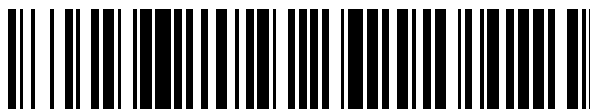


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 306**

51 Int. Cl.:

F04B 49/06 (2006.01)
F04B 49/10 (2006.01)
F25B 1/04 (2006.01)
F25B 13/00 (2006.01)
F25B 49/00 (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)
H02P 21/13 (2006.01)
H02P 29/40 (2006.01)
H02P 29/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2003** **E 10015638 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017** **EP 2312160**

54 Título: **Unidad de accionamiento para compresor y refrigerador**

30 Prioridad:

25.07.2002 JP 2002216025
19.12.2002 JP 2002367841

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2018

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:

HIKAWA, TAKESHI;
MAEDA, TOSHIYUKI;
KASAHARA, SHINICHI;
YAMAGUCHI, TAKAHIRO;
IZUMI, SHIGENOBU;
KOIZUMI, KIYOSHI y
KITA, MASANOBU

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 655 306 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

Unidad de accionamiento para compresor y refrigerador

Campo técnico

La presente invención se refiere a una unidad de accionamiento para un compresor y un refrigerador.

5 Antecedentes de la técnica

10 Generalmente, los circuitos del refrigerante para uso en un acondicionador de aire están constituidos por un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior que están conectados en serie para realizar operaciones en el ciclo de refrigeración por compresión de vapor. En tales circuitos refrigerantes, el funcionamiento a veces se realiza en condiciones inadecuadas debido a la aceleración/desaceleración del compresor, las fluctuaciones abruptas en la carga y el funcionamiento defectuoso de otros aparatos distintos del compresor. Si esto sucede, el compresor recibe daño interno, lo que resulta en un fallo en el compresor.

15 Para hacer frente a esto, los circuitos refrigerantes convencionales de este tipo están diseñados para evitar la compresión del líquido y la dilución del aceite lubricante, por ejemplo, controlando el grado de recalentamiento de un refrigerante de succión (en lo sucesivo denominado "grado de recalentamiento de succión") en el tubo de succión del compresor.

20 Los circuitos de refrigerante anteriores controlan la temperatura del tubo de descarga del compresor para que sea igual a una temperatura que se determina haciendo una comparación entre la temperatura de saturación de baja presión del refrigerante y la temperatura del gas de descarga del compresor, por lo que se evita la degradación del aceite dentro del compresor y la degradación de los imanes.

25 Concretamente, la Publicación de Patente Japonesa Kokai No. 7-180933 describe un refrigerador de acuerdo con un el cual, se detectan la temperatura del aceite del compresor y la presión del refrigerante de succión del compresor y, de acuerdo con el resultado de la detección, se calcula la solubilidad del refrigerante disuelto en el aceite. Y, en función de la solubilidad del refrigerante, se controla la frecuencia de funcionamiento del compresor, evitando así la dilución del aceite.

Además, la Publicación de la Patente Japonesa Kokai No. 2001-99070 describe un compresor que tiene sondas ultrasónicas en los puntos de lubricación de las mismas. En base a las intensidades ultrasónicas detectadas por las sondas ultrasónicas, se determina si se produce una lubricación deficiente o no.

30 Se puede encontrar más antecedentes en el documento WO 96/28700 A1 que se considera el más detallado de la técnica anterior y, los documentos JP 11 324934 A, EP 0 621 681 A1, JP 2001 333589 A, JP 2002 136172 A, JP 2001 280258 A y JP 2001 1868800 A.

Problemas para resolver

35 El refrigerador de la Publicación de Patente Japonesa Kokai No. 7-180933, sin embargo, no detecta directamente los fenómenos que aparecen dentro del compresor, por lo que el retardo de tiempo, los errores de detección, etc. están incluidos en el control. Al diseñar un refrigerador, se toma en consideración la seguridad, que a menudo conduce a una protección excesiva del compresor y de otros. Como resultado, no se puede lograr un rendimiento satisfactorio en el ciclo de refrigeración.

40 Como se indicó anteriormente, el refrigerador de la Publicación de la Patente Japonesa Kokai No. 2001-99070 necesita el suministro de sondas ultrasónicas, lo que provoca el inconveniente de que el número de partes aumenta y el compresor se vuelve complejo en su estructura.

La invención está dirigida a superar las deficiencias de la técnica anterior y un objetivo principal de la invención es, por lo tanto, permitir la predicción precisa de la condición interna de un compresor, prevenir accidentes causados por el funcionamiento anormal del compresor y para evitar excesos en la protección del compresor, etc., manteniendo así una condición operativa de alta eficiencia.

45 Divulgación de la invención

La invención se define por el objeto de la reivindicación 1

En consecuencia, la corriente y/o el voltaje del motor 6 se detectan en un circuito de accionamiento del motor (por ejemplo, un circuito inversor). En base a esta información eléctrica, se predice la condición interna del compresor 1. Gracias a esta disposición, la corriente y/o el voltaje pueden detectarse mediante un procesamiento en tiempo real sin retardo de tiempo, de modo que la condición interna del compresor 1 se predice con gran precisión en poco tiempo y la refrigeración se realiza.

5

Además, se proporciona un refrigerador, donde se proporciona previamente un modelo de sistema refrigerante para el circuito refrigerante y se predice el estado de funcionamiento del circuito refrigerante basándose en la información sobre el estado interno del compresor 1 predicho por los medios 28 de predicción.

En consecuencia, dado que se usa un modelo de sistema refrigerante y se predice la condición de funcionamiento del circuito refrigerante basado en la condición interna prevista, la predicción de la condición interna se realiza con alta precisión.

10

Efecto de la invención

De acuerdo con la invención, la condición interna del compresor 1 puede predecirse con alta precisión, de modo que se puede evitar un diseño superfluo y el circuito refrigerante puede ejercer un rendimiento satisfactorio.

15

De acuerdo con la invención, dado que se predice el estado de funcionamiento del circuito refrigerante, se puede evitar, sin fallar, una operación anormal y, por lo tanto, un fallo en el compresor 1.

Para propósitos de calibración

De acuerdo con un ejemplo, la temperatura real utilizada para la calibración es la temperatura del tubo de descarga del compresor 1. Esta temperatura del tubo de descarga se usa cuando se realiza el control de temperatura del tubo de descarga del circuito refrigerante y el circuito refrigerante está equipado con un sensor de temperatura para detectar la temperatura del tubo de descarga. Por lo tanto, el uso adicional de un sensor de temperatura no es necesario para la calibración, lo que conduce a una reducción de costes.

20

Breve explicación de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una unidad de accionamiento para un compresor de acuerdo con una realización.

25

La Figura 2 es un diagrama esquemático de un acondicionador de aire provisto con la unidad de accionamiento para un compresor.

La Figura 3 muestra la relación entre el torque y la alta presión del acondicionador de aire.

La Figura 4 muestra la relación entre el torque y el grado de recalentamiento del acondicionador de aire.

30

La Figura 5 muestra la relación entre el grado de dilución de aceite y la corriente del acondicionador de aire.

La Figura 6 muestra la relación entre el torque, etc. del acondicionador de aire y el tiempo.

La Figura 7 muestra la relación entre el torque y el grado de dilución de aceite del acondicionador de aire.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que muestra una modificación de la unidad de accionamiento de una realización.

35

La figura 9 es un gráfico de forma de onda que muestra el componente armónico superior de una corriente instantánea de la unidad de accionamiento que se muestra en la figura 8.

La Figura 10 es un diagrama esquemático que muestra otra modificación de la unidad de accionamiento para un compresor.

40

La Figura 11 es un diagrama esquemático de una unidad de accionamiento para un compresor de acuerdo con un primer ejemplo.

La Figura 12 es un diagrama esquemático de un acondicionador de aire provisto con la unidad de accionamiento del primer ejemplo.

La Figura 13 es una vista en perspectiva parcialmente recortada del compresor de acuerdo con el primer ejemplo.

La Figura 14 es una vista plana esquemática de un motor DC sin escobillas.

La Figura 15 muestra un modelo de sistema de coordenadas rotatorio para el motor DC sin escobillas.

5 La figura 16 es un gráfico usado para obtener un valor característico de flujo magnético a partir de una ecuación de voltaje de motor, estando asociado el valor característico de flujo magnético con un enlace de flujo de armadura generado por imanes.

La Figura 17 muestra la relación entre el valor característico del flujo magnético y la temperatura.

Mejor manera para realizar la invención

10 Con referencia ahora a los dibujos adjuntos, las realizaciones preferidas de la invención se describirán a continuación en detalle.

La figura 1 ilustra esquemáticamente una unidad 40 de accionamiento para un compresor 1, que tiene un sistema 28 de predicción (medios de predicción) para predecir el estado interno del compresor 1. La unidad 40 de accionamiento para el compresor 1, que incluye el sistema 28 de predicción, se usa para el acondicionador de aire (es decir, el refrigerador) que se muestra en la figura 2.

15 Este acondicionador de aire tiene un circuito de circulación del refrigerante (sistema refrigerante) que es un circuito refrigerante donde el compresor 1, un intercambiador 2 de calor exterior y una válvula 3 de expansión (válvula de expansión eléctrica) y un intercambiador 4 de calor interior están todos conectados en serie. La operación de enfriamiento y la operación de calentamiento son posibles para el circuito de circulación del refrigerante al conmutar una válvula 5 de conmutación de cuatro vías. El intercambiador 2 de calor exterior y el intercambiador 4 de calor interior están provistos con medios 22 y 23 de detección de temperatura, respectivamente, para detectar la temperatura del refrigerante de los intercambiadores 2 y 4 de calor. Los medios 22 y 23 de detección de temperatura consisten cada uno de un sensor de temperatura tal como un termistor de temperatura.

25 Como se muestra en la Figura 1, el compresor 1 incluye una bobina 10 trifásica que tiene una fase U 7, una fase V 8 y una fase W 9, y un motor 6 DC sin escobillas equipado con un inversor 11. El inversor 11 emplea un método de control de PWM de onda sinusoidal. En este inversor 11, una entrada de potencia a.c se convierte en potencia d.c mediante una sección 12 del circuito de conversión de AC-DC, y esta potencia d.c se alisa mediante una sección del circuito 13 de alisamiento y luego se convierte en una potencia a.c que tiene la frecuencia deseada por una sección del inversor 14 que es una sección del circuito de conversión de DC-AC.

30 El inversor 11 está controlado por una señal de inversor liberada desde un medio de control del inversor (no mostrado), y, a cambio, controla la frecuencia y el voltaje cambiando el patrón encendido-apagado del transistor de la sección del inversor 14.

35 Una corriente instantánea que fluye a la bobina 10 trifásica del motor 6 es detectada por un detector 16 de corriente (sensor de corriente), y un detector de voltaje detecta un voltaje instantáneo aplicado a la bobina 10 trifásica del motor 6 por un detector 17 de voltaje (sensor de voltaje). En este caso, el detector 16 de corriente y el detector 17 de voltaje constituyen medios de detección y están formados entre la sección 12 de conversión de AC-DC y la sección 13 del circuito de alisamiento. El voltaje se obtiene calculando la relación encendido/apagado y el voltaje DC del transistor, mientras que la corriente se obtiene del patrón de conmutación DC y la corriente DC del transistor.

40 En el acondicionador de aire descrito anteriormente, cuando se realiza la operación de enfriamiento, la válvula 5 de conmutación de cuatro vías se cambia al estado indicado por la línea continua en la figura 2, accionando así el motor 6 del compresor 1. Esto hace que el refrigerante descargado desde el compresor 1 se expanda al vacío a través de la válvula 3 de expansión después de pasar a través del intercambiador 2 de calor exterior, y para volver al compresor 1 por medio del intercambiador 4 de calor interior. En ese momento, el intercambiador 2 de calor exterior funciona como un condensador, mientras que el intercambiador 4 interior funciona como un evaporador, de modo que se realiza la operación de enfriamiento.

45 Cuando se realiza la operación de calentamiento, la válvula 5 de conmutación de cuatro vías se cambia al estado indicado por la línea discontinua en la figura 2, accionando así el motor 6 del compresor 1. Esto hace que el refrigerante descargado desde el compresor 1 sea expandido por la válvula 3 de expansión al vacío después de pasar a través del intercambiador 4 de calor interior, y para volver al compresor 1 por medio del intercambiador 2 de calor exterior. En ese momento, el intercambiador 4 de calor interior funciona como un condensador, mientras que el intercambiador 2 de calor exterior funciona como un evaporador, de modo que se realiza la operación de calentamiento.

50

En ambas operaciones de enfriamiento y calentamiento, a veces ocurre un fallo debido a daños en el interior del compresor 1 en condiciones de funcionamiento inadecuadas tales como aceleración/desaceleración del compresor 1, un cambio abrupto en la carga y fallos de operación en otros aparatos que no sean el compresor 1. Para hacer frente a esto, el sistema 28 de predicción está diseñado para predecir la condición interna del compresor 1, informando de ese modo por adelantado la aparición de un fallo, determinando la ubicación de un fallo, o prediciendo la causa del fallo.

Más específicamente, el sistema 28 de predicción mostrado en la Figura 1 predice la condición interna del compresor a partir de los valores de detección de la corriente instantánea y/o el voltaje instantáneo de la bobina 10. El sistema 28 de predicción está equipado con un medio 20 informático, es decir, una unidad de operación aritmética y un medio 21 de memoria, es decir, una unidad de almacenamiento. Los medios 20 informáticos, los medios 21 de memoria y otros constituyen un microordenador.

Los medios 20 informáticos constituyen un medio de identificación para identificar un parámetro de un modelo de motor a partir de los valores de detección obtenidos por el detector 16 de corriente y el detector 17 de voltaje. Concretamente, los medios 20 informáticos identifican el torque del modelo de motor.

Los medios 21 de memoria están contruidos para derivar la condición interna en base al parámetro identificado por los medios 20 informáticos. Concretamente, los medios 21 de memoria derivan la temperatura del refrigerante o la presión del refrigerante.

La operación aritmética para identificar el torque de accionamiento de motor del motor 6 DC sin escobillas puede usar una expresión aritmética constituida por inductancias y valores de corriente o una expresión aritmética constituida por un flujo magnético y valores de corriente.

La expresión aritmética constituida por inductancias y valores de corriente se expresa mediante la ecuación (5) usando las siguientes ecuaciones (1) a (4). Es decir, un voltaje V instantáneo se representa mediante la ecuación (1), un flujo magnético ϕ se representa mediante la ecuación (2) y la dirección del vector del flujo magnético se representa mediante las ecuaciones (3) y (4).

$$V = L \times dI/dt + d\phi/dt \quad \dots(1)$$

donde

L: inductancia

ϕ : flujo magnético

$$\phi = \int V dt + L \times I \quad \dots(2)$$

$$\phi \cos \theta = \int V \alpha dt + L \times I \alpha \quad \dots(3)$$

$$\phi \sin \theta = \int V \beta dt + L \times I \beta \quad \dots(4)$$

En base a las ecuaciones (1) a (4), θ puede predecirse. En otras palabras, una posición del motor (es decir, la posición del rotor) puede predecirse a partir de la corriente I instantánea y el voltaje V instantáneo que han sido detectados. Los valores de detección y las constantes, que se utilizan en la predicción anterior, se utilizan sin cambios y los valores de corriente i_d e i_q se obtienen a partir de la conversión de coordenadas de los valores de corriente de entrada i_u , i_v e i_w del compresor 1. Estos valores se sustituyen luego en la ecuación (5), determinando de ese modo un torque de accionamiento del motor T_m .

$$T_m = P \times \{\phi \alpha + (L_d - L_q) \times i_d\} \times i_q \quad \dots(5)$$

dónde

P: logaritmo polar,

i_d, i_q : valores actuales obtenidos de la conversión de coordenadas de las corrientes de entrada del compresor

ϕ_a : enlace de flujo generado por los imanes permanentes

L_d : inductancia del eje d

5 L_q : inductancia del eje q

La ecuación aritmética constituida por el flujo magnético y los valores de corriente son para obtener un torque que es el producto externo de un flujo y una corriente magnética primaria y trabaja en un estator. El torque del rotor del motor 6 sirve como una fuerza de reacción contra el torque del estator. Por lo tanto, el torque de accionamiento del motor puede estar dado por la ecuación (6).

$$T_m = P \times (\lambda_\alpha \times i_\beta - \lambda_\beta \times i_\alpha) \quad \dots(6)$$

10

dónde

P: logaritmo polar,

$\lambda_\alpha, \lambda_\beta$: flujo magnético primario (una caída en el voltaje del terminal del motor en función del producto del tiempo - resistencia)

15 i_β, i_α : corriente primaria (corriente de línea del motor)

En la ecuación (6), α y β son las coordenadas de un sistema de coordenadas fijo y tres fases u, v, w se transforman en dos fases. λ_α se calcula mediante la siguiente ecuación (7), y λ_β mediante la ecuación (8):

$$\lambda_\alpha \approx \int V_\alpha dt \quad \dots(7)$$

$$\lambda_\beta \approx \int V_\beta dt \quad \dots(8)$$

20 La información de temperatura en el sistema refrigerante (temperatura de evaporación y temperatura de condensación detectadas por los medios 22 y 23 de detección de temperatura), indicativas del estado del refrigerante del circuito de circulación del refrigerante, se introduce en los medios 21 de memoria. Como se muestra en la figura 3, un gráfico de torque - alta presión (es decir, gráfico torque - temperatura de condensación) para una pluralidad de temperaturas de evaporación T_e se prepara de antemano para cada velocidad de revolución del compresor 1 y se almacena en los medios 21 de memoria. Por lo tanto, el sistema 28 de predicción puede estimar, basándose en estos gráficos, una temperatura de condensación T_c a partir del torque de accionamiento del motor T_m calculado y una temperatura de evaporación T_e y estimar una presión de condensación P_c (presión del refrigerante elevada) a partir de esta temperatura de condensación T_c , basado en las propiedades del refrigerante.

30 Por ejemplo, si el torque de accionamiento T_m del motor es 10 Nm en el caso en que la velocidad de revolución del compresor 1 sea 60 rps y la temperatura de evaporación T_e sea 10°C, la temperatura de condensación T_c se estima en 50°C aproximadamente.

35 Un gráfico de torque - baja presión (es decir, gráfico de torque - temperatura de evaporación) que corresponde a una pluralidad de temperaturas de condensación T_c se prepara de antemano para cada velocidad de revolución del compresor 1. Con base en estos gráficos, se puede estimar una temperatura de evaporación T_e a partir del torque de accionamiento del motor T_m y la temperatura de condensación T_c , y una presión de evaporación (baja presión del refrigerante) P_e a partir de esta temperatura de evaporación T_e .

Por lo tanto, se puede estimar una temperatura de condensación T_c y una temperatura de evaporación T_e , y este control proporciona las siguientes ventajas. Cuando se mide una temperatura de condensación T_c o una temperatura de evaporación T_e como en los sistemas convencionales, se produce un considerable retraso cuando la temperatura

de la parte de medición alcanza una temperatura estacionaria, de modo que no se puede alcanzar un valor de medición correcto. En contraste con esto, tal retraso de tiempo no ocurre al estimar una alta presión del refrigerante o presión del refrigerante constante a partir de un torque de accionamiento del motor. Por lo tanto, el control de protección para prevenir anomalías en altas y bajas presiones puede llevarse a cabo sin demora. Como resultado, se puede evitar un daño severo.

La temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e , que se obtienen mediante el control anterior, pueden utilizarse para determinar si existen anomalías en los sensores para medir una temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e .

Además, la relación entre el torque de accionamiento del motor y el grado de recalentamiento de succión puede captarse para cada condición de temperatura y/o condición de presión especificada del sistema refrigerante. En este caso, el grado de recalentamiento de succión del compresor 1 en funcionamiento se puede estimar basándose en un torque de accionamiento del motor detectado y en la información de temperatura y/o presión obtenida en ese momento. Más concretamente, la relación entre el torque de accionamiento del motor T_m y el grado de recalentamiento SH de succión se obtiene para cada presión de condensación P_c especificada y la presión de evaporación P_e para preparar de antemano el torque - grado de los gráficos de recalentamiento. A continuación, se selecciona de ellos el gráfico de relación tal como se muestra en la figura 4, que corresponde a una presión de condensación P_c detectada y presión de evaporación P_e , y el grado de recalentamiento de succión en ese momento se calcula a partir del torque de accionamiento del motor T_m que ha sido obtenido (calculado).

En el gráfico de torsión - grado de recalentamiento que se muestra en la Figura 4, el grado de recalentamiento de succión se traza en la abscisa, mientras que el torque de accionamiento del motor se traza en la ordenada. Por lo tanto, si el torque calculado es T_{mot} en la figura 4, por ejemplo, el grado de recalentamiento de succión puede estimarse a partir del valor del punto que corresponde a T_{mot} en el eje (abscisa) que representa grado de recalentamiento de succión. De este modo, si el grado estimado de recalentamiento de succión es inadecuado, se puede ajustar a un valor adecuado, evitando así el recalentamiento excesivo y la operación en húmedo.

Debe observarse que el sistema 28 de predicción puede detectar de antemano un estado de balance (es decir, un torque instantáneo en estado de balance o corriente instantánea en estado de balance) del torque de accionamiento del motor o la corriente de accionamiento del motor y la información de temperatura y/o presión en el sistema refrigerante. Y los datos en el estado estable pueden almacenarse en los medios 21 de memoria, y las condiciones internas tales como lubricación deficiente o compresión de líquido pueden predecirse comparando un torque instantáneo detectado o una corriente instantánea con la tabla de datos almacenados.

Con respecto a las propiedades de fricción de la superficie de deslizamiento, cuando está insuficientemente lubricada, la superficie de deslizamiento se vuelve áspera, lo que provoca aumentos en la resistencia a la fricción. En este caso, la porción correspondiente al rango H2 mostrado en la Figura 5 aumenta significativamente, en comparación con la corriente estacionaria indicada por la línea punteada. En el gráfico de la Figura 7 que muestra la relación entre el grado de dilución del aceite y el torque, el torque en el rango H3 aumenta significativamente, en comparación con el torque estacionario.

En el caso de la compresión líquida o similar, se produce un gran aumento en el torque o la corriente, como se muestra en la Figura 6. El gran aumento expresado aquí es un aumento tal que excede una cantidad preestablecida. Por lo tanto, es posible detectar la ocurrencia de una lubricación deficiente, compresión de líquido, etc. debido a un gran aumento en el torque de carga, porque cuando ocurren anomalías en el eje en el compresor 1, el torque de carga aumenta más significativamente que cuando el compresor 1 está en su estado normal. Si se detecta tal aumento, la frecuencia de operación del compresor 1 se reduce para evitar un funcionamiento anormal.

En lugar de juzgar la cantidad de aumento en el torque o la corriente para predecir la ocurrencia de una operación anormal como se describió anteriormente, se puede utilizar un aumento rápido en el torque o la corriente. Es decir, la aparición de una operación anormal puede predecirse cuando la cantidad de aumento (es decir, la velocidad creciente) en el torque o similar por unidad de tiempo excede un valor de referencia.

La corriente instantánea se puede expresar con una onda sinusoidal, y si esta corriente tiene una forma de onda anormal como se muestra en la Figura 9, entonces se predice que se ha impuesto una carga de impacto como anomalía en el eje o compresión del líquido. Más concretamente, si se impone una carga de impacto como anomalía en el eje o compresión del líquido, se producirá una distorsión en la forma de onda de la corriente, formando lo que se denomina "un bigote parado" como se muestra en la Figura 9. En consecuencia, se detecta la forma de onda y si un bigote parado se encuentra en esta forma de onda, entonces se predice que se ha impuesto una carga de impacto.

Es decir, la condición interna del compresor 1 se predice en función de la cantidad de distorsión producida por la onda sinusoidal, la cantidad de distorsión que se obtiene mediante el análisis del componente armónico más alto de la

corriente instantánea detectada. En consecuencia, una lubricación deficiente, etc. es predecible en base a la distorsión en una corriente instantánea.

Además de la predicción de lubricación deficiente, etc. en función de la cantidad de distorsión, son posibles juicios basados en el número de repeticiones para cada frecuencia de rotación de la máquina. A saber, es posible hacer un juicio a partir del número de repeticiones de distorsión mayores que un cierto valor o de la cantidad total de distorsión que ocurren repetidamente.

Por consiguiente, el sistema 28 de predicción debería diseñarse de manera que, como la modificación mostrada en la figura 8, el medio 21 de memoria almacena un valor de umbral (valor de referencia especificado) de acuerdo con información de temperatura y/o información de presión del sistema refrigerante y los medios 20 informáticos que analizan el componente armónico más alto de una corriente instantánea.

Con esta disposición, puede predecirse la aparición de lubricación pobre, compresión de líquido o similar comparando el valor de umbral con la forma de onda de la componente armónica más alta de una corriente instantánea detectada. En tal caso, se puede evitar una operación anormal, por ejemplo, reduciendo la frecuencia de operación del compresor 1. Además, dado que el valor de umbral (valor de referencia especificado) se establece basándose en información de temperatura y/o información de presión del sistema refrigerante, se puede aumentar la fiabilidad de la condición interna detectada. Como resultado, se puede evitar sin fallar, un fallo en el compresor.

Modificación

Ahora, se hace referencia a la Figura 10 que muestra un acondicionador de aire construido de acuerdo con una modificación de una realización.

En este caso, se detecta una corriente instantánea y/o instantánea del voltaje de la bobina 10 trifásica del motor 6, y la condición interna del compresor 1 se predice a partir de los valores de detección. En base a esta condición interna predicha, se varía una señal de inversor desde un medio 26 de control del inversor para accionar el compresor 1, realizando de ese modo una operación de protección del compresor 1. La "operación de protección" del compresor 1 discutida aquí es una operación de prevención de fallos para prevenir la aparición de una lubricación deficiente, compresión de líquido, etc.

Concretamente, el compresor 1 tiene el motor 6, el inversor 11, un dispositivo 25 de detección que sirve como un medio de detección para detectar una corriente instantánea y/o voltaje instantáneo aplicada al motor 6, los medios 26 de control del inversor y una unidad 27 de control. La unidad 27 de control incluye el sistema 28 de predicción y un medio 29 de control de evitación de fallos que recibe una instrucción del sistema 28 de predicción. El sistema 28 de predicción está provisto de los medios 21 de memoria y los medios 20 informáticos (no mostrados en la Figura 10, pero mostrados en la Figura 1). Como otras disposiciones son las mismas que en el acondicionador de aire mostrado en la figura 1, las partes correspondientes a las de la figura 1 se identifican con los mismos números de referencia y se omitirá una explicación de las mismas.

Por lo tanto, en el acondicionador de aire mostrado en la Figura 10, se detectan una corriente instantánea y/o voltaje instantáneo de la bobina 10 del motor 6, y se predice la condición interna (lubricación deficiente, compresión del líquido, etc.) del compresor a partir de los valores de detección. Luego, la información sobre la condición interna del compresor se ingresa a los medios 29 de control de prevención de fallos.

Almacenado en los medios 29 de control de prevención de fallos, se encuentran los datos de un modelo de sistema refrigerante preestablecido. Los medios 29 de control de prevención de fallos introducen una señal de instrucción desde un medio 30 de control del sistema refrigerante para realizar el control de la operación en el sistema refrigerante.

Por consiguiente, en el acondicionador de aire de la figura 10, se predice la condición interna del compresor 1, y se predice el estado de funcionamiento del circuito de circulación del refrigerante en función del modelo del sistema refrigerante. Si el contenido de la predicción es una lubricación deficiente, se emitirá una señal de control a los medios 26 de control del inversor del compresor 1 desde los medios 29 de control de prevención de fallos para evitar una lubricación deficiente. Para este fin, el control para variar la velocidad de revolución del motor 6 (el objeto del control) o el control para variar el valor de una instrucción de control del sistema (parámetro de control de operación) emitido desde los medios 30 de control del sistema refrigerante, por lo que se evita el funcionamiento anormal.

Cuando se realiza la operación de acondicionador de aire, el medio 30 de control del sistema refrigerante controla diversas unidades. La condición interna del compresor 1 se predice en ese momento, y si se encuentra que se está llevando a cabo una operación con una anomalía, como una lubricación deficiente, el control mediante los medios 26 de control del inversor (la operación de protección del compresor 1) se realiza con preferencia el control operativo por los medios 30 de control del sistema refrigerante. Con esta disposición, se puede mejorar la fiabilidad para evitar un fallo en el compresor 1.

Si la condición interna predicha es normal, se realiza un cambio de la operación de protección anterior a la operación estable. Más específicamente, los medios 29 de control de prevención de fallos incluyen un medio de conmutación (no mostrado). Este medio de conmutación está diseñado para conmutar el compresor 1 a la operación de protección si se predice que se está llevando a cabo una anomalía tal como una lubricación deficiente y para conmutar el compresor 1 a la operación estable si se predice que se ha recuperado el funcionamiento normal. Esto lleva a una operación de alta eficiencia del acondicionador de aire.

Los medios 29 de control de prevención de fallos pueden diseñarse para hacer un diagnóstico de fallo del sistema en base a la condición interna prevista del compresor 1. Como se usa en este documento, el término "diagnóstico de fallo" significa que la lubricación deficiente se diagnostica por la distorsión de una corriente instantánea detectada, la compresión del líquido se diagnostica a partir de un cambio en una corriente instantánea detectada o las anomalías en grado de recalentamiento de succión se diagnostican estimando presiones altas y bajas. El resultado de este diagnóstico se almacena en los medios 21 de memoria. Por lo tanto, el resultado del diagnóstico de fallo del sistema puede utilizarse para la corrección de fallos, por ejemplo, después de detener la operación.

Por lo tanto, se puede hacer un diagnóstico de fallo en el acondicionador de aire mostrado en la Figura 10. Además, este diagnóstico de fallo tiene una alta confiabilidad para poder determinar las ubicaciones de los fallos y predecir la causa de los fallos basándose en el diagnóstico de fallo. Esto permite corregir los fallos y eliminar la causa de los fallos para evitar el funcionamiento en una condición problemática.

Los medios 29 de control de prevención de fallos pueden no hacer un diagnóstico de fallo, pero pueden hacer un pronóstico de fallo cuando es predecible que ocurrirá un fallo si la operación continúa. Como se usa en este documento, el término "pronóstico de fallo" significa que se predice una lubricación deficiente a partir, por ejemplo, de la distorsión de una corriente instantánea detectada. La información sobre el pronóstico de fallo se transmite al exterior (es decir, al usuario o similar) a través de un medio 31 de comunicación. El medio 31 de comunicación está constituido por un medio de visualización (tal como el parpadeo de la luz indicadora o la generación de un sonido) para informar al usuario, etc., de la información sobre el pronóstico de fallo.

El acondicionador de aire que se muestra en la Figura 10, en consecuencia, genera un pronóstico de fallo y este pronóstico de fallo tiene una alta confiabilidad, por lo que se puede evitar una operación anormal que implique un fallo. Además, dado que la información sobre el pronóstico de fallo puede transmitirse al exterior a través de los medios 31 de comunicación, el usuario o similar será informado de ello y puede hacer frente al fallo.

Otra modificación de una realización

Aunque las presiones altas y bajas, grado de recalentamiento de succión, lubricación deficiente, compresión de líquido, etc. son predecibles para el acondicionador de aire mostrado en la Figura 1, el objeto a predecir puede ser cualquiera de ellos o combinaciones arbitrarias de elementos seleccionados de ellos.

Aunque la operación de protección del compresor 1, el diagnóstico de fallo y el pronóstico de fallo son todos posibles para el acondicionador de aire que se muestra en la Figura 10, son igualmente aplicables a otros tipos de acondicionador de aire. Por ejemplo, en una alternativa, se realiza la operación de protección, pero el diagnóstico de fallo y el pronóstico de fallo no se realizan. En otra alternativa, se puede realizar el diagnóstico de fallo, pero la operación de protección y el pronóstico de fallo no se realizan. También son posibles otras alternativas, que emplean combinaciones arbitrarias de funciones seleccionadas de entre las anteriores.

Además, el valor de referencia especificado para un aumento rápido en una corriente instantánea, que se utiliza para la predicción de la condición interna, y el valor de referencia especificado para un aumento rápido en un torque de accionamiento instantáneo del motor, que se utiliza para la predicción de la condición interna, puede ser alterada arbitrariamente con la condición de que la alteración no cause una operación anormal.

La unidad 40 de accionamiento para el compresor 1 puede tener la función de proporcionar información tal como un torque de accionamiento del motor previsto, temperatura, alta presión, baja presión y condición de lubricación del eje. Alternativamente, la unidad 40 de accionamiento puede introducir información en el sistema refrigerante para calcular información destinada a una precisión mejorada o al funcionamiento óptimo del sistema.

Por lo tanto, se puede emitir información tal como un torque de accionamiento del motor previsto, de modo que el usuario pueda comprender correctamente la condición interna del compresor 1. Se puede calcular la información destinada a mejorar la precisión y el funcionamiento óptimo del sistema, de modo que sea posible lograr mejoras en la precisión y realizar un funcionamiento óptimo del sistema.

El motor 6 no está limitado a un motor DC sin escobillas.

En el caso en que la condición interna del compresor 1 se predice mediante el uso de un modelo de motor, puede obviarse la necesidad de un acumulador, sensor de presión, interruptor de presión o sensor de temperatura de tubo de succión.

- 5 Concretamente, en el caso donde la compresión del líquido del compresor 1 se predice como se describió anteriormente, no es necesario un acumulador para el acondicionador de aire que se muestra en la figura 2. Por ejemplo, se identifica un torque de accionamiento del motor, que es un parámetro de un modelo del motor, y se predice la compresión del líquido a partir de este torque de accionamiento del motor. Es decir, se predice el retorno del líquido. Por lo tanto, se puede evitar la acumulación de líquido sin el uso de un acumulador en el circuito de circulación del refrigerante.
- 10 La disposición anterior es adecuada especialmente para el caso en el que el compresor 1 sea un compresor rotativo. Dado que se produce una compresión para cada rotación en los compresores del tipo de pistón rodante y los denominados compresores de tipo oscilante en los que un pistón y una cuchilla están formados integralmente, estos compresores tienen problemas de compresión a alta velocidad y rápidos aumentos de presión por retorno del líquido. La predicción de retorno de líquido como se describe en el primer ejemplo permite la prevención fiable del retorno del líquido sin el uso de un acumulador.
- 15

En el caso en que se identifica un torque de accionamiento del motor y se estima una presión del refrigerante a partir de este torque de accionamiento del motor, puede obviarse una necesidad de un sensor de alta presión y un interruptor de alta presión previsto para el lado de descarga del compresor 1. Además, puede eliminarse la necesidad de un sensor de baja presión previsto para el lado de succión del compresor 1.

- 20 En el caso en que se identifica un torque de accionamiento del motor y se predice el grado de recalentamiento del refrigerante del compresor a partir de este torque de accionamiento del motor, puede eliminarse la necesidad de un sensor de temperatura del tubo de succión previsto para el lado de succión del compresor.

Primer ejemplo

- 25 A continuación, se describirá un primer ejemplo que no es parte de la materia reivindicada con referencia a los dibujos. Se explicarán solamente las partes del primer ejemplo que difieren de las de una realización mostrada en la Figura 1. Es decir, en el primer ejemplo, las partes correspondientes a las de la figura 1 se identifican con los mismos números de referencia y se omitirá una explicación detallada de las mismas.

- 30 Como se muestra en la figura 11, se proporciona un medio 15 de detección para la sección de inversor 14 en lugar del detector 16 de corriente y el detector 17 de voltaje de una realización. El medio 15 de detección detecta la corriente y el voltaje de la bobina 10 trifásica del motor 6 DC sin escobillas. El medio 15 de detección tiene una sección de detección de corriente compuesta por un sensor de detección de corriente o similar capaz de detectar corriente, y una sección de detección de voltaje compuesta por un sensor de detección de voltaje o similar capaz de detectar voltaje.

- 35 Como se muestra en la figura 13, el compresor 1 está hecho en forma de una espiral, y su motor 6 DC sin escobillas tiene una armadura 10 (es decir, una bobina) y un rotor 1a. En este caso, el rotor 1a del motor 6 DC sin escobillas tiene una estructura incrustada en imanes en la que los imanes 1b (imanes permanentes) ... están incrustados en su interior como se muestra en la figura 14. Por cierto, el motor síncrono de imanes permanentes (PMSM) es un motor en el que la rectificación mecánica causada por la escobilla y el conmutador de un motor de corriente directa es reemplazada por la acción de conmutación de un semiconductor, y se denomina motor DC sin escobillas. Dado que el PMSM está formado de tal manera que la rectificación mecánica es reemplazada por la acción de conmutación de un semiconductor, tiene una estructura de sistema de campo magnético rotatorio donde los imanes 1b (imanes permanentes) están formados en el lado del rotor mientras que la armadura 10 está en el lado del estator. La posición de rotación del rotor 1a del motor 6 DC sin escobillas se estima usando la corriente, el voltaje y las constantes del instrumento, y el motor 6 DC sin escobillas se controla basándose en el resultado de la estimación de la posición rotatoria.
- 40

- 45 En el sistema refrigerante mostrado en la figura 12, se forma un medio 24 de detección de temperatura en un tubo 18 de descarga del compresor 1. Este medio 24 de detección de temperatura detecta la temperatura del tubo de descarga del compresor 1.

- 50 El sistema 28 de predicción está construido como un sistema de estimación de la temperatura del motor, y una temperatura estimada del motor se considera como la temperatura interna del compresor 1. Este sistema 28 de predicción está equipado con los medios 15 de detección anteriores, los medios 20 de cálculo (es decir, la unidad de operación aritmética), los medios 21 de memoria (es decir, la unidad de almacenamiento) y un medio 35 de entrada constante de instrumentos.

En este caso, la estimación de la temperatura del motor se realiza estimando la temperatura de los imanes 1b (imanes permanentes) en el rotor 1a a partir de la corriente y el voltaje del motor 6 y las constantes del instrumento. Concretamente, la temperatura del motor se estima utilizando un modelo de motor (modelo de sistema de coordenadas rotativo) compuesto por la corriente y el voltaje del motor 6, resistencia e inductancia, siendo la resistencia e inductancia una constante del instrumento.

Es decir, los medios 20 informáticos están contruidos para identificar el valor característico de flujo magnético del enlace de flujo de armadura de los imanes 1b, que es un parámetro del modelo de motor.

La memoria 21 anterior muestra una temperatura del motor a partir del valor característico de flujo magnético identificado. En esta estimación, se usa la ecuación de voltaje para un motor sincrónico de PM mostrado en la ecuación (9).

$$\begin{bmatrix} pM_{uv} & pM_{wu} \\ Ra+pLv & pM_{vw} \\ pM_{vw} & Ra+pLw \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \omega \psi f \sin \theta \\ \omega \psi f \sin \left(\theta - \frac{2}{3} \pi \right) \\ \omega \psi f \sin \left(\theta + \frac{2}{3} \pi \right) \end{bmatrix} \dots (9)$$

dónde

Lu, Lv, Lw: auto inductancias de fases

Muv, Mvw, Mwu: inductancia mutua entre fases

$\theta = \omega t$: ángulo de avance del eje d desde la fase U

ω : velocidad angular eléctrica

ψf : valor máximo del enlace de flujo de armadura producido por imanes permanentes por fase

vu, w, vw: voltajes de armadura de fases

i_u, i_v, i_w : corrientes de fase de la armadura

$p = d/dt$: operador diferencial

Ra: resistencia del devanado de armadura

Al igual que el modelo básico (modelo de bastidor rotatorio) para el PMSM trifásico que tiene dos polos como se muestra en la Figura 15, se traza un eje d en la dirección del polo N de los imanes 1b y se representa un eje q en la dirección que se desplaza hacia adelante desde el eje d por $\pi/2$. Si el ángulo de avance del eje d, que se desplaza en el sentido de las agujas del reloj en función del devanado en fase U, está representado por θ , las auto inductancias de la armadura se describen mediante la ecuación (10), la inductancia mutua mediante la ecuación (11), y el enlace del flujo de armadura de los imanes 1b por la ecuación (12).

$$\left. \begin{aligned} L_u &= l_a + L_a - L_a \cos 2\theta \\ L_v &= l_a + L_a - L_a \cos \left(2\theta + \frac{2}{3} \pi \right) \\ L_w &= l_a + L_a - L_a \cos \left(2\theta - \frac{2}{3} \pi \right) \end{aligned} \right\} \dots (10)$$

dónde

Lu, Lv, Lw: auto inductancias de fases

1a: inductancia de fuga por fase

La: promedio de inductancia efectiva por fase

Las: amplitud de inductancia efectiva por fase

$\theta = \omega t$: ángulo de avance del eje d desde la fase U

5 ω : velocidad angular eléctrica

$$\left. \begin{aligned} M_{uv} &= -L_a - \frac{1}{2} L_s \cos\left(2\theta - \frac{2}{3}\pi\right) \\ M_{vw} &= -L_a - \frac{1}{2} L_s \cos 2\theta \\ M_{wu} &= -L_a - \frac{1}{2} L_s \cos\left(2\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \end{aligned} \right\} \dots (11)$$

dónde

M_{uv} , M_{vw} , M_{wu} : inductancia mutua entre fases

$$\left. \begin{aligned} \psi_{fu} &= \psi_f \cos \theta \\ \psi_{fv} &= \psi_f \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) \\ \psi_{fw} &= \psi_f \cos\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \end{aligned} \right\} \dots (12)$$

10 Dónde

ψ_{fu} , ψ_{fv} , ψ_{fw} : enlace de flujo de armadura producido por imanes permanentes en fases

ψ_f : valor máximo del enlace de flujo de armadura producido por imanes permanentes por fase

15 La ecuación (9) se obtiene de las ecuaciones (10) y (12). La matriz de transformación utilizada para la transformación del sistema de coordenadas trifásico al sistema de coordenadas d, q viene dada por la siguiente ecuación (13). Si la ecuación de voltaje básico (Ecuación (9)) descrita anteriormente se convierte, mediante esta matriz de transformación, en el sistema de coordenadas del eje d, q que gira a una velocidad angular eléctrica de ω , la ecuación de voltaje del PMSM viene dada por la siguiente ecuación (14).

$$C = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & \cos\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \\ -\sin \theta & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \end{bmatrix} \dots (13).$$

$$\begin{bmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_a + pL_u \\ pM_{uv} \\ pM_{wu} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega \psi \end{bmatrix} \dots (14)$$

dónde

$$\psi = \sqrt{3/2} \psi_f = \sqrt{3} \psi_e$$

20

ψ_e : valor efectivo del enlace de flujo de armadura producido por imanes permanentes

v_d, v_q : componentes del eje d y del eje q del voltaje de la armadura

componentes i_d, i_q : eje d y eje q de la corriente de la armadura

$$L_d = l_a + 3/2 (L_a - L_{as}): \text{ inductancia del eje d}$$

$$L_q = l_a + 3/2 (L_a + L_{as}): \text{ inductancia del eje q}$$

- 5 En el estado estacionario, el operador diferencial p es cero en la ecuación (14) y, por lo tanto, la ecuación de voltaje del motor para el estado estacionario viene dada por la siguiente ecuación (15).

$$\begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & -\omega L_q \\ \omega L_d & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega \psi \end{bmatrix} \dots (15)$$

ψ se encuentra primero a partir de la ecuación (15), y la temperatura de los imanes 1b se estima a partir de ψ . Aquí, ψ designa un valor característico de flujo magnético asociado con el enlace de flujo de armadura generado por los

- 10 imanes 1b. Más concretamente, ψ se puede encontrar a partir de $\psi = \sqrt{3} \psi_e$, y ψ_e es el valor efectivo del enlace de flujo de armadura generado por los imanes 1b. Al establecer i_d (el componente del eje d de la corriente del inducido) a cero donde β es cero y la fase actual es cero como se muestra en la figura 16, v_q (el componente del eje q de el voltaje del inducido) viene dada por la siguiente ecuación (16). La ecuación (16) se convierte luego en la ecuación (17) a partir de la cual se puede obtener ψ . Una vez que ψ se determina, la temperatura (la temperatura de los imanes) se puede estimar a partir de un gráfico (un gráfico del flujo magnético frente a la temperatura) tal como se muestra en la
- 15 Figura 17 que muestra la relación entre ψ y la temperatura. Específicamente, este gráfico muestra el valor de ψ para una temperatura real y está preparado de antemano para ser almacenado en los medios 21 de memoria. Después de que ψ se calcula mediante los medios 20 informáticos, el resultado de esta operación aritmética se introduce en los medios 21 de memoria y la temperatura del motor se estima a partir de esto.

$$V_q = R \times i_q + \omega \times \psi \dots (16)$$

$$\psi = (v_q - R \times i_q) / \omega \dots (17)$$

- 20 Cuando el control normal se lleva a cabo, v_q viene dada por la siguiente ecuación (18). La ecuación (18) se convierte en la ecuación (19) a partir de la cual se puede encontrar ψ . La temperatura (la temperatura de los imanes) se puede estimar desde el gráfico anterior (la gráfica del flujo magnético vs. temperatura) basado en ψ así obtenido.
- 25 Incidentalmente, en la operación aritmética anterior, la corriente del motor y el voltaje del motor son detectados por los medios 15 de detección. La corriente del motor y el voltaje del motor, así como la resistencia y la inductancia, se introducen en los medios 20 informáticos, la resistencia y la inductancia son entradas constantes del instrumento a través de los medios 35 de entrada constante del instrumento. En consecuencia, los datos (valores numéricos) requeridos para las expresiones aritméticas anteriores se pueden obtener sin fallar.

$$v_q = \omega \times L_d \times i_d + R \times i_q + \omega \times \psi \dots (18)$$

$$\psi = (v_q - \omega \times L_d \times i_d - R \times i_q) / \omega \dots (19)$$

- 30 El valor característico de flujo magnético del enlace de flujo de armadura no está limitado a ψ . Donde $\psi = \sqrt{3} \psi_e$, ψ_e se puede usar como el valor característico del flujo magnético para preparar el gráfico (el gráfico del flujo magnético frente a la temperatura) que muestra la relación entre ψ_e y la temperatura. La temperatura del motor puede estimarse

a partir de este gráfico. Como se dijo anteriormente, ψ es el valor efectivo del enlace de flujo de armadura generado por los imanes 1b.

Por lo tanto, la temperatura del motor (la temperatura de los imanes 1b) se puede estimar como se describió anteriormente, y la temperatura interna del compresor 1 se puede estimar a partir de esta temperatura estimada del motor. A partir de esta temperatura estimada del motor, es posible determinar si el compresor 1 es normal o anormal, por lo que se puede evitar el funcionamiento en un estado anormal evitando así un fallo causado, por ejemplo, por daños a la parte interna del compresor 1. Debe tenerse en cuenta que esta estimación de la temperatura puede realizarse constantemente durante la operación. Alternativamente, la estimación de la temperatura puede hacerse bajo ciertas condiciones tales como, por ejemplo, cuando la velocidad de revolución o la corriente del motor tienen un valor específico. En este caso, una condición donde β se convierte en cero se establece con i_d (el componente del eje d de la corriente de armadura) = cero de manera similar al caso descrito anteriormente, y luego, ψ se obtiene para estimar la temperatura desde allí.

Incidentalmente, una vez que se establece una condición donde $\beta =$ cero, ya no es necesaria una inductancia L_d del eje d, por lo que pueden reducirse los errores de operación causados por cambios en las constantes debidas a fluctuaciones de temperatura, lo que lleva a una mejora en la precisión de la estimación de temperatura. Adicionalmente, esto ofrece un potencial para la estimación de la temperatura para áreas que carecen de gas refrigerante en un acondicionador de aire tal como el utilizado en este ejemplo. Sin embargo, en este caso, el área de medición es estrecha, de modo que surge la necesidad de seleccionar un modo de medición para hacer β cero, durante la operación. En el estado normal donde $\beta \neq$ cero, la estimación de temperatura puede realizarse en todas las áreas de operación en todo momento durante la operación, pero es necesario aumentar la precisión de la identificación de la inductancia L_d del eje d. Es decir, ambos casos donde $\beta = 0$ y donde $\beta \neq 0$ tienen un mérito y un demérito, y, por lo tanto, nada es lo que sea que se adopte.

Como se muestra en la figura 12, los medios 24 de detección de temperatura están formados en el tubo 18 de descarga. En el acondicionador de aire, se realiza el control de temperatura del tubo de descarga basado en la temperatura del tubo de descarga del compresor 1. Por lo tanto, el sistema 28 de predicción puede estar equipado con un medio 36 de calibración para ajustar una temperatura estimada a una temperatura real utilizando esta temperatura del tubo de descarga si la temperatura estimada difiere de la temperatura real. El medio 36 de calibración está constituido por los medios 20 informáticos.

Es decir, en cuanto a que la velocidad de flujo del gas refrigerante sea normal, la temperatura del tubo de descarga es sustancialmente la misma que la temperatura interna del compresor 1. Si una temperatura estimada difiere de la temperatura del tubo de descarga, la temperatura estimada es incorrecta. En tal caso, se puede agregar un valor de compensación a la temperatura estimada. Esta calibración puede realizarse constantemente durante la operación. Alternativamente, la calibración puede realizarse a condición de que la corriente del motor 6 o la temperatura del tubo de descarga caigan en un rango especificado durante un cierto período de tiempo.

Dado que el sistema 28 de predicción estima la temperatura del motor a partir de la corriente y el voltaje del motor 6 y las constantes del instrumento, no hay necesidad de utilizar un sensor de detección de temperatura. Además, dado que se utilizan datos para estimar la posición de rotación, el uso adicional de otras medidas es casi innecesario. Por lo tanto, se puede obtener una temperatura del motor altamente confiable a bajo coste.

Dado que la temperatura de los imanes 1b se estima como la temperatura del motor, utilizando el modelo de sistema de coordenadas rotatorio constituido por la corriente y el voltaje anteriores, y la resistencia e inductancia que son constantes del instrumento, la temperatura de los imanes 1b puede estimarse fácilmente.

Además, la temperatura del motor puede estimarse de forma fiable mediante el uso de una expresión aritmética simple (ecuación de voltaje básico).

Además, dado que un eje d se traza en la dirección del polo N de los imanes 1b; un eje q se traza en la dirección que se desplaza hacia adelante desde el eje d por $\pi/2$; la ecuación de voltaje básico del motor para el PMSM trifásico se convierte en el sistema de coordenadas del eje d, q que gira a una velocidad angular eléctrica ω , obteniendo de este modo la ecuación de voltaje del motor; una ecuación de voltaje para el estado estacionario se obtiene de esta ecuación de voltaje del motor; y en el momento de la estimación, el componente del eje d de la corriente del inducido en la ecuación de voltaje de estado estable se hace cero, se puede obviar la inductancia L_d del eje d y se puede reducir el número de elementos operacionales. Por lo tanto, los errores de operación causados por cambios en las constantes debido a las fluctuaciones de temperatura, etc. pueden ser reducidos.

Además, el sistema 28 de predicción puede estimar la temperatura interna del compresor 1 a partir de la temperatura del motor, de modo que se puede predecir el estado interno del compresor 1. La fiabilidad de la temperatura estimada se puede aumentar especialmente mediante la provisión de los medios 36 de calibración.

En virtud de esta disposición, el sistema 28 de predicción no juzga si el compresor 1 es anormal cuando está funcionando normalmente y que el compresor 1 es normal cuando está funcionando anormalmente.

- 5 Es decir, si el compresor 1 se considera anormal, aunque funcione normalmente, la operación del acondicionador de aire se detendrá de tal manera que la habitación no se puede mantener cómoda. Por otro lado, si se considera que el compresor 1 es normal, aunque funcione anormalmente, la operación del acondicionador de aire continuará, de tal manera que existe la probabilidad de que ocurra un fallo en el acondicionador de aire o que aumente el consumo de potencia.

Para hacer frente a este problema, el sistema 28 de predicción predice la condición interna (temperatura interna) del compresor 1 con alta precisión, lo que elimina tal probabilidad.

- 10 Incidentalmente, durante el funcionamiento del compresor 1, se estima la temperatura interna del compresor 1 en la puesta en marcha, y se predice el grado de un aumento subsiguiente en la temperatura. Si la temperatura en la puesta en marcha o el aumento de la temperatura es inusual, la operación puede detenerse. Con esta disposición, se habilita la detección temprana de anomalías, impidiendo así que el compresor 1 funcione en una condición anormal durante un tiempo prolongado, de modo que la prevención de daños al compresor 1, etc. y, en consecuencia, se hace
15 posible una fiabilidad mejorada.

Otra modificación del primer ejemplo

Aunque se emplea el rotor 1a que tiene una estructura de imán integrada tal como se muestra en la figura 14, se puede sustituir por un rotor de una estructura de superficie magnética en la que los imanes permanentes están unidos a la superficie del rotor.

- 20 Además, el compresor 1 no está limitado al tipo de espiral, y se pueden usar otros tipos de compresores, como el de tipo oscilante.

Además, la temperatura real a la que se compara la temperatura estimada en los medios 36 de calibración no está limitada a la temperatura del tubo de descarga, y la temperatura, que es sustancialmente la misma que o proporcional a la temperatura interna real del compresor, pueden emplearse.

- 25 Si bien el acondicionador de aire mostrado en la figura 12 se usa como refrigerador, la invención es igualmente aplicable a otros tipos de refrigeradores, siempre que tengan el compresor 1 equipado con el motor 6 DC sin escobillas capaz de estimar la temperatura.

Además, se puede usar un sistema de coordenadas fijo como modelo para la estimación de la temperatura del motor en lugar del modelo del sistema de coordenadas rotativas.

- 30 Aplicabilidad industrial

Como se describió anteriormente, el refrigerador de acuerdo con la invención es muy adecuado para uso en refrigeración, etc. y particularmente útil para el control realizado en base a la condición interna de un compresor.

REIVINDICACIONES

1. Un refrigerador que tiene un circuito refrigerante que incluye un compresor (1), teniendo dicho compresor (1) un motor (6) y una unidad (40) de accionamiento, comprendiendo el refrigerador:

- unos medios (16, 17) de detección para detectar una corriente y/o un voltaje de dicho motor (6);

5 - caracterizado porque la unidad de accionamiento comprende:

- un medio (28) de predicción para predecir una condición interna del compresor (1) en base a los valores de detección obtenidos por dichos medios (16, 17) de detección,

10 en donde se proporciona un modelo de sistema refrigerante predeterminado para el circuito refrigerante, y se predice una condición de funcionamiento del circuito refrigerante basándose en la información sobre una condición interna del compresor (1) predicho por los medios (28) de predicción.

FIG. 1

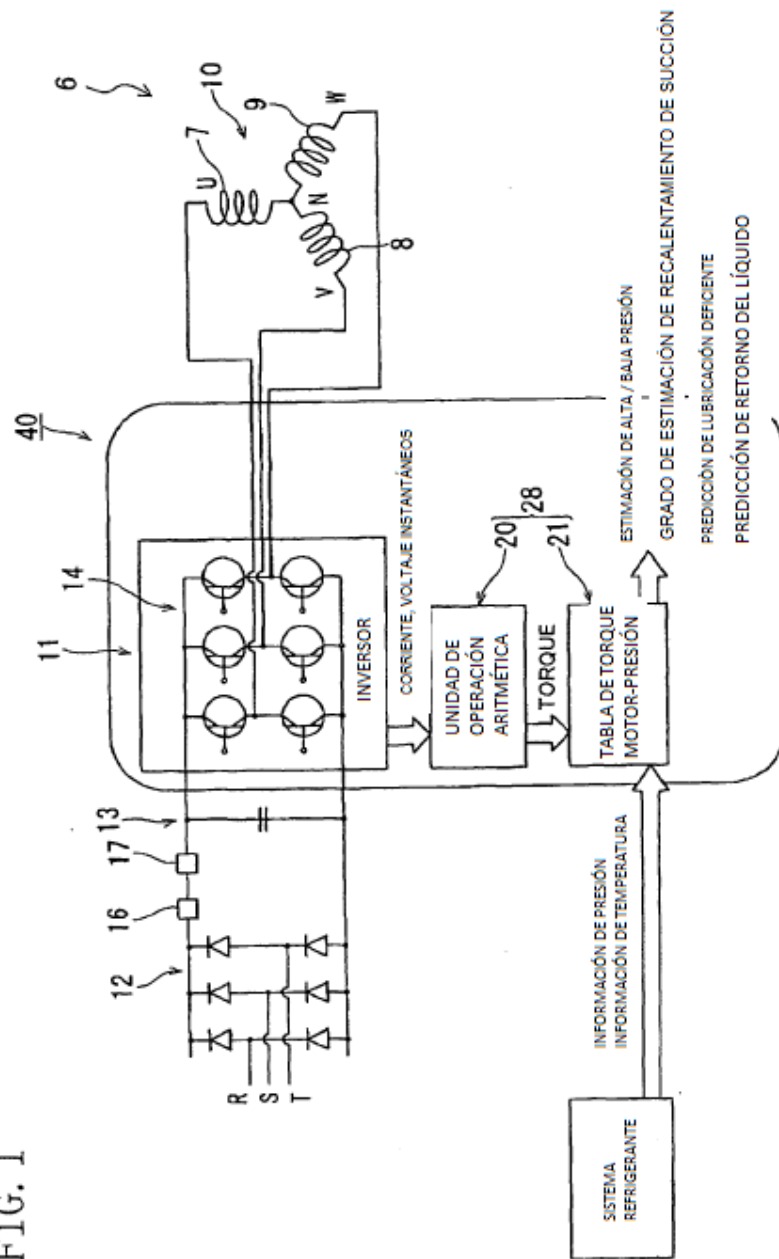


FIG. 2

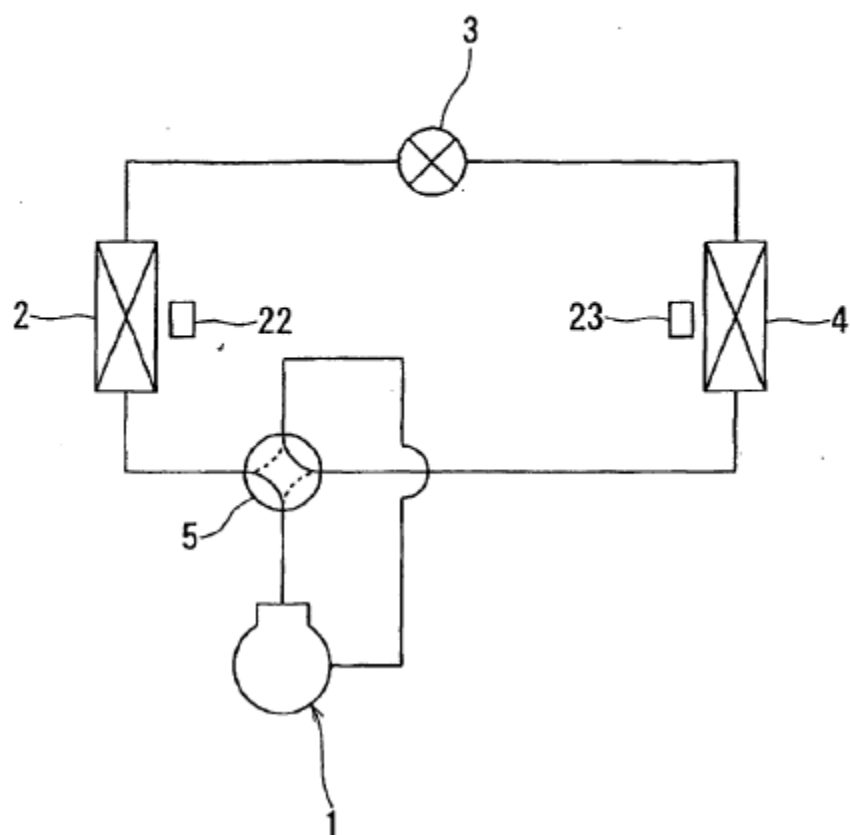


FIG. 3

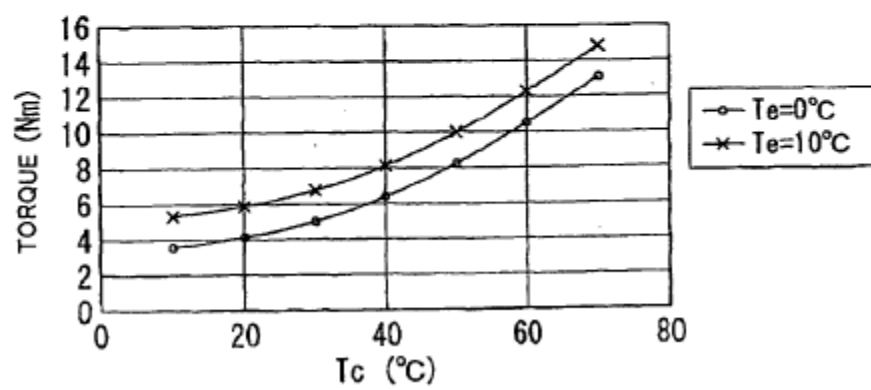


FIG. 4

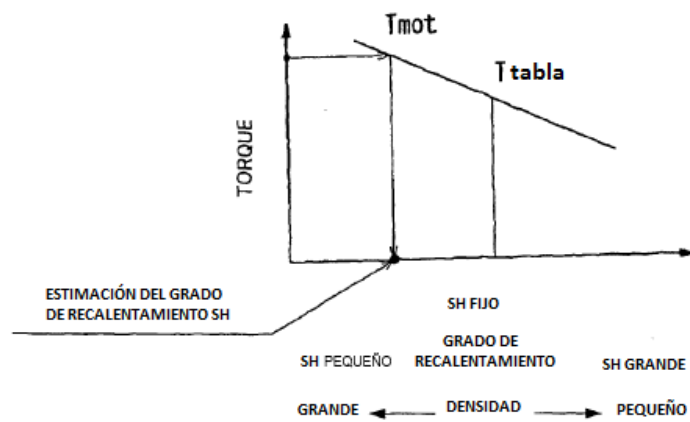


FIG. 5

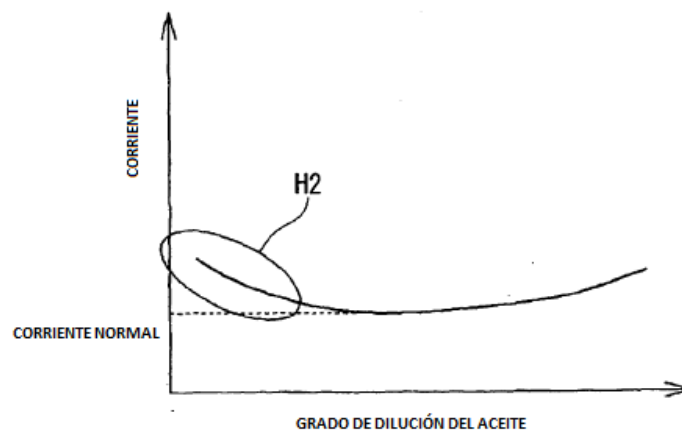


FIG. 6

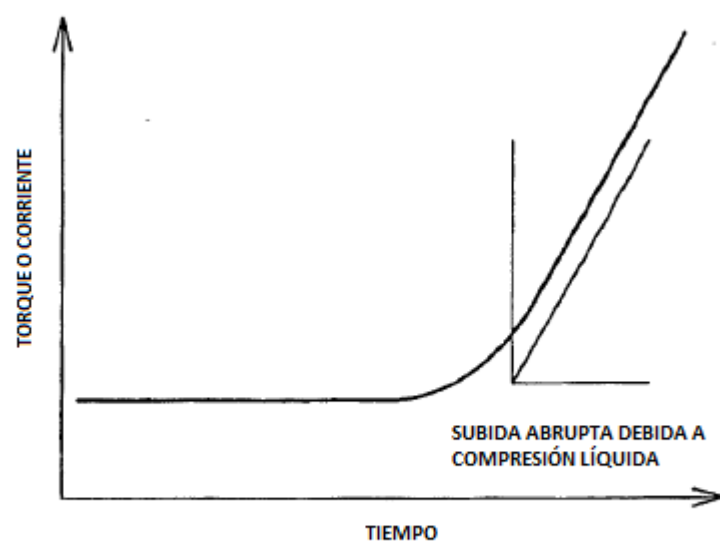


FIG. 7

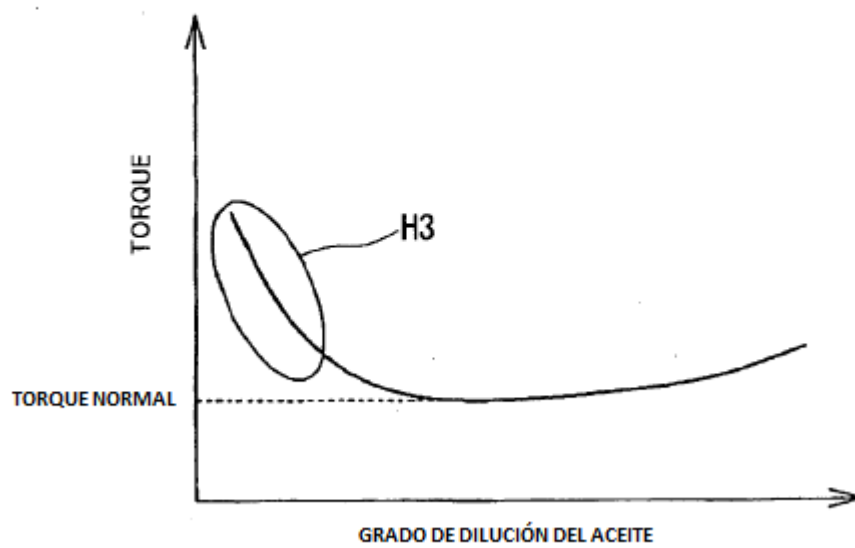


FIG. 8

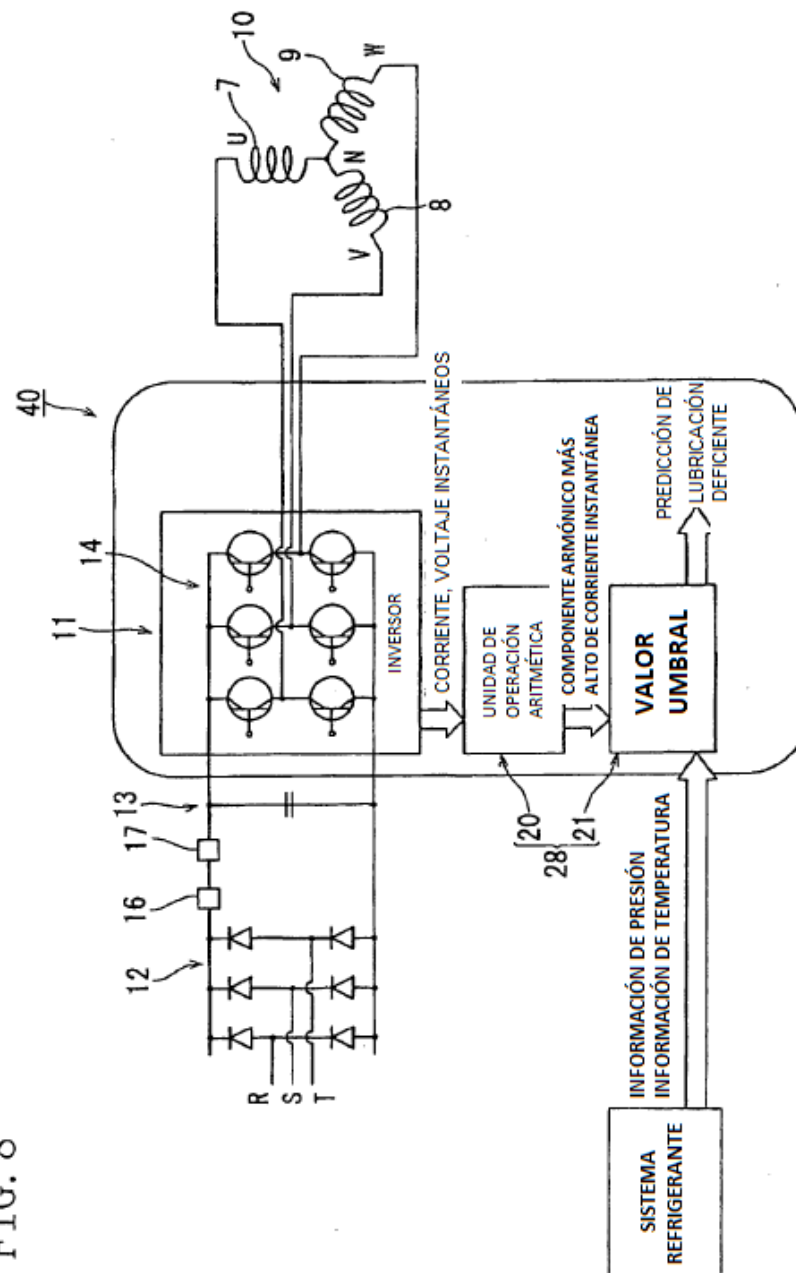
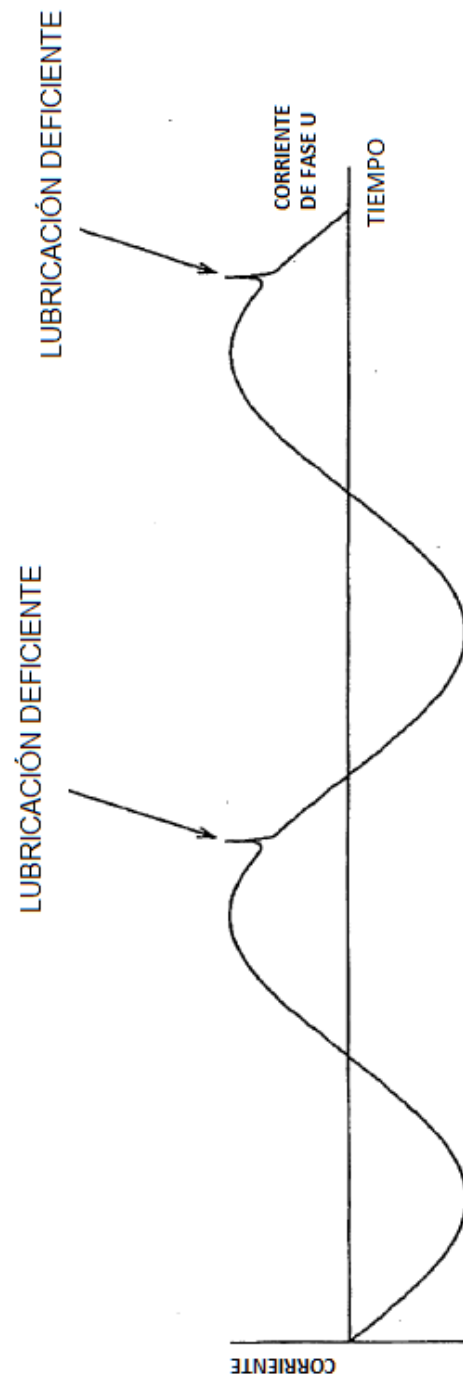


FIG. 9



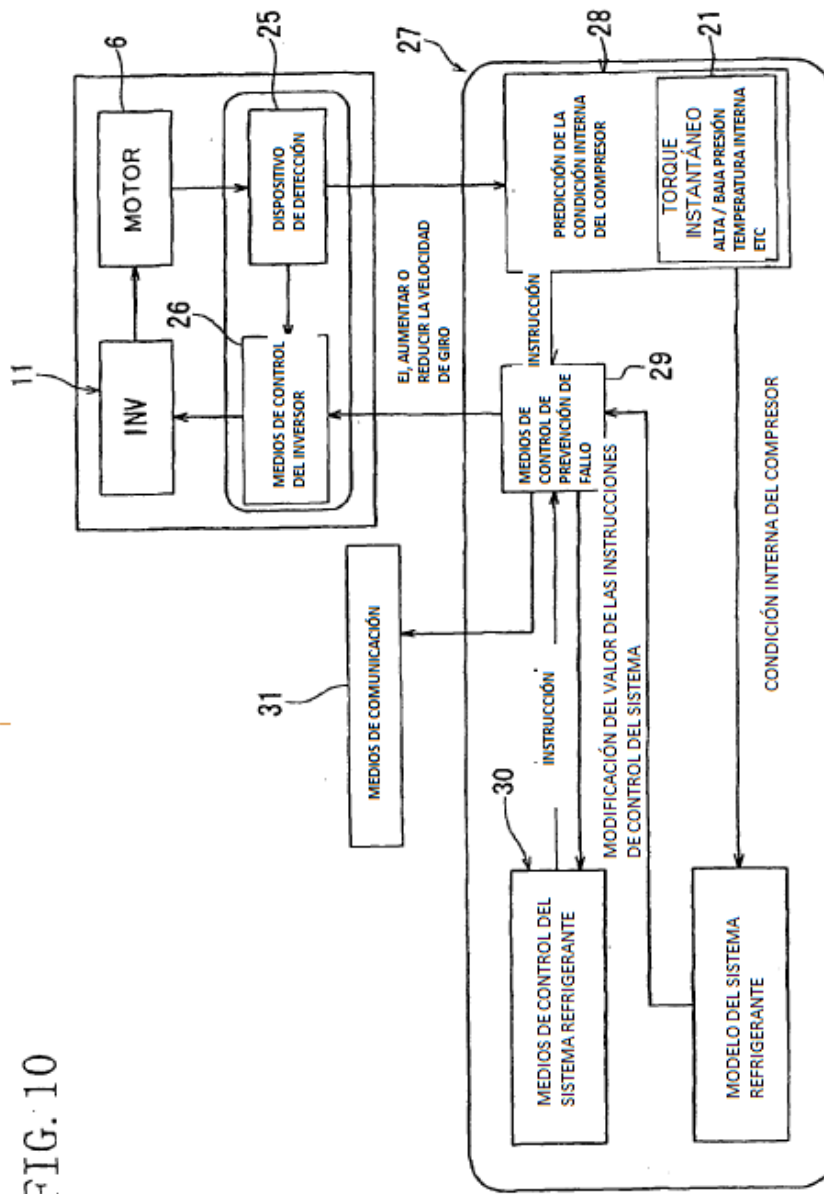


FIG. 11

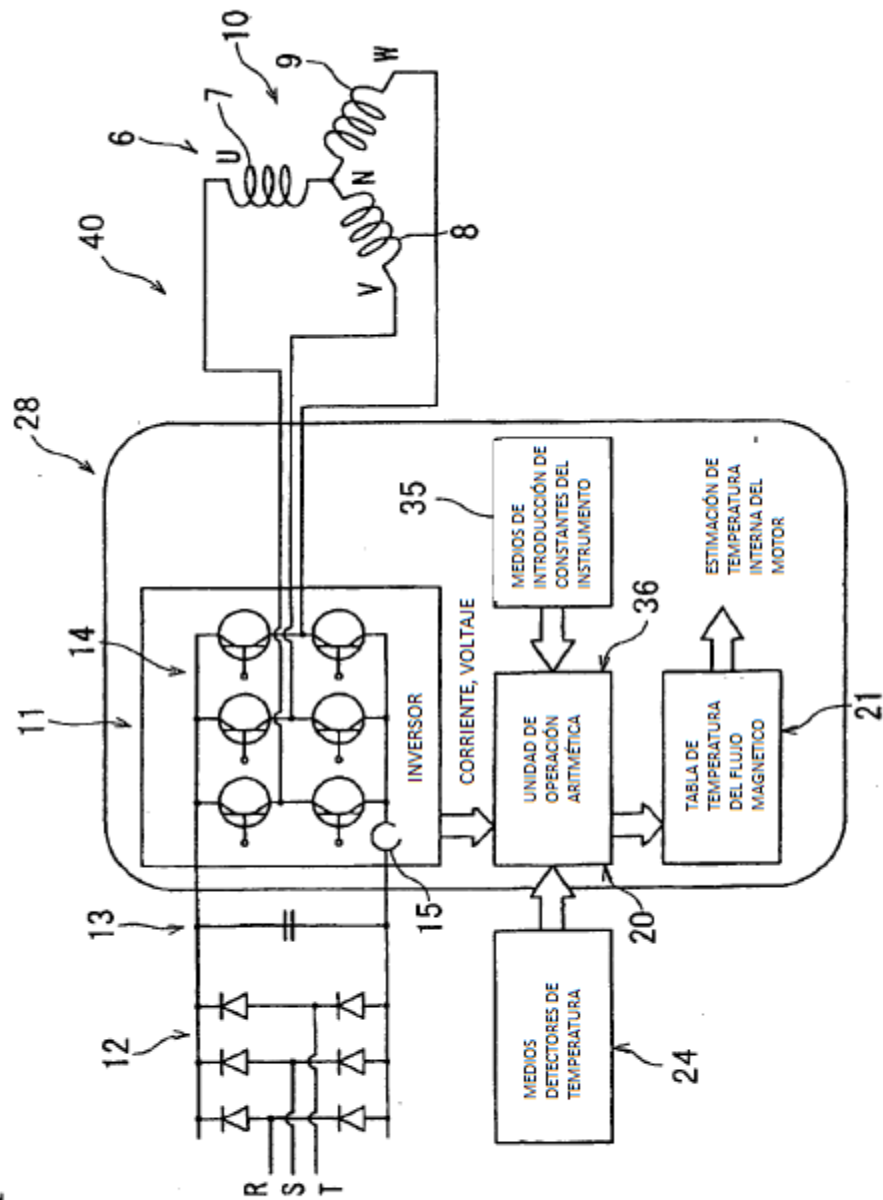


FIG. 12

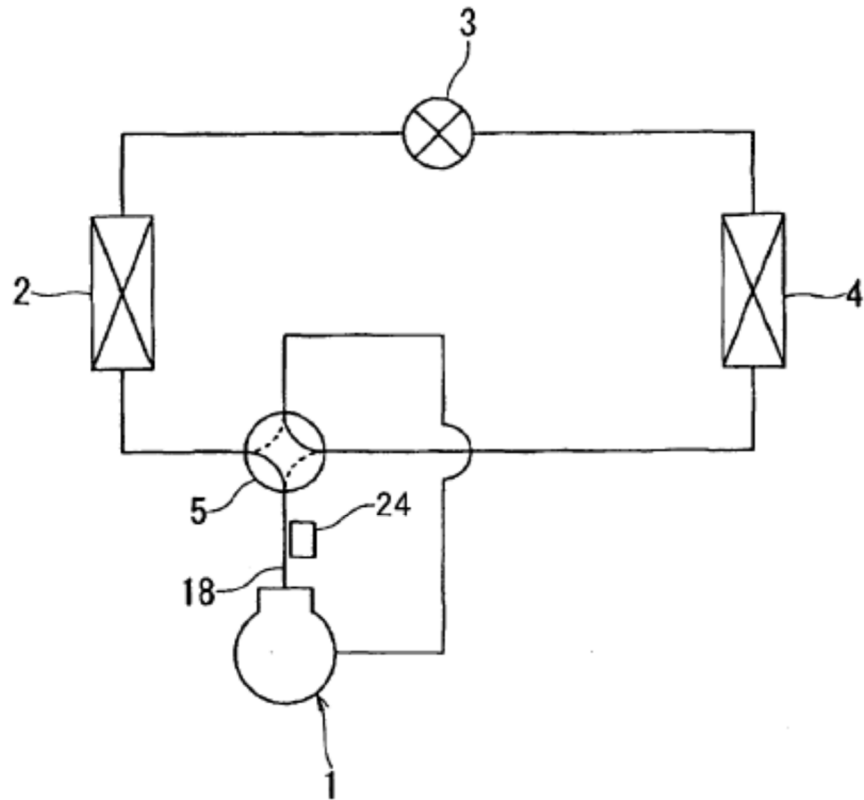


FIG. 13

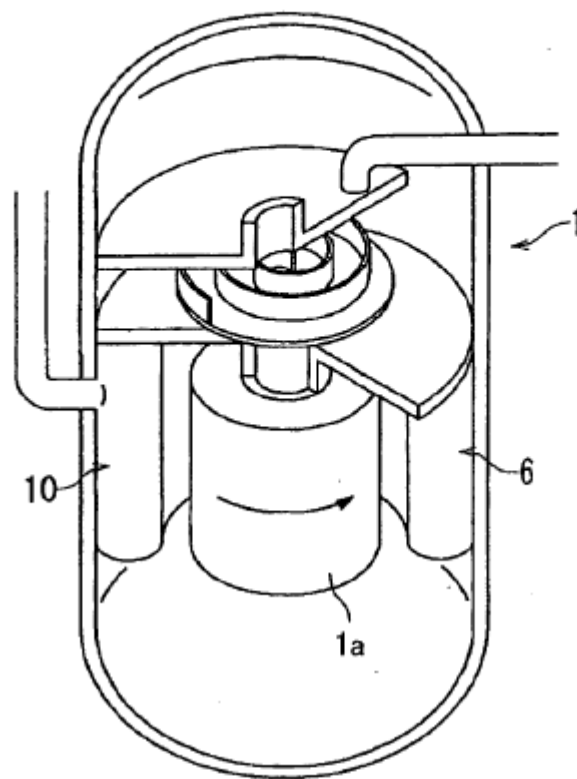


FIG. 14

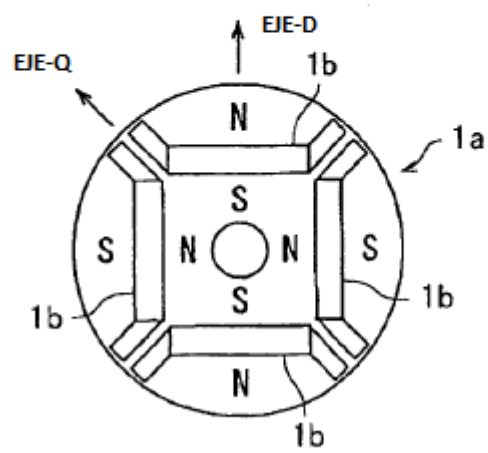


FIG. 15

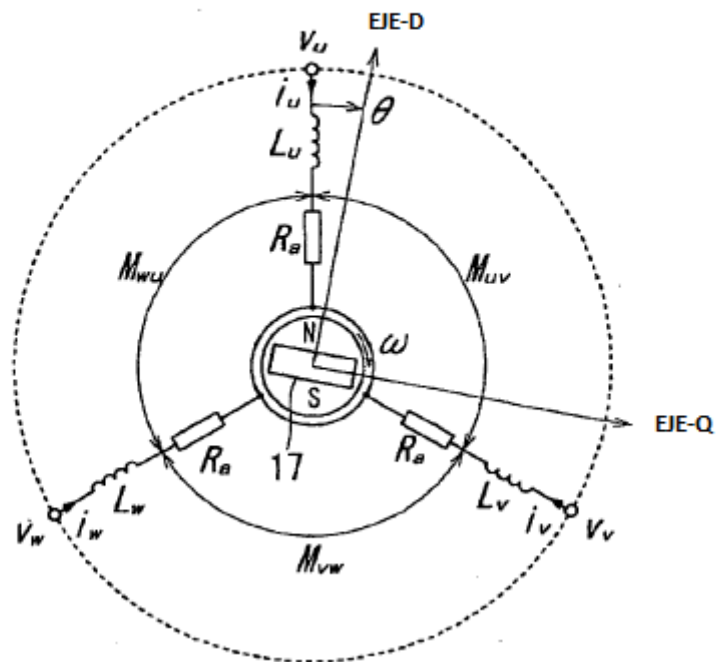


FIG. 16

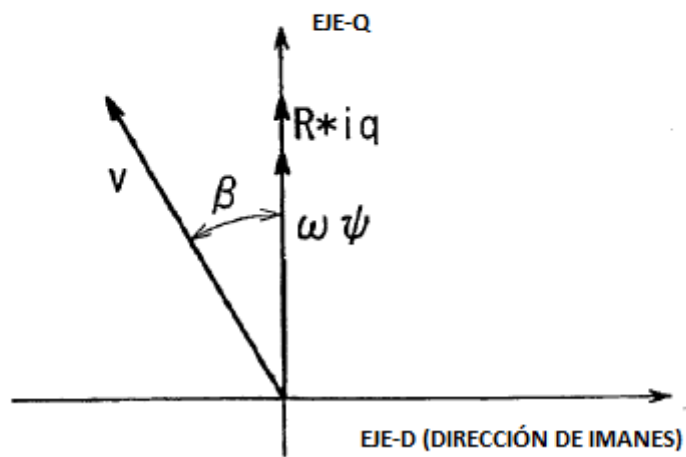


FIG. 17

