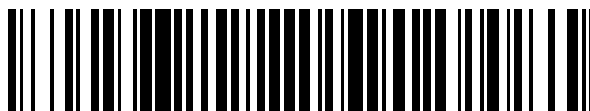


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 251**

51 Int. Cl.:

<b>H02M 1/12</b>	(2006.01)
<b>H02M 7/48</b>	(2007.01)
<b>F25B 1/00</b>	(2006.01)
<b>H02M 1/44</b>	(2007.01)
<b>H02P 6/06</b>	(2006.01)
<b>F04B 49/06</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.08.2015 PCT/JP2015/003944**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16047019**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2015 E 15844861 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3176940**

54 Título: **Dispositivo de conversión de energía**

30 Prioridad:

**26.09.2014 JP 2014197278**

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

**07.04.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TAGUCHI, YASUTAKA;  
MITSUI, JUNYA y  
MORIGUCHI, AKIRA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 753 251 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 conversión de energía

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a una técnica para reducir la corriente de fuga de una carga

5 **Antecedentes de la técnica**

En general, si una carga de un convertidor de potencia es, por ejemplo, un motor eléctrico, una capacitancia entre el motor eléctrico y tierra hace que la corriente de fuga fluya desde el motor eléctrico a través de la capacitancia hasta tierra junto con la salida de un voltaje de pulso en el convertidor de potencia. Para reducir la corriente de fuga, de acuerdo con la configuración adoptada en, por ejemplo, el documento de patente 1, se ha permitido que la corriente de compensación fluya para compensar la corriente de fuga solo cuando la magnitud de un valor instantáneo o valor máximo de un voltaje a través de una bobina por medio de la cual una corriente en una forma de onda de corriente alterna correspondiente a una corriente de fuga detectada por un detector de corriente de fuga o un monitor la corriente proporcional a los flujos de corriente detectados supera un umbral predeterminado.

De acuerdo con la configuración adoptada en el documento de patente 1 descrito anteriormente, si un circuito de corrección del factor de potencia provisto para un convertidor de potencia está activado (específicamente, se controla el ciclo de trabajo de un elemento de conmutación incorporado), se permite que fluya la corriente de compensación. Si el circuito de corrección del factor de potencia está apagado (el elemento de conmutación incorporado se mantiene apagado), se detiene el suministro de corriente de compensación. Por lo tanto, solo una corriente de fuga grande permite que fluya la corriente de compensación, lo que resulta en una reducción en la pérdida de potencia.

20 **Lista de referencias**

Documento de patente

Documento de patente 1: Patente Japonesa Nº 5316656

**Compendio de la invención**

Problema técnico

25 En una situación en la que un compresor dispuesto en un circuito refrigerante de un aparato de refrigeración estaba conectado, como una carga, al convertidor de potencia, los presentes inventores midieron en realidad la corriente de fuga del compresor en funcionamiento. Esto demostró que un aumento en la velocidad de rotación permitía que se suministrara una gran cantidad de aceite lubricante en el compresor desde el interior del compresor a las tuberías del refrigerante del aparato de refrigeración y los intercambiadores de calor. Esto aumentó la impedancia del propio compresor, lo que resultó en una disminución de la corriente de fuga.

30 Por lo tanto, las características de la corriente de fuga del compresor que se acaban de describir muestran que si su velocidad de rotación cae dentro del rango de velocidad de rotación que se produce justo después de la activación del compresor, la velocidad de rotación aumenta a una velocidad de rotación en la que la corriente de fuga es igual al valor límite especificado en la Ley de Seguridad de Materiales y Electrodomésticos y por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), no es necesario reducir intencionalmente la corriente de fuga, y no se debe permitir que fluya corriente de compensación.

35 Desafortunadamente, la invención descrita en el documento de patente 1 muestra el siguiente inconveniente: el control basado en la corriente detectada correspondiente a la corriente de fuga o el voltaje a través de la bobina y el control basado en si el circuito de corrección del factor de potencia está activado o desactivado, ambos permiten que la corriente de compensación fluya incluso en condiciones de operación donde la corriente de fuga sea menor o igual al valor límite especificado por las regulaciones. Esto aumenta la pérdida de potencia.

40 En particular, en un control basado en si el circuito de corrección del factor de potencia está activado o desactivado, la corriente de fuga aumenta en un estado en el que el circuito de corrección del factor de potencia se activa para suprimir los armónicos de la línea de potencia. Sin embargo, incluso en este estado, la corriente de fuga puede ser inferior o igual al valor límite especificado por las regulaciones. Esto aumenta la pérdida de potencia.

45 Además, en el control basado en la corriente de detección correspondiente a la corriente de fuga o al voltaje a través de la bobina, la corriente de compensación suministrada por este tipo de control reduce la corriente de fuga. Esto crea la necesidad de proporcionar una histéresis de control grande para evitar la captura. Sin embargo, una histéresis excesivamente grande produce que fluya una corriente de compensación mayor de la necesaria. Esto aumenta la pérdida de potencia y reduce el (porcentaje anual de rendimiento (APF)).

50 Además, la operación de un circuito que alimenta una corriente de compensación (un circuito de cancelación de corriente de fuga) aumenta, debido a una operación de conmutación del circuito, una fuga externa de ruido de

interferencia electromagnética (EMI) (ruido electromagnético). Esto aumenta los costos para cumplir con el estándar EMI. En particular, en un área de alta rotación de un compresor, aumenta la cantidad de energía a manejar. Esto también aumenta el ruido de conmutación en un circuito de conversión o un circuito inversor provisto para un convertidor de potencia, lo que resulta en un aumento en el ruido EMI. Por lo tanto, en el área de alta rotación, los ruidos de conmutación son causados simultáneamente por tres componentes (es decir, el circuito de cancelación de corriente de fuga, el circuito de conversión y el circuito inversor). Esto aumenta extremadamente los costos para reducir el ruido EMI total (es decir, una combinación de estos ruidos de conmutación) a un nivel especificado. Esto también es válido para el circuito de salida en contrafase de compensación de corriente de fuga propuesto en el documento EP0920116, que menciona que, cuando se cambia la frecuencia de conmutación del inversor de fuente de voltaje, la velocidad de rotación del motor del compresor también cambia, y que los voltajes de modo común generan una corriente de fuga de alta frecuencia. Sin embargo, el circuito de salida en contrafase está conectado continuamente a la bobina de detección de corriente de un cebador de modo común.

En vista de los antecedentes anteriores, por lo tanto, es un objeto de la presente invención permitir que un convertidor de potencia conectado a un compresor como carga deje de suministrar corriente de compensación a un área operativa en la que la corriente de fuga sea menor o igual a un valor límite especificado según la Ley de seguridad de los electrodomésticos y materiales o en la IEC, lo que reduce la pérdida de energía y mejora el APF.

#### Solución al problema

Un convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención, como se establece en la reivindicación 1, incluye: un circuito convertidor (10) configurado para convertir corriente alterna en corriente continua; y un circuito inversor (40) conectado al circuito de conversión (10), y configurado para convertir la corriente continua, en la que se ha convertido la corriente alterna, en corriente alterna. El convertidor de potencia está configurado para suministrar la corriente alterna, en la que ha sido convertida la corriente continua por el circuito inversor (40), a un compresor (CM). El convertidor de potencia incluye además: una salida de la corriente de compensación (80) configurada para la corriente de compensación de salida ( $I_c$ ), que compensa la fuga de corriente ( $I_a$ ) que escapa del compresor (CM), a un flujo de corriente a través del cual fluye la corriente de fuga ( $I_a$ ); y un controlador (50) configurado para alternar entre las operaciones de encendido y apagado de la salida de la corriente de compensación (80). La salida de la corriente de compensación (80) de acuerdo con una velocidad de rotación del compresor (CM), incluye un circuito de salida en contrafase (81) que incluye dos transistores ( $Tr_1$ ,  $Tr_2$ ) y un elemento de conmutación (SW) conectado a los terminales de control de los dos transistores ( $Tr_1$ ,  $Tr_2$ ). El controlador (50) está configurado además para conmutar el elemento de conmutación (SW) entre un estado encendido y un estado apagado de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor (CM).

De acuerdo con la presente invención, la salida de la corriente de compensación es controlada para conmutar entre un estado encendido y un estado apagado de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor. La corriente de fuga del compresor aumenta o disminuye de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor. Por lo tanto, si se suministra la corriente de compensación puede controlarse de acuerdo con la magnitud de la corriente de fuga.

En el convertidor de potencia de acuerdo la presente invención, el controlador (50) puede conmutar la salida de la corriente de compensación (80) de un estado encendido a un estado apagado cuando la velocidad de rotación del compresor (CM) ha aumentado a una velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ,  $R_{lc}$ ) en la que la corriente de fuga ( $I_a$ ) sea menor o igual a un valor límite predeterminado ( $L_{max}$ ) en un estado donde la salida de la corriente de compensación (80) esté desactivada.

De acuerdo con la presente invención, después de la activación del compresor, la salida de la corriente de compensación se conmuta de un estado encendido a un estado apagado en la velocidad de rotación establecida en la que la corriente de fuga del compresor sea menor o igual a un valor límite predeterminado (por ejemplo, el valor límite especificado en la Ley de seguridad de electrodomésticos y materiales o por la IEC). Esto puede reducir la pérdida de energía a la vez que se cumplen las especificaciones.

En el convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención, el compresor (CM) puede estar dispuesto en un circuito refrigerante (90) que tenga modos de operación de refrigeración y calefacción, y el controlador (50) puede controlar la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ,  $R_{lc}$ ) de modo que la velocidad de rotación establecida ( $R_{lc}$ ) en el modo de operación de refrigeración sea diferente de la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ) en el modo de operación de calefacción.

De acuerdo con la presente invención, la velocidad de rotación establecida en la cual la corriente de fuga es menor o igual al valor límite predeterminado se controla de modo que la velocidad de rotación establecida en el modo de operación de refrigeración sea diferente de la velocidad de rotación establecida en el modo de operación de calefacción. Por lo tanto, incluso si la magnitud de la corriente de fuga de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor en una operación de refrigeración es diferente de la de una operación de calefacción, la pérdida de potencia puede ser reducida mientras se cumplen las especificaciones, independientemente del modo de operación.

#### Ventajas de la presente invención

De acuerdo con la presente invención, si se suministra la corriente de compensación, esta se controla según la velocidad de rotación de un compresor. Esto puede reducir la pérdida de potencia y mejorar el APF en comparación con una situación en la que, como en la técnica conocida, siempre se suministra la corriente de compensación durante el funcionamiento de un compresor.

- 5 De acuerdo con la presente invención, la corriente de compensación puede dejar de ser suministrada en la velocidad de rotación del compresor en la cual la corriente de fuga sea menor o igual a, por ejemplo, el valor límite especificado. Esto puede reducir la pérdida de energía a la vez que se cumplen las especificaciones.

Además, de acuerdo con la presente invención, la pérdida de potencia puede reducirse mientras se cumplen las especificaciones, independientemente del modo de operación.

## 10 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de circuito eléctrico que muestra una configuración para un convertidor de potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra un circuito refrigerante de un aparato de refrigeración que incluye un compresor conectado al convertidor de potencia.

- 15 La Figura 3 es un diagrama característico que muestra la magnitud de la corriente de fuga en relación con la velocidad de rotación del compresor conectado al convertidor de potencia.

La Figura 4 muestra cómo se controla la corriente de fuga en un modo de operación de calefacción.

La Figura 5 muestra cómo se controla la corriente de fuga en un modo de operación de Refrigeración.

## **Descripción de realizaciones**

- 20 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos. Las siguientes realizaciones son meramente ejemplos beneficiosos por naturaleza, y no pretenden limitar el alcance, la aplicación o los usos de la presente invención.

"Primera realización de la presente invención"

- 25 La Figura 1 muestra una configuración para un convertidor de potencia (1) de acuerdo con la primera realización de la presente invención. En este ejemplo, el convertidor de potencia (1) se usa para suministrar energía a un compresor (no mostrado en la Figura 1) de un acondicionador de aire (más particularmente, un motor (3) que acciona el compresor).

- 30 La Figura 2 muestra un circuito refrigerante de, por ejemplo, un acondicionador de aire provisto de un compresor que incluye el motor (3). En la Figura 2, el compresor (CM) incluye el motor (3) y está dispuesto en un circuito refrigerante (90).

- 35 El circuito refrigerante (90) incluye: el compresor (CM); una válvula de cuatro vías (93); un intercambiador de calor interno de aire de refrigeración (94) que incluye un ventilador de refrigeración (94a); una válvula de expansión eléctrica (95) que tiene un cuerpo de válvula accionado por un motor de impulsos y que tiene un grado variable de apertura; y un intercambiador de calor externo de aire de refrigeración (96) que incluye un ventilador de refrigeración (96a). Estos componentes están conectados secuencialmente a un circuito cerrado a través de una tubería de refrigerante (97) para formar un ciclo de refrigeración. En un modo de operación de calefacción, la válvula de cuatro vías (93) se conmuta como se indica en las líneas continuas para permitir que fluya un refrigerante como se indica en las flechas continuas. Esto permite que el intercambiador de calor interno (94) disipe una cantidad del calor absorbido por el intercambiador de calor externo (96) dentro de una habitación para calefaccionar la misma. Por otro lado, en un modo de operación de refrigeración, la válvula de cuatro vías (93) se conmuta como se indica en las líneas continuas para permitir que fluya un refrigerante como se indica en las flechas continuas. Esto permite que el intercambiador de calor externo (96) disipe una cantidad del calor absorbido por el intercambiador de calor interno (94) dentro de una habitación para refrigerar la misma.

- 45 El compresor (CM) aloja dentro de él al motor (3) como lo indica la línea discontinua. Se le suministra aceite lubricante al compresor (CM) para lubricar una porción giratoria y otras porciones del compresor (CM). Durante el funcionamiento del compresor (CM), el aceite lubricante circula a través del circuito refrigerante (90) junto con el refrigerante, y regresa al compresor (CM).

- 50 El compresor (CM), el ventilador de refrigeración (94a) del intercambiador de calor interno (94), la válvula de expansión eléctrica (95) y el ventilador de refrigeración (96a) del intercambiador de calor externo (96) están conectados a un controlador (50), que controla la velocidad de rotación del motor (3) del compresor (CM), la velocidad de rotación del ventilador de refrigeración (94a) del intercambiador de calor interno (94), el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (95), y la velocidad de rotación del ventilador de refrigeración (96a) del intercambiador de calor externo (96).

Como se muestra en la Figura 1, el convertidor de potencia (1) incluye un circuito de conversión (10), un corrector del factor de potencia (20), un condensador de amortiguamiento (30), un circuito inversor (40), el controlador (50), un filtro de línea (60), un detector de corriente de fuga (70) y una salida de la corriente de compensación (80). El convertidor de potencia (1) convierte la potencia de corriente alterna suministrada desde una fuente de alimentación de corriente alterna monofásica (2) en potencia de corriente alterna con una frecuencia predeterminada y un voltaje predeterminado, y suministra la potencia de corriente alterna resultante al motor (3). Los ejemplos del motor (3) incluyen lo que se denomina motor de imanes internos permanentes (IPM).

Una carcasa (3b) para el motor (3) sirve también como carcasa para el compresor (CM). La carcasa (3b) (es decir, el compresor (CM)) está fijada en una carcasa para el intercambiador de calor externo (96) del acondicionador de aire. En este momento, la carcasa (3b) para el motor (3) también está conectada de forma eléctrica a una unidad externa del acondicionador de aire. La carcasa del intercambiador de calor externo (96) está conectada a un cable a tierra y está conectada a tierra.

<Circuito convertidor>

El circuito convertidor (10) rectifica la corriente alterna de la fuente de alimentación de corriente alterna (2) a corriente continua. En esta realización, el circuito convertidor (10) es un circuito de puente rectificador en el que cuatro diodos (10a-10d) están conectados entre sí en una configuración de puente. Estos diodos (10a-10d) realizan una rectificación de onda completa en un voltaje alterno desde la fuente de alimentación de corriente alterna (2) para convertir el voltaje alterno en un voltaje directo.

<Corrector del factor de potencia>

Como se muestra en la Figura 1, el corrector del factor de potencia (20) se prevé entre el circuito de conversión (10) y el condensador de amortiguamiento (30). El corrector del factor de potencia (20) de acuerdo con esta realización es un circuito convertidor Boost intercalado de dos fases e incluye dos reactores (L6, L7), dos elementos de conmutación (21, 22) y cuatro diodos (23, 24, 25, 26). El corrector del factor de potencia (20) eleva el voltaje al repetir las operaciones de encendido/apagado de los elementos de conmutación (21, 22) en un ciclo de trabajo predeterminado. Esto aumenta el ángulo de conducción de los diodos (10a-10d) del circuito de conversión (10), lo que da como resultado una mejora en el factor de potencia.

<Capacitador>

El condensador de amortiguamiento (30) amortigua el voltaje directo elevado por el corrector del factor de potencia (20). En este ejemplo, se usa un condensador electrolítico como el condensador de amortiguamiento (30).

<Circuito inversor>

El circuito inversor (40) tiene un nodo de entrada conectado al condensador de amortiguamiento (30), conmuta la corriente continua suministrada para convertir la corriente continua en corrientes alternas trifásicas (U, V, W) y suministra los voltajes al compresor (CM) (más particularmente, al motor (3)) que funciona como la carga conectada al circuito inversor.

El circuito inversor (40) de acuerdo con esta realización incluye seis elementos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) conectados entre sí en una configuración de puente para emitir las corrientes alternas trifásicas al motor (3). Más específicamente, el circuito inversor (40) incluye tres patas de conmutación cada una compuesta por dos elementos de conmutación conectados en serie. En las tres patas de conmutación, los puntos medios entre los elementos de conmutación del brazo superior (Su, Sv, Sw) y los elementos de conmutación del brazo inferior (Sx, Sy, Sz) están conectados a las bobinas de las fases respectivas (descritas a continuación) del motor (30). Además, los diodos de retorno (Du, Dv, Dw, Dx, Dy, Dz) están conectados respectivamente a los elementos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) en anti paralelo.

El circuito inversor (40) conmuta la corriente continua suministrada al cambiar las operaciones de estos elementos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) para convertir el voltaje en voltajes alternos trifásicos, y suministra los voltajes al motor (3). El controlador (50) controla estas operaciones de conmutación.

<Controlador>

El controlador (50) incluye un micro ordenador (no mostrada) y un dispositivo de memoria en el que se almacena un programa utilizado para operar la micro ordenador. Este dispositivo de memoria puede estar integrado en el micro ordenador. El controlador (50) emite una señal de control (G) a los elementos de conmutación (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) del circuito inversor (40) para controlar las operaciones de conmutación, de este modo controla el motor (3). En este ejemplo, el controlador (50) usa el control vectorial del eje d-q para controlar el motor (3).

<Filtro de línea>

El filtro de línea (60) incluye dos reactores (L1, L2) y dos capacitadores (61,62). Los reactores (L1, L2) se prevén cada uno en una de las líneas de entrada de corriente alterna (PI) asociadas que reciben energía de la fuente de

alimentación de corriente alterna (2). Los capacitadores (61, 62) están conectados en serie entre sí y están conectados entre las dos líneas de entrada de corriente alterna (PI). El punto medio (M1) entre los dos capacitadores (61, 62) está conectado a tierra a través de un cable a tierra.

<Detector de corriente de fuga>

- 5 El detector de corriente de fuga (70) detecta la corriente de detección (Ib) correlacionada con la corriente de fuga (Ia) (descrita a continuación) del motor (3). En este ejemplo, como se muestra en la Figura 1, el detector de corriente de fuga (70) incluye un par de bobinas de un cebador de modo común (L3, L4) y una bobina de detección (L5). Las bobinas de un cebador de modo común (L3, L4) se prevén en una porción de una de las líneas de entrada de corriente alterna (PI) asociadas entre el filtro de línea (60) y el circuito convertidor (10). La bobina de detección (L5) se acopla de forma inductiva a las bobinas de un cebador de modo común (L3, L4). Esto permite que la corriente de detección (Ib) correspondiente a una diferencia de corriente entre las líneas de entrada de corriente alterna (PI) fluya a través de la bobina de detección (L5). La diferencia varía de acuerdo con la corriente de fuga (Ia). La corriente de detección (Ib) está correlacionada con la corriente de fuga (Ia).

<Salida de la corriente de compensación>

- 15 La salida de la corriente de compensación (80) suministra corriente de compensación (Ic) para cancelar la corriente de fuga (Ia) a un flujo de corriente (CP) (descrito a continuación) para la corriente de fuga (Ia) a través de un circuito de salida en contrafase (81) descrito a continuación en detalle. Específicamente, la salida de la corriente de compensación (80) amplifica la corriente de detección (Ib) a través del circuito de salida en contrafase (81), y superpone la corriente de detección amplificada sobre la corriente de fuga (Ia).
- 20 El circuito de salida en contrafase (81) incluye dos transistores (Tr1, Tr2), dos diodos (D1, D2) y un condensador de acoplamiento (Cb) como se muestra en la Figura 1. El condensador de acoplamiento (Cb) se usa para interrumpir la corriente continua. Los ejemplos del condensador de acoplamiento (Cb) incluyen un condensador de 4700 pF.

- 25 El transistor (Tr1) es un transistor NPN, y el transistor (Tr2) es un transistor PNP. Los transistores (Tr1) y (Tr2) están conectados en serie entre sí. Específicamente, un terminal controlado del transistor (Tr1) a través del cual la corriente fluye fuera del transistor (Tr1) está conectado a un terminal controlado del transistor (Tr2) a través del cual la corriente fluye hacia el transistor (Tr2). El punto medio (M2) entre estos transistores (Tr1, Tr2) está conectado al flujo de corriente (CP) para la corriente de fuga (Ia) a través del condensador de acoplamiento (Cb) como se describe a continuación en detalle.

- 30 El diodo (D1) está conectado al transistor (Tr1) en anti paralelo, y el diodo (D2) está conectado al transistor (Tr2) en anti paralelo. Puede aplicarse al transistor (Tr1) o (Tr2) un voltaje de polarización inversa. Si el voltaje de polarización inversa excede el voltaje de ruptura del transistor (Tr1, Tr2), el transistor (Tr1, Tr2) se descompone. Para abordar este problema, estos diodos (D1, D2) protegen los transistores (Tr1, Tr2) contra sobretensiones.

- 35 Un terminal controlado del transistor (Tr1) a través del cual la corriente fluye hacia el transistor (Tr1) está conectado a la salida positiva del circuito de conversión (10) (más específicamente, a un bus de corriente continua positiva (P) entre el circuito de conversión (10) y el circuito inversor (40)). Por otro lado, un terminal controlado del transistor (Tr2) a través del cual la corriente fluye hacia el transistor (Tr2) está conectado a la salida negativa del circuito de conversión (10) (más específicamente, a un bus de corriente continua negativa (N) entre el circuito de conversión (10) y el circuito inversor (40)).

- 40 La corriente de detección (Ib) se suministra a los terminales de control de ambos transistores (Tr1, Tr2). Por lo tanto, el circuito de salida en contrafase (81) puede emitir la corriente de compensación (Ic) con una magnitud correlacionada con la de la corriente de fuga (Ia). Tenga en cuenta que la polaridad de la corriente de detección (Ib) se establece de tal modo que la corriente de compensación (Ic) sea opuesta en fase a la corriente de fuga (Ia).

-Conexión de la salida de la salida de la corriente de compensación (80)-

- 45 En el motor (3), se forma una capacitancia parásita (3c) entre cada bobina (3a) y la carcasa (3b) (véase la Figura 1). Por lo tanto, las variaciones de voltaje (dv/dt) a través de la bobina (3a) del motor (3) debido a la conmutación del circuito inversor (40) producen que la corriente de fuga (Ia) fluya fuera de la carcasa (3b) del motor (3). La corriente de fuga (Ia) fluye hacia el suelo a través de la carcasa (3b) del motor (3) (en este ejemplo, la carcasa del compresor (CM)), la carcasa del intercambiador de calor externo (96) y el cable a tierra del intercambiador de calor externo (96) que forman el flujo de corriente (CP).

- 50 De este modo, en esta realización, la salida de la salida de la corriente de compensación (80) (el condensador de acoplamiento (Cb)) está conectada, por ejemplo, a la carcasa (3b) del motor (3). Por supuesto que este punto de conexión es simplemente un ejemplo. Puede escogerse otro punto en el flujo de corriente (CP) como punto de conexión.

-Control de la salida de la corriente de compensación (80)-

La salida de la corriente de compensación (80) incluye un interruptor (SW) para conmutar entre la activación y la desactivación de la salida de la corriente de compensación (80). El interruptor (SW) está dispuesto específicamente en algún lugar a lo largo del flujo de interconexión a través del cual la corriente de detección ( $I_b$ ) detectada por medio de la bobina de detección (L5) del detector de corriente de fuga (70) es suministrada a los terminales de control de los dos transistores (Tr1, Tr2). Por lo tanto, cuando se abre el interruptor (SW), el circuito de salida en contrafase (81) se apaga para dejar de generar y emitir la corriente de compensación ( $I_c$ ).

El controlador (50) controla la apertura/cierre del interruptor (SW). Para realizar el control, el controlador (50) almacena la curva de las características medida previamente del compresor (CM) mostrado en la Figura 3.

La curva de las características traza la velocidad de rotación del compresor (CM) (es decir, la velocidad de rotación del motor (3)) como la abscisa, y la corriente de fuga ( $I_a$ ) que se escapa del compresor (CM) como la ordenada. La curva de las características muestra las características de la corriente de fuga obtenidas en dos modos (es decir, modos de operación de refrigeración y calefacción del acondicionador de aire) mientras la salida de la corriente de compensación (80) está apagada (es decir, mientras no se suministra corriente de compensación). Las características (CHhoff) y (CHcoff) en ambos modos de operación muestran que la corriente de fuga aumenta inicialmente a medida que la velocidad de rotación del compresor (CM) aumenta desde una velocidad de rotación baja inmediatamente después de la activación del compresor (CM), mientras que la corriente de fuga posteriormente disminuye gradualmente a medida que aumenta la velocidad de rotación. La razón por la cual las características tienen la tendencia descrita anteriormente es que la impedancia del compresor (CM) aumenta, y como resultado, la corriente de fuga disminuye gradualmente, porque al aumentar la velocidad de rotación del compresor (CM) aumenta en consecuencia en cierta medida la cantidad del aceite lubricante descargado del compresor (CM), de modo que aumenta el tamaño de una porción de la bobina (3a) del motor (3) expuesta por encima del aceite lubricante acumulado en el compresor (CM).

Fuera de las dos características (CHhoff) y (CHcoff), la característica (CHcoff) en el modo de operación de refrigeración muestra una corriente de fuga más pequeña generada en todos los rangos de velocidad de rotación que la que muestra la característica (CHhoff) en el modo de operación de calefacción. La razón de esto es que, en el modo de operación de refrigeración, la impedancia del compresor (CM) es más alta que en el modo de operación de calefacción, porque en el modo de operación de refrigeración, la cantidad de aceite lubricante acumulada en el intercambiador de calor interno (94) es mayor que en el modo de operación de calefacción, y la cantidad de aceite lubricante en el compresor (CM) es menor que en el modo de operación de calefacción.

En la característica (CHhoff) en el modo de operación de calefacción, la velocidad de rotación en un valor máximo ( $I_{ph}$ ) de la corriente de fuga es una velocidad de rotación ( $R_{ph}$ ), y la velocidad de rotación establecida corresponde a un valor límite ( $L_{max}$ ) que es menor que el valor máximo ( $I_{ph}$ ) y el que se especifica en la ley de seguridad de electrodomésticos y materiales o en la IEC es una velocidad de rotación ( $R_{lh}$ ). Por otro lado, en la característica (CHcoff) en el modo de operación de refrigeración, la velocidad de rotación en un valor máximo ( $I_{pc}$ ) de la corriente de fuga es una velocidad de rotación ( $R_{pc}$ ), que es menor que la velocidad de rotación máxima ( $R_{ph}$ ) en la característica (CHhoff) en el modo de operación de calefacción ( $R_{pc} < R_{ph}$ ). En la característica (CHcoff) en el modo de operación de refrigeración, la velocidad de rotación establecida correspondiente al valor límite ( $L_{max}$ ) es una velocidad de rotación ( $R_{lc}$ ), que es menor que la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ) en la característica (CHhoff) en el modo de operación de calefacción ( $R_{lc} < R_{lh}$ ). La Figura 3 no solo muestra las dos características de corriente de fuga (CHhoff) y (CHcoff) obtenidas mientras la salida de la corriente de compensación (80) está desactivada, sino también la característica de corriente de fuga (CHon) obtenida mientras la salida de la corriente de compensación (80) está activada, es decir, mientras se permite que fluya la corriente de compensación. La característica de la corriente de fuga (CHon) muestra una corriente de fuga menor en todos los rangos de velocidad de rotación que la mostrada por cada una de las dos características de corriente de fuga (CHhoff) y (CHcoff) y obtenida mientras la salida de la corriente de compensación (80) está desactivada. Además, un valor máximo de la corriente de fuga en la característica de corriente de fuga (CHon) es menor que el valor límite ( $L_{max}$ ).

Como se muestra en la Figura 1, el controlador (50) recibe una señal de velocidad de rotación desde un sensor de velocidad de rotación (55) que detecta la velocidad de rotación del compresor (CM) (el motor (3)) y controla la apertura/cierre del interruptor (SW) de la salida de la corriente de compensación (80) basado en la velocidad de rotación indicada por la señal de velocidad de rotación. Específicamente, el controlador (50) controla el interruptor (SW) que se cerrará después de la activación del compresor (CM) y hasta que la velocidad de rotación alcance la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ,  $R_{lc}$ ) correspondiente al valor límite ( $L_{max}$ ) (es decir, en el modo de operación de calefacción, mientras que la velocidad de rotación cae dentro del rango de la velocidad de rotación ( $AR_{hL}$ ) más bajo que la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ) de la característica (CHcoff); y en el modo de operación de refrigeración, mientras que la velocidad de rotación cae dentro del rango de la velocidad de rotación ( $AR_{cL}$ ) menor que la velocidad de rotación establecida ( $R_{lc}$ ) de la característica (CHcoff)). De esta manera, la salida de la corriente de compensación (80) se activa para permitir que fluya la corriente de compensación ( $I_c$ ). Por otro lado, si la velocidad de rotación del compresor (CM) alcanza la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ,  $R_{lc}$ ), el interruptor (SW) se controla para abrir. De esta manera, la salida de la corriente de compensación (80) se desactiva para detener que fluya la corriente de compensación ( $I_c$ ). A continuación, el control de detención de la salida de la corriente de compensación (80) continúa mientras la velocidad de rotación cae dentro del rango de la velocidad de rotación ( $AR_{hH}$ ,  $AR_{cH}$ ) que excede la velocidad de rotación establecida ( $R_{lh}$ ,  $R_{lc}$ ).

## &lt;Operación del convertidor de potencia&gt;

Una operación de conmutación del circuito inversor (40) permite que la corriente de fuga (Ia) comience a fluir desde el motor (3) del compresor (CM). El flujo de la corriente de fuga (Ia) produce que varíe la diferencia de corriente entre las líneas de entrada de corriente alterna (PI). La bobina de detección (L5) del detector de corriente de fuga (70) genera un voltaje de acuerdo con esa diferencia. El detector de corriente de fuga (70) envía la corriente de detección (Ib) a la salida de la corriente de compensación (80) con el interruptor (SW) de la salida de la corriente de compensación (80) cerrado.

En la salida de la corriente de compensación (80), la corriente de detección (Ib) se introduce en las terminales de control de ambos transistores (Tr1, Tr2) con el interruptor (SW) cerrado. Esto permite que cualquiera de los transistores (Tr1, Tr2) realice una operación de amplificación de acuerdo con la polaridad de la corriente de detección (Ib), y la corriente de compensación (Ic) se envía al flujo de corriente (CP). La corriente de compensación (Ic) es opuesta en fase a la corriente de fuga (Ia). Determinar adecuadamente los factores de amplificación de los transistores (Tr1, Tr2), el número de vueltas de la bobina de detección (L5) y otros parámetros permite que la corriente de compensación (Ic) tenga una magnitud lo suficientemente grande como para reducir adecuadamente la corriente de fuga (Ia). Por lo tanto, al unirse la corriente de fuga (Ia), la corriente de compensación (Ic) reduce la corriente (Ia) (véase la Figura 1) que fluye hacia a tierra.

## -Operación de la salida de la corriente de compensación (80)-

Si, después de la activación del compresor (CM), la velocidad de rotación del compresor (CM) cae dentro del rango de la velocidad de rotación (ARhL) o (ARcL) menor que la velocidad de rotación establecida correspondiente al valor límite (Lmax) mostrado en la Figura 3 (es decir, la velocidad de rotación (RIh) en el modo de operación de calefacción y la velocidad de rotación (RIc) en el modo de operación de refrigeración), el controlador (50) controla que el interruptor (SW) de la salida de la corriente de compensación (80) esté cerrado. Como puede observarse, la corriente de detección (Ib) del detector de corriente de fuga (70) fluye a través de la salida de la corriente de compensación (80) como se ha descrito anteriormente, y la corriente de compensación (Ic) se suministra al flujo de corriente (CP) para reducir la corriente de fuga (Ia).

A continuación, cuando la velocidad de rotación del compresor (CM) aumenta del rango de la velocidad de rotación (ARhL) o (ARcL) a la velocidad de rotación establecida (RIh) o (RIc) correspondiente al valor límite (Lmax), el controlador (50) controla el interruptor (SW) de la salida de la corriente de compensación (80) para que se abra. Por lo tanto, la salida de la corriente de compensación (80) se detiene y la corriente de compensación (Ic) deja de ser suministrada. A continuación, cuando la velocidad de rotación del compresor (CM) cae dentro del rango de la velocidad de rotación (ARhH) o (ARcH) mayor o igual que la velocidad de rotación establecida (RIh) o (RIc) con un aumento en la velocidad de rotación del compresor (CM), el controlador (50) sigue controlando el interruptor (SW) de la salida de la corriente de compensación (80) para que esté abierto.

Como puede observarse, en el modo de operación de calefacción, mientras la velocidad de rotación cae dentro del rango de la velocidad de rotación (ARhL) menor que la velocidad de rotación establecida (RIh) correspondiente al valor límite (Lmax), la salida de la corriente de compensación (80) funciona para permitir que la corriente de compensación (Ic) fluya de modo que la corriente de fuga (Ia) sea menor que el valor límite (Lmax), como lo indica la línea discontinua que se muestra en la Figura 4. Después de que la velocidad de rotación ha alcanzado la velocidad de rotación establecida (RIh), la salida de la corriente de compensación (80) se detiene, de modo que la corriente de fuga (Ia) aumenta al valor límite (Lmax), y entonces disminuye gradualmente.

Del mismo modo, en el modo de operación de refrigeración, mientras la velocidad de rotación cae dentro del rango de la velocidad de rotación (ARcL) menor que la velocidad de rotación establecida (RIc) correspondiente al valor límite (Lmax), la salida de la corriente de compensación (80) funciona para permitir que la corriente de compensación (Ic) fluya de modo que la corriente de fuga (Ia) sea menor que el valor límite (Lmax), como lo indica la línea de puntos y rayas que se muestra en la Figura 5. Después de que la velocidad de rotación ha alcanzado la velocidad de rotación establecida (RIc), la salida de la corriente de compensación (80) se detiene, de modo que la corriente de fuga (Ia) aumenta al valor límite (Lmax), y entonces disminuye gradualmente.

## &lt;Ventajas de la presente realización&gt;

Como puede observarse en la descripción anterior, de acuerdo con esta realización, la conmutación puede llevarse a cabo de forma controlable entre las operaciones de encendido y apagado de la salida de la corriente de compensación (80) de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor (CM) y la corriente de compensación (Ic) puede dejar de suministrarse cuando no sea necesario. Esto puede reducir la pérdida de potencia en comparación con una situación en la que, como en la técnica conocida, se suministra siempre corriente de compensación.

En particular, después de que la velocidad de rotación previamente medida (RIh) o (RIc) del compresor correspondiente al valor límite (Lmax) especificado en la ley de seguridad de electrodomésticos y materiales o por la IEC ha aumentado a una velocidad de rotación superior o igual a la velocidad de rotación establecida (RIh) o (RIc) correspondiente al valor límite (Lmax) después de la activación del compresor (CM), se detiene la salida de la corriente



de compensación (80). Esto puede reducir efectivamente el grado de aumento de la pérdida de potencia mientras se cumplen las especificaciones sobre la magnitud de la corriente de fuga (Ia).

5 Las velocidades de rotación establecidas (Rlh, Rlc) correspondientes al valor límite (Lmax) en los modos de operación de calefacción y refrigeración se controlan para que sean diferentes entre sí. Esto puede minimizar la pérdida de energía mientras se cumplen las regulaciones, independientemente de si el circuito refrigerante (90) funciona en el modo de operación de calefacción o refrigeración.

"Otras realizaciones"

10 La configuración para el circuito de conversión (10) de acuerdo con la realización anterior es meramente un ejemplo, y cualquier otro circuito rectificador, tal como un circuito de conversión sin puente, puede usarse como circuito de conversión. La configuración para el circuito inversor (40) también es meramente un ejemplo, y se pueden usar otros circuitos diferentes como circuito inversor. Del mismo modo, el detector de corriente de fuga (70), la salida de la corriente de compensación (80) y otros componentes pueden tener diferentes configuraciones. El interruptor (SW) provisto para la salida de la corriente de compensación (80) puede ubicarse cerca del condensador de acoplamiento (Cb).

15 Además, el corrector del factor de potencia (20) de acuerdo con la realización anterior no siempre tiene que estar previsto. Puede utilizarse una fuente de alimentación de corriente alterna trifásica como fuente de alimentación de corriente alterna (2). Además, el circuito refrigerante del acondicionador de aire es meramente un ejemplo, y puede tener diferentes configuraciones. El circuito refrigerante no está limitado al de un acondicionador de aire, y simplemente necesita ser un circuito refrigerante de un aparato de refrigeración.

20 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención es útil como un convertidor de potencia que acciona un compresor.

**Descripción de los caracteres de referencia**

- 1 Convertidor de potencia
- CM Compresor
- 25 3 Motor
- 10 Circuito de conversión
- 40 Circuito inversor
- 50 Controlador
- 55 Sensor de velocidad de rotación
- 30 70 Detector de corriente de fuga
- 80 Salida de corriente de compensación
- SW Interruptor

**REIVINDICACIONES**

1. Un convertidor de potencia que comprende:
- un circuito de conversión (10) configurado para convertir corriente alterna en corriente continua; y
- 5 un circuito inversor (40) conectado al circuito de conversión (10), y configurado para convertir la corriente continua, en la que se ha convertido la corriente alterna, en corriente alterna,
- el convertidor de potencia está configurado para suministrar la corriente alterna, en la que la corriente continua ha sido convertida por el circuito inversor (40) a un compresor (CM),
- el convertidor de potencia incluye, además:
- 10 una salida de la corriente de compensación (80) configurada para emitir corriente de compensación (Ic), que compensa la corriente de fuga (Ia) que se escapa del compresor (CM), a un flujo de corriente a través del cual fluye la corriente de fuga (Ia); y
- un controlador (50) configurado para conmutar entre las operaciones de encendido y apagado de la salida de la corriente de compensación (80) de acuerdo con una velocidad de rotación del compresor (CM),
- en el que
- 15 la salida de la corriente de compensación (80) incluye un circuito de salida en contrafase (81) incluidos dos transistores (Tr1, Tr2) y un elemento de conmutación (SW) conectado a los terminales de control de los dos transistores (Tr1, Tr2) y el controlador (50) está configurado además para conmutar el elemento de conmutación (SW) entre un estado encendido y un estado apagado de acuerdo con la velocidad de rotación del compresor (CM).
2. El convertidor de potencia de la reivindicación 1, en el que el controlador (50) está configurado para conmutar la salida de la corriente de compensación (80) de un estado encendido a un estado apagado cuando la velocidad de rotación del compresor (CM) ha aumentado a una velocidad de rotación establecida (RIh, RIc) en la que la corriente de fuga (Ia) sea menor o igual a un valor límite predeterminado (Lmax) en un estado donde la salida de corriente de compensación (80) esté desactivada.
- 20 3. El convertidor de potencia de la reivindicación 2, en el que
- 25 el compresor (CM) está dispuesto en un circuito refrigerante (90) que tiene modos de operación de refrigeración y calefacción, y
- el controlador (50) está configurado para controlar la velocidad de rotación establecida (RIh, RIc) de modo que la velocidad de rotación establecida (RIc) en el modo de operación de refrigeración sea diferente de la velocidad de rotación establecida (RIh) en el modo de operación de calefacción.
- 30

FIG. 1

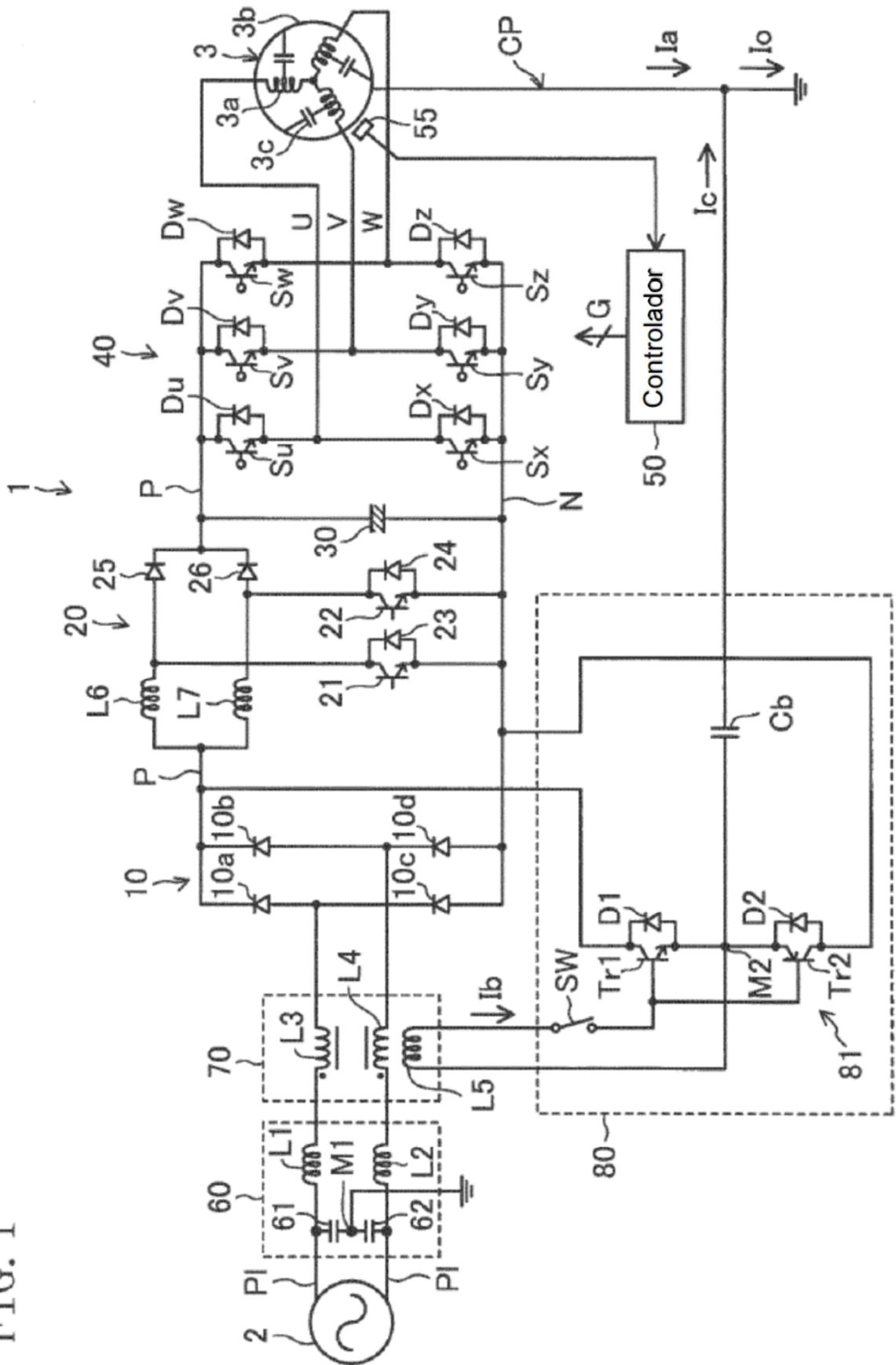


FIG. 2

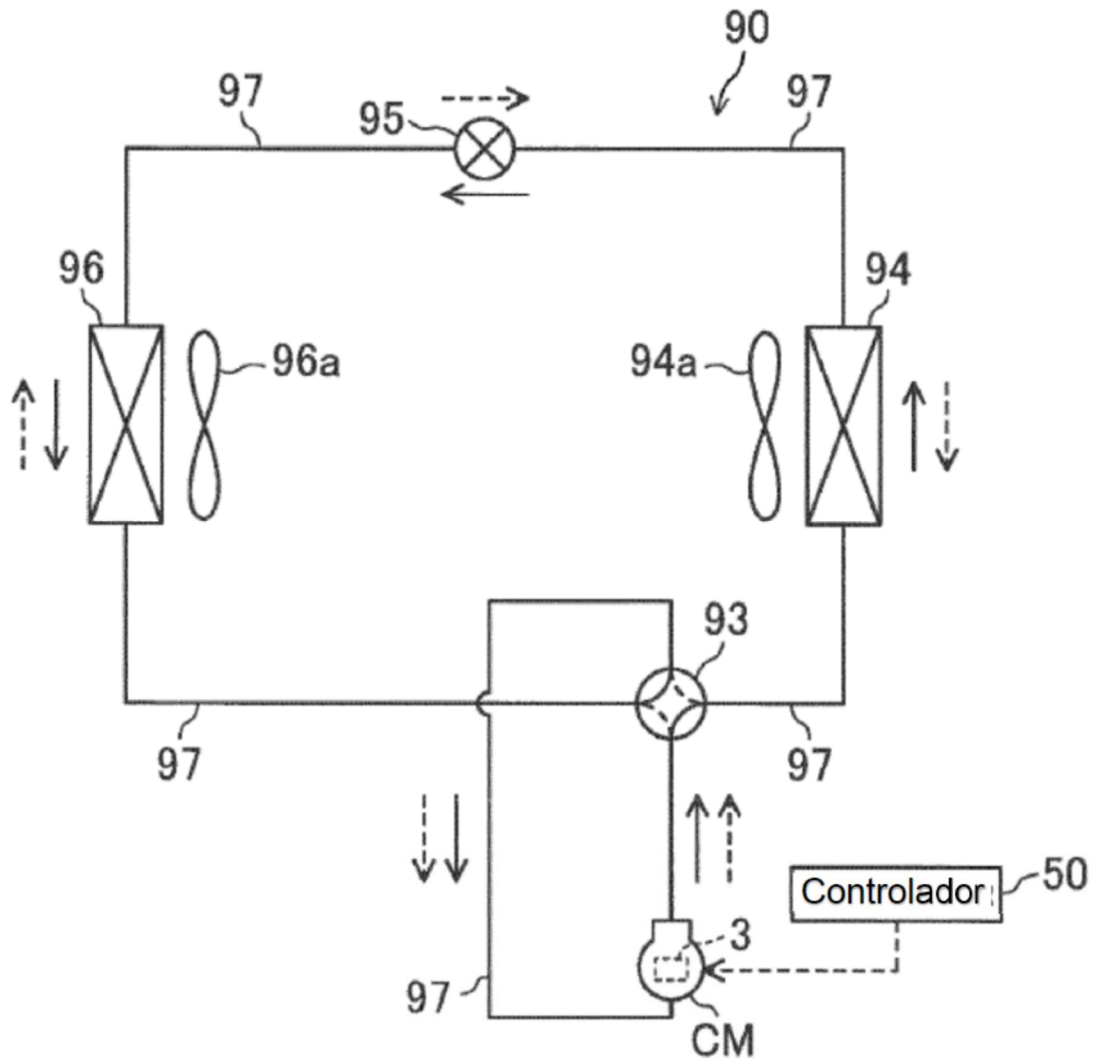


FIG. 3

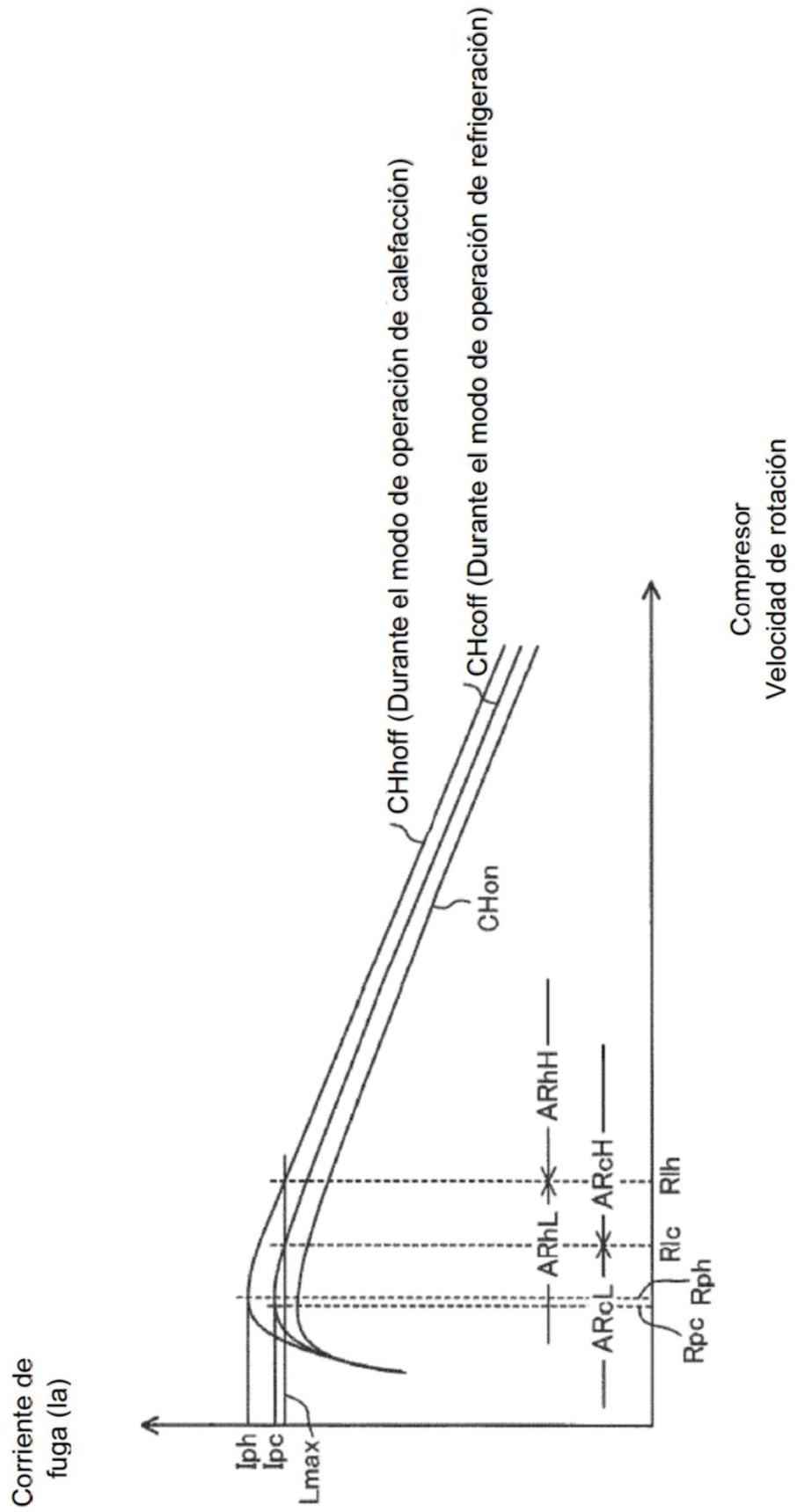


FIG. 4

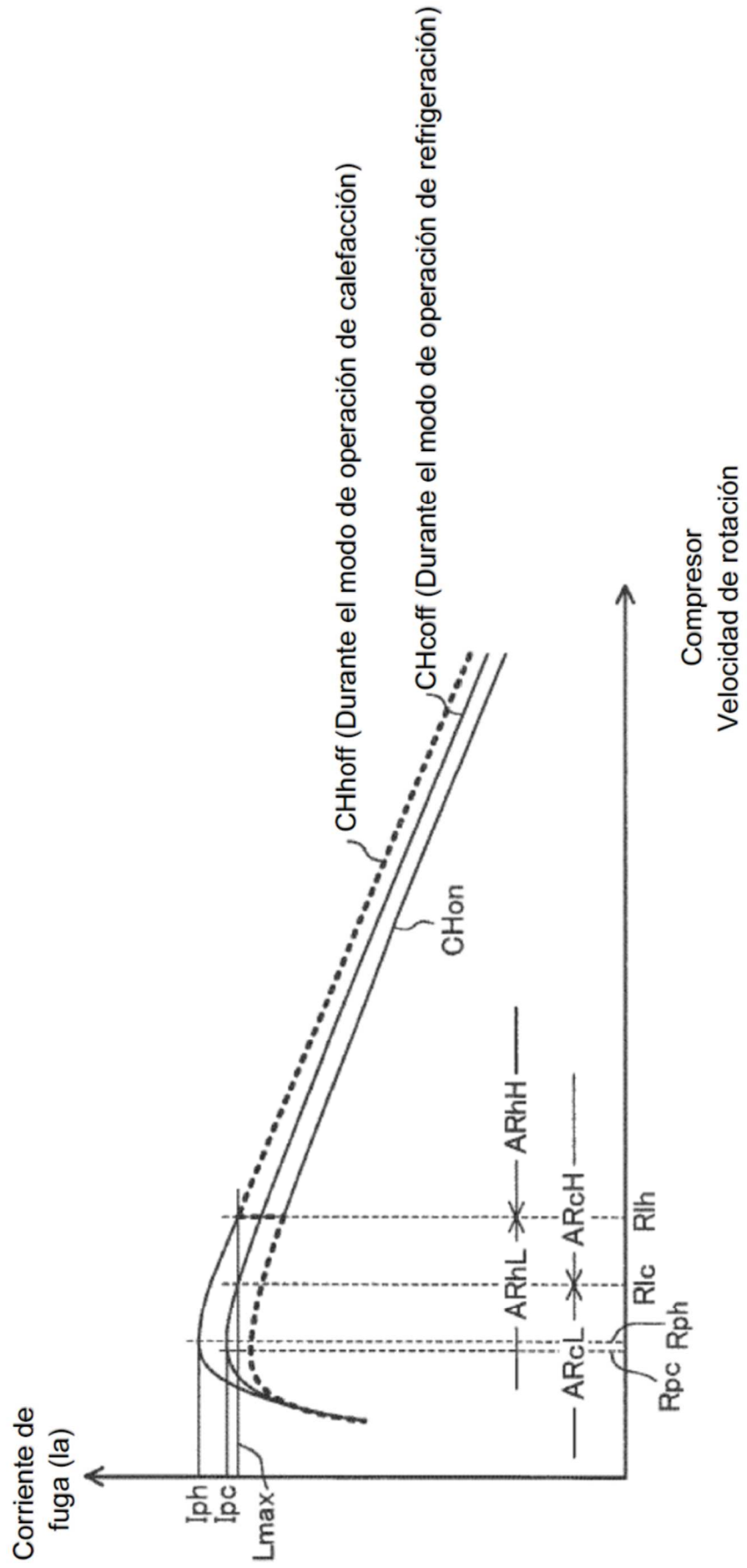


FIG. 5

