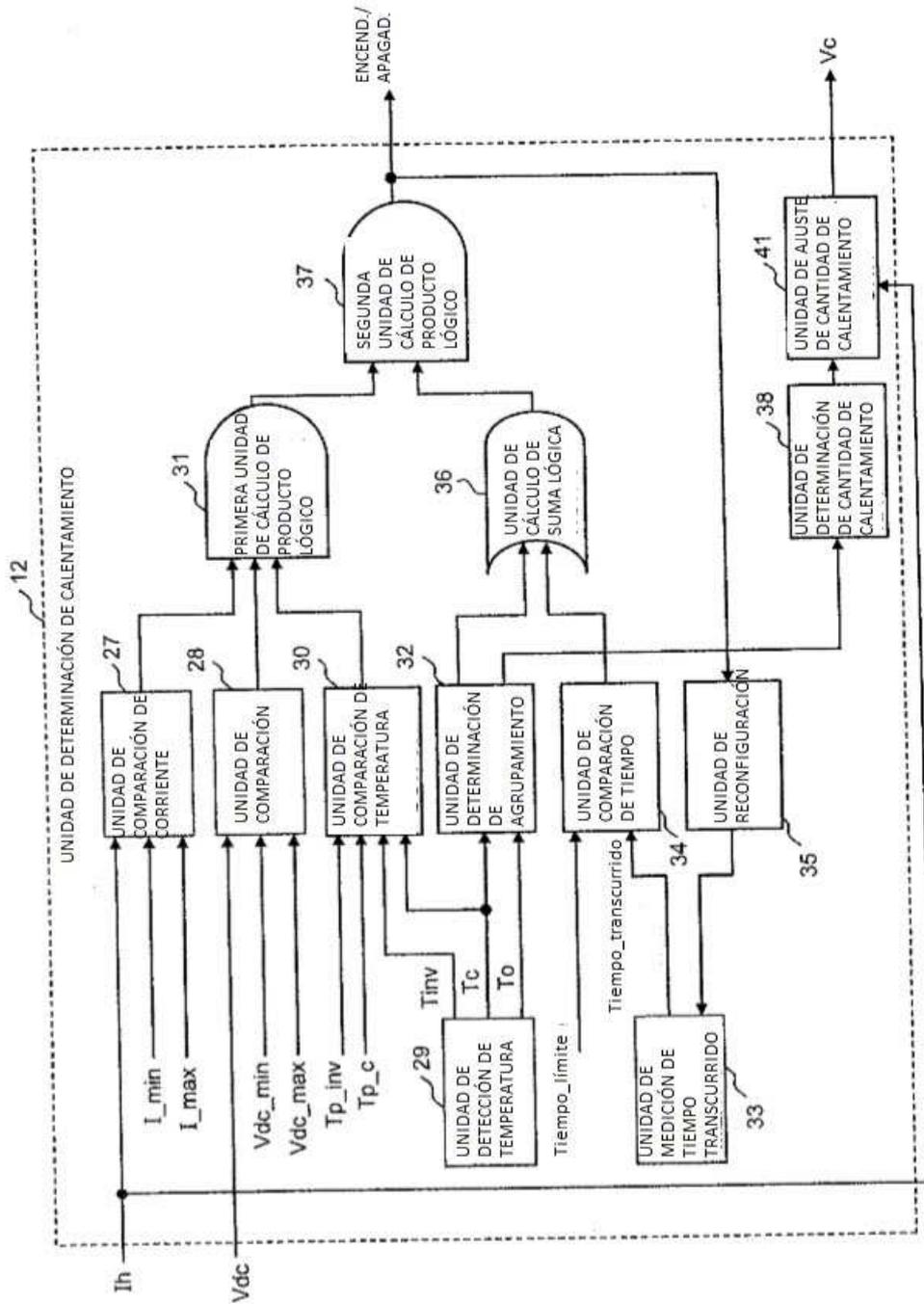


FIG.19

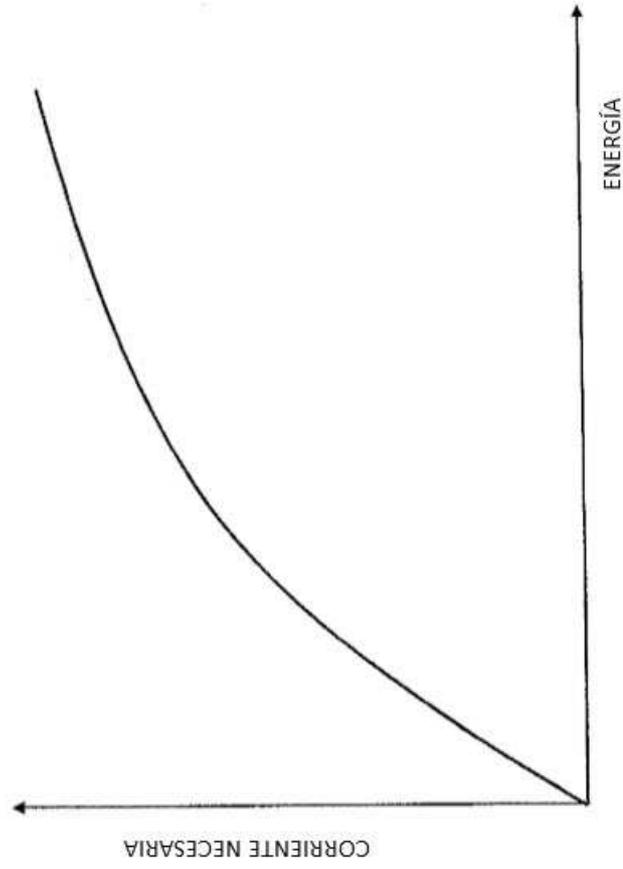


FIG.20

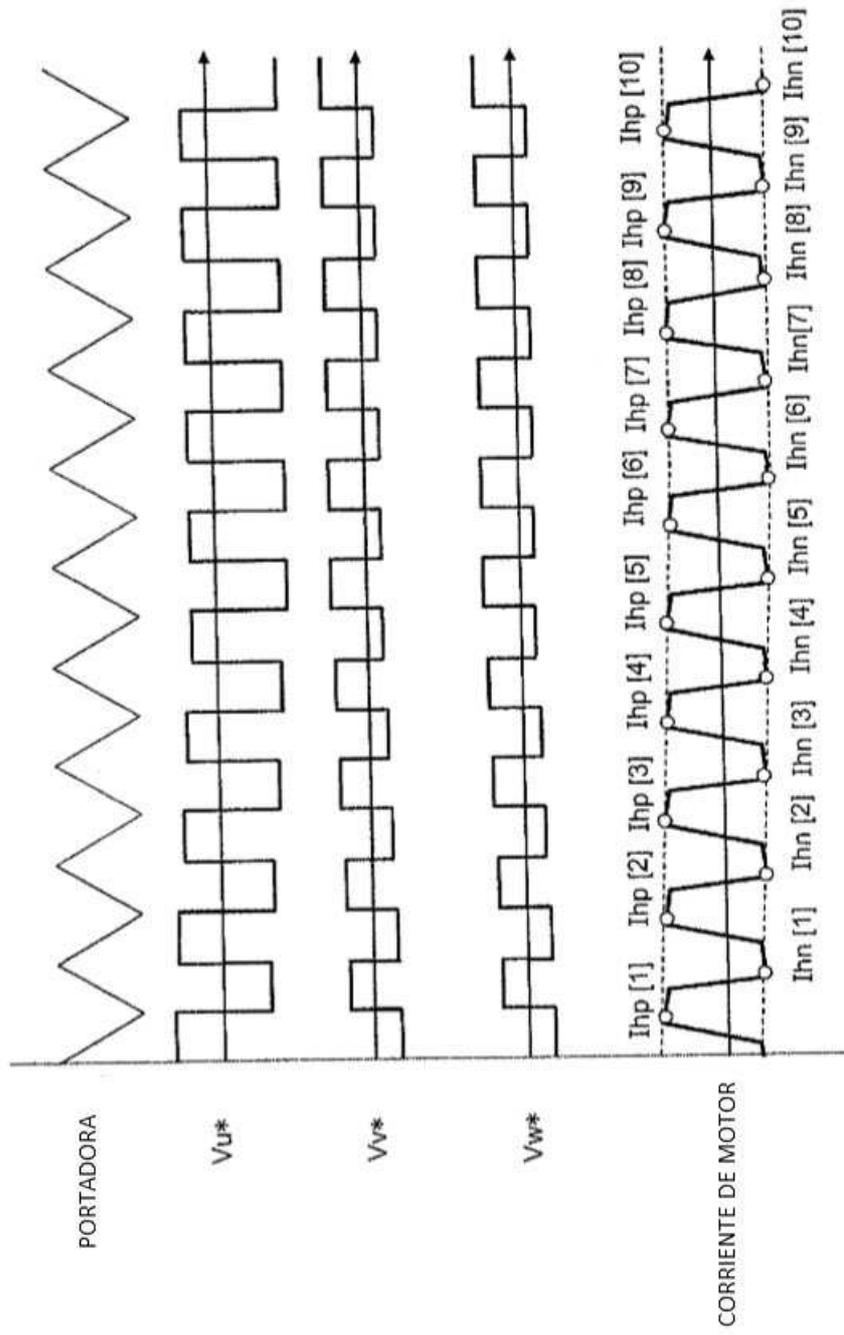


FIG.21

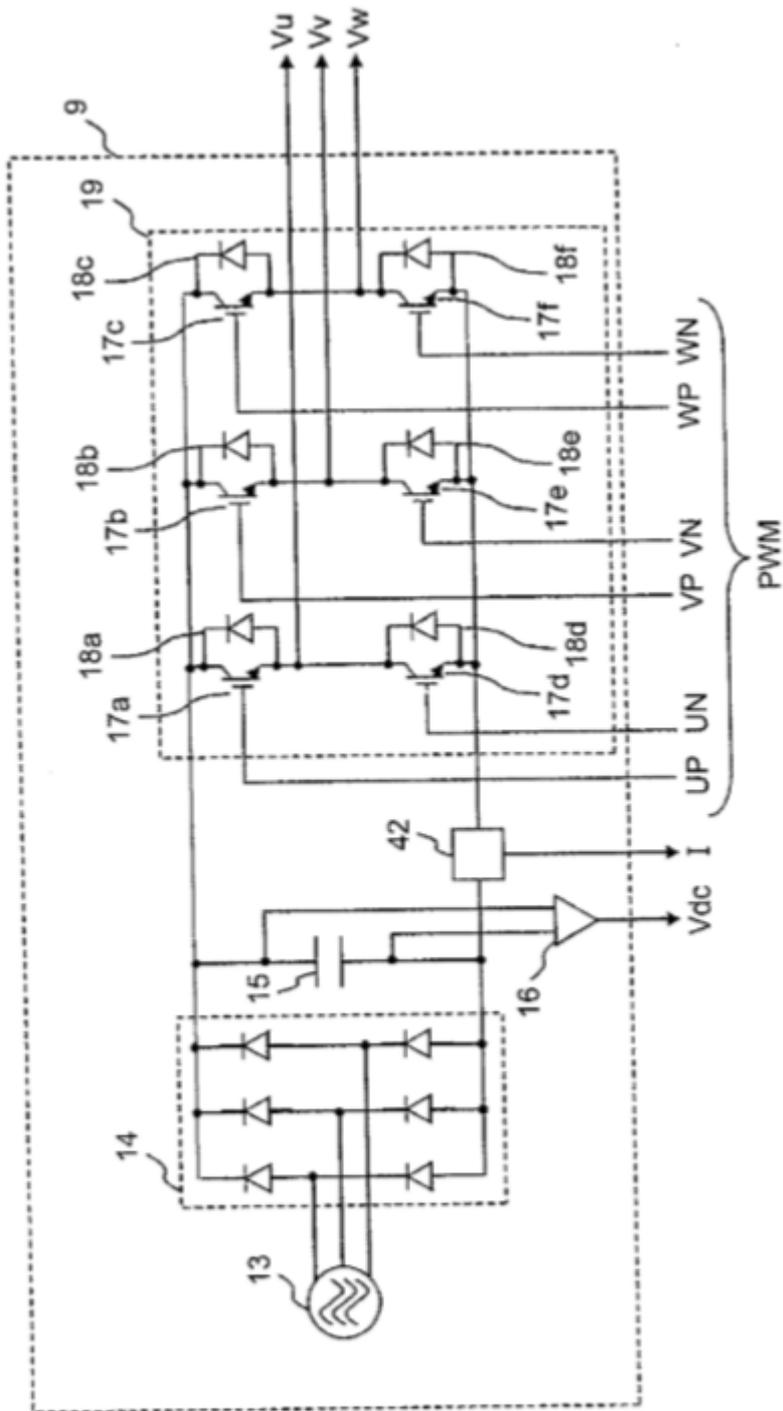


FIG.22

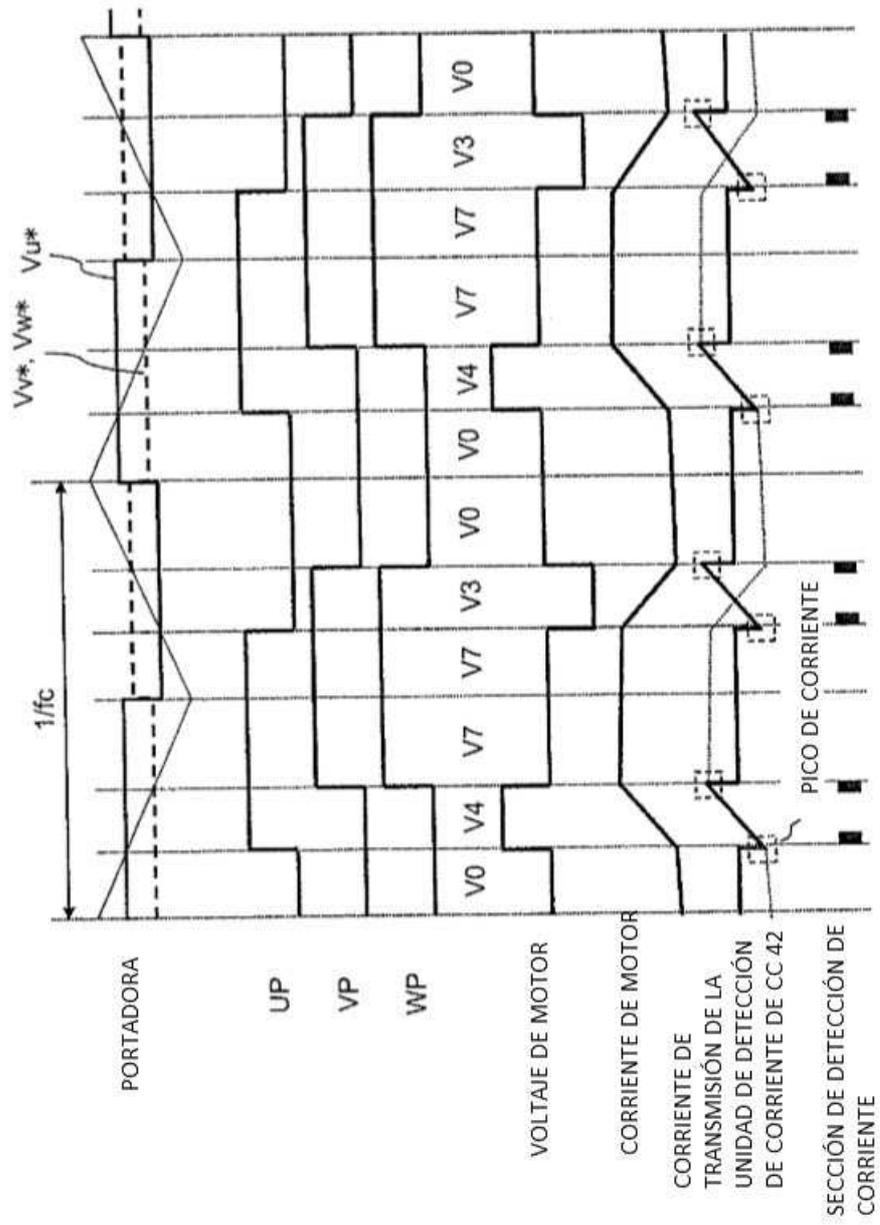


FIG.23

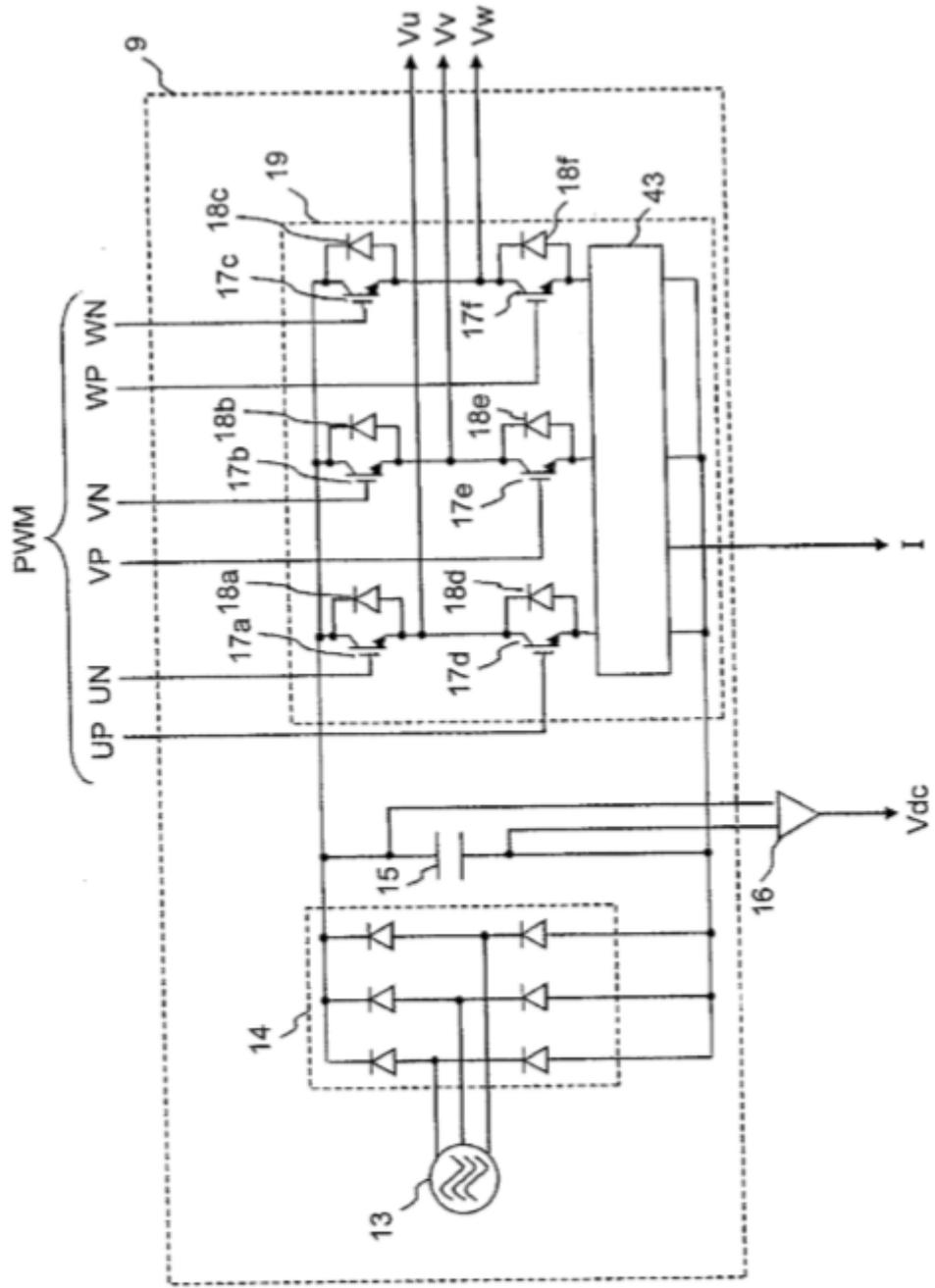
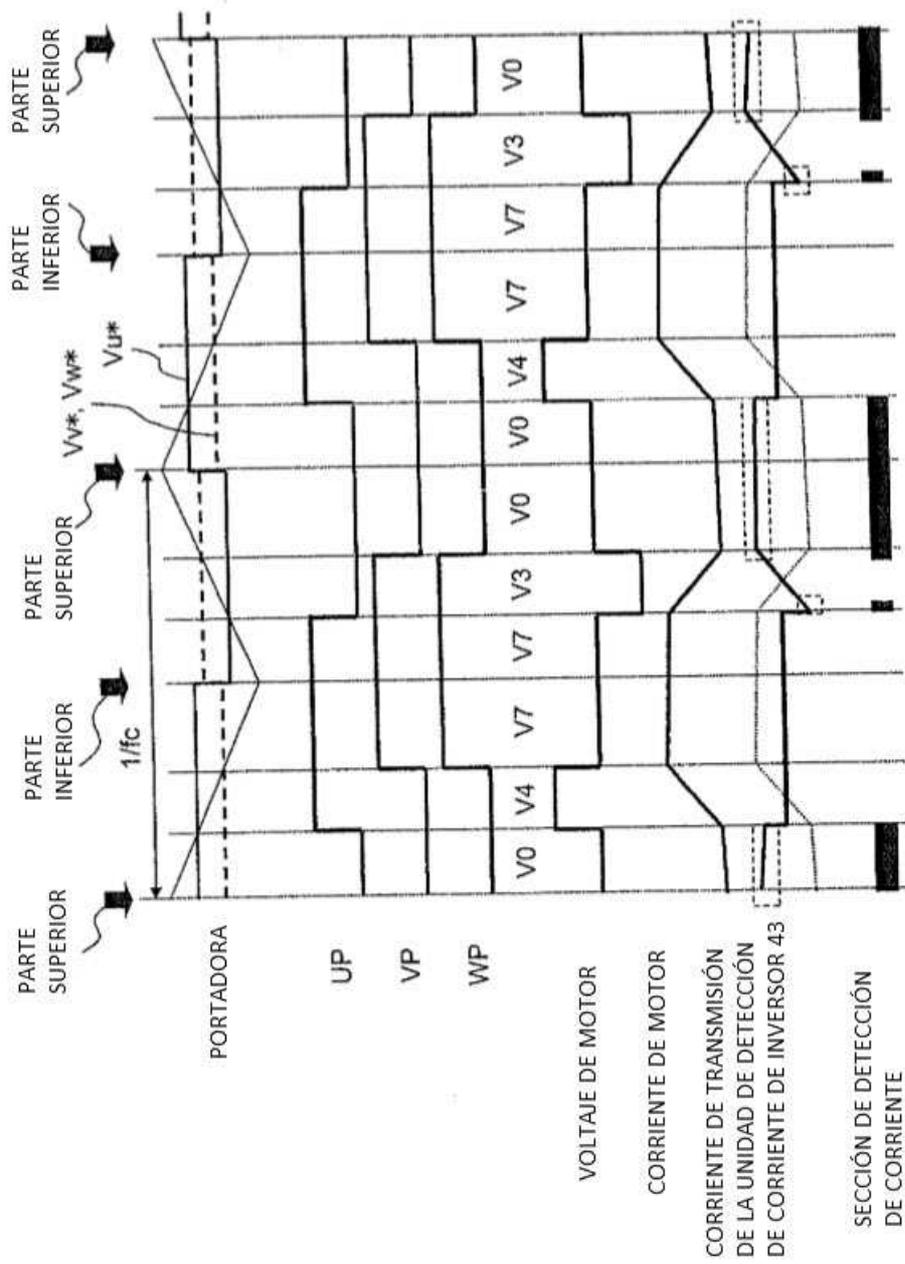


FIG.24



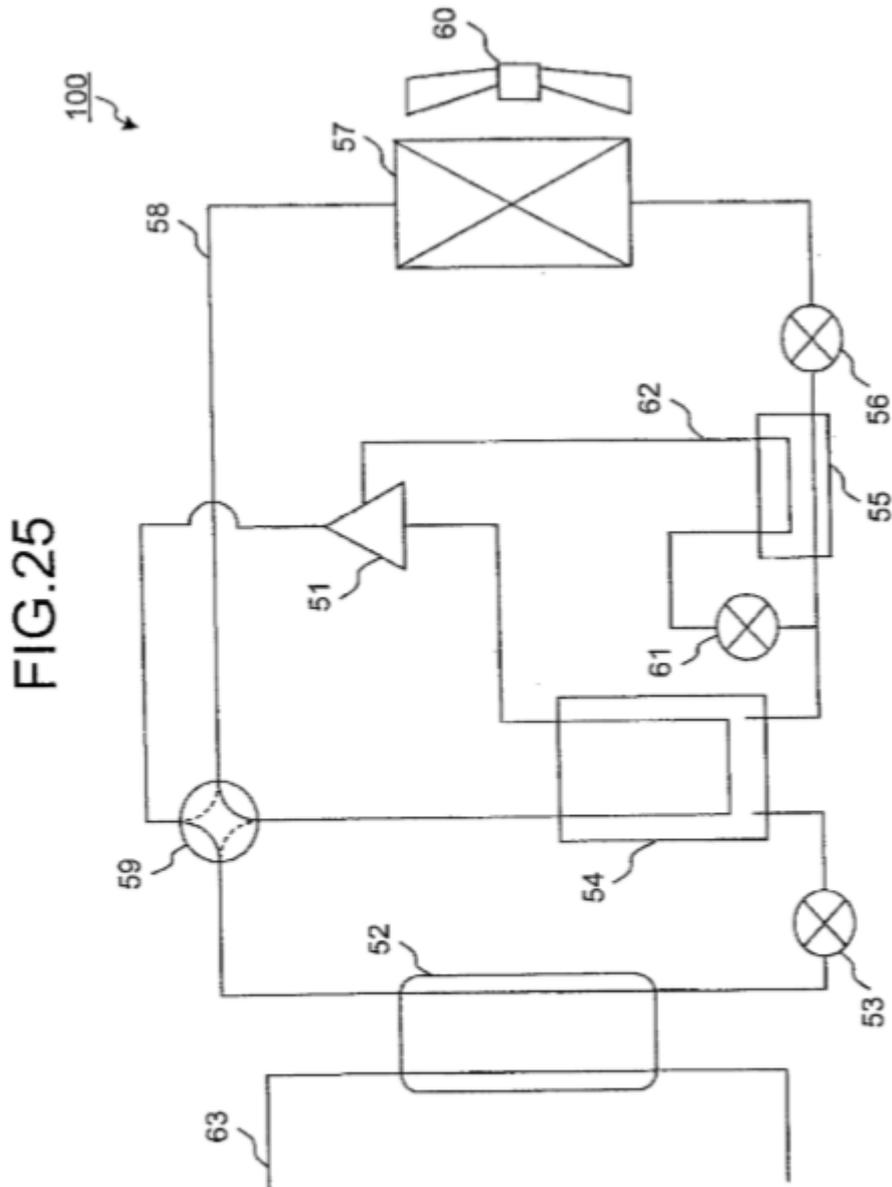


FIG.26

