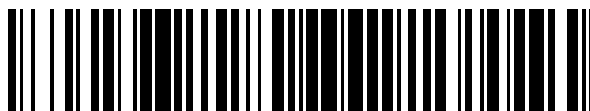


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 998**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 43/02 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2010 PCT/JP2010/002269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11121634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2010 E 10848817 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2554926**

54 Título: **Aparato de acondicionamiento de aire**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2020

73 Titular/es:
mitsubishi electric corporation (100.0%)
7-3 Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310 , JP

72 Inventor/es:
SHIMAZU, YUSUKE;
TAKAYAMA, KEISUKE y
HATOMURA, TAKESHI

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

ES 2 747 998 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

Aparato de acondicionamiento de aire

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un proceso de retorno de aceite realizado cuando el aceite de la máquina de refrigeración descargado desde un compresor se acumula en un radiador en un aparato de acondicionamiento de aire en el que un ciclo se convierte en un ciclo transcrito.

Antecedentes de la técnica

10 En un aparato de acondicionamiento de aire de la técnica relacionada que usa un refrigerante de fluorocarburo, se usa aceite de máquina de refrigeración que es fácilmente soluble en un refrigerante líquido que tiene miscibilidad con el mismo. Esto es particularmente típico cuando se usa con el propósito de acondicionar el aire de un edificio, en el que el ciclo de refrigeración es a gran escala y complicado, porque es ventajoso en cuanto a que es menos probable que el aceite de la máquina de refrigeración se acumule en áreas donde el refrigerante líquido existe dentro del ciclo.

15 Sin embargo, con una tendencia reciente hacia el uso de refrigerantes naturales, tales como el dióxido de carbono, componentes mecánicos, tales como un compresor, requieren aceite de máquina de refrigeración con alta viscosidad. El aceite de máquina de refrigeración de alta viscosidad tiene baja solubilidad en el refrigerante y, de este modo, tiende a acumularse en el ciclo de refrigeración. Si el aceite de la máquina de refrigeración se acumula en un intercambiador de calor, el rendimiento de transferencia de calor se reduciría, y si el aceite de la máquina de refrigeración se acumula en el intercambiador de calor, una tubería o un recipiente, la cantidad de aceite dentro del compresor se reduciría. Esto dificultaría la fiabilidad.

20 Como medida de lo anterior, se ha propuesto un aparato en el que se realiza una operación de retorno de aceite cuando el compresor opera a baja frecuencia haciendo que un intercambiador de calor interior funcione como un radiador y aumentando la frecuencia del compresor (por ejemplo, véase la bibliografía de patente 1).

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

25 Bibliografía de patente 1: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada n.º 2008-107060 (páginas 11-12, Fig. 3)

30 El documento JP 2008 190790 A describe un aparato de acondicionamiento de aire según el preámbulo de la reivindicación 1. El aparato de acondicionamiento de aire tiene un circuito refrigerante de un ciclo de refrigeración del tipo de compresión de vapor constituido por la conexión mediante tubería de refrigerante del compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión exterior, una válvula de expansión interior y un intercambiador de calor interior. Según este documento, la parte de recogida de aceite en el compresor está configurada para realizar la operación de recogida de aceite en función del tiempo de operación del circuito refrigerante.

35 El documento JP 2004 101143 A describe una máquina de refrigeración en donde se impide que se reduzca la cantidad de aceite de máquina que se debe devolver a un compresor. En ese documento, el estado de un caudal de refrigerante grande se cambia por la fuerza del estado de un caudal de refrigerante pequeño cuando el estado de que el caudal de refrigerante está por debajo de un valor predeterminado dura un tiempo predeterminado.

Compendio de la invención

Problema Técnico

40 Sin embargo, el aparato de acondicionamiento de aire de la técnica relacionada está dirigido a la acumulación del aceite de máquina de refrigeración en el intercambiador de calor interior y no está dirigido a la acumulación del aceite de máquina de refrigeración en un intercambiador de calor exterior. Además, hay un problema en cuanto a que la carga parcial, como cuando uno o algunos de los intercambiadores de calor interiores están suspendidos entre una pluralidad de intercambiadores de calor interiores, no se tiene en cuenta.

45 Asimismo, dado que el ciclo se convierte en un ciclo transcrito, una tecnología de retorno de aceite dirigida principalmente a un área donde el refrigerante está en un estado de gas sobrecalentado en un sistema de refrigerante líquido/aceite de refrigeración o un sistema de aceite de máquina refrigerante/refrigerante bifásico que emplea un refrigerante de fluorocarburo, y no hay discusiones con respecto a una tecnología de retorno de aceite en un radiador, una tubería de alta presión, y un recipiente de alta presión en un sistema supercrítico de refrigerante/aceite de refrigeración.

50 La invención se ha hecho para resolver los problemas anteriormente mencionados y proporciona un aparato de acondicionamiento de aire con mayor fiabilidad permitiendo el retorno del aceite de máquina de refrigeración que se

acumula en el lado supercrítico de un ciclo transcrito a un compresor.

Solución al problema

5 Se proporciona un aparato de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1. El aparato de acondicionamiento de aire utiliza un refrigerante, que opera en un ciclo transcrito, y aceite de máquina de refrigeración, que tiene baja miscibilidad con el refrigerante, en un circuito refrigerante para un ciclo de refrigeración conectado a un compresor, un radiador, un mecanismo de expansión y un evaporador, el aparato de acondicionamiento de aire incluye un mecanismo de regulación de flujo proporcionado en el circuito refrigerante, y un medio de control de flujo que controla el mecanismo de regulación de flujo. Si una velocidad de flujo de refrigerante, en la que el refrigerante está en un estado supercrítico, en un lado de salida del radiador es inferior a un valor de umbral predeterminado, la velocidad de flujo de refrigerante en el lado de salida del radiador aumenta mediante el medio de control de flujo, de modo que la operación de retorno de aceite que devuelve el aceite de la máquina de refrigeración descargado desde el compresor al compresor se realiza hasta que la velocidad de flujo de refrigerante sea mayor que un segundo valor de umbral que es mayor que el valor de umbral predeterminado y transcurre al menos un período de tiempo predeterminado.

Efectos ventajosos de la invención

15 En el aparato de acondicionamiento de aire según la invención, si la velocidad del flujo de refrigerante en el lado de salida del radiador es inferior al valor de umbral predeterminado, la velocidad de flujo de refrigerante en el lado de salida del radiador se incrementa mediante el medio de control de flujo de modo que la operación de retorno de aceite para devolver el aceite de la máquina de refrigeración descargado desde el compresor al compresor se realiza durante al menos un período de tiempo predeterminado. Por lo tanto, el aceite de la máquina de refrigeración descargado del compresor se devuelve adecuadamente al compresor, aumentando así la fiabilidad del aparato de acondicionamiento de aire.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de acondicionamiento de aire según la realización 1 de la invención.

25 [Fig. 2] La figura 2 ilustra una configuración y función de un controlador 40 durante una operación de enfriamiento.

[Fig. 3] La figura 3 ilustra la configuración y la función del controlador 40 durante una operación de calentamiento.

[Fig. 4] La Fig. 4 ilustra las relaciones de una cantidad de intercambio de calor exterior, una velocidad de aire de un ventilador y un área de transferencia de calor.

30 [Fig. 5A] La Fig. 5A es un diagrama de flujo que ilustra el control realizado por el controlador durante la operación de enfriamiento.

[Fig. 5B] La figura 5B es un diagrama de flujo continuado desde la figura 5A.

[Fig. 6] La figura 6 es un diagrama de Baker que ilustra patrones de flujo.

[Fig. 7A] La figura 7A es un diagrama de flujo que ilustra el control realizado por el controlador durante la operación de calentamiento.

35 [Fig. 7B] La figura 7B es un diagrama de flujo continuado desde la figura 7A.

Descripción de las realizaciones

Realización 1

La figura 1 muestra un diagrama de circuito de refrigerante de un aparato de acondicionamiento de aire según la realización 1 de la invención. La realización 1 de la invención se describirá a continuación.

40 En la figura 1, el número de referencia 1 denota una unidad exterior, 10p y 10q denotan unidades interiores, 15 denota una tubería principal de gas conectada a la unidad exterior 1, 13p y 13q denotan tuberías secundarias de gas conectadas a las unidades interiores 10p y 10q, 14 denota un punto de unión entre la tubería principal de gas 15 y las tuberías secundarias de gas 13p y 13q, 7 denota una tubería principal de líquido conectada a la unidad exterior 1, 9p y 9q denota tuberías secundarias de líquido conectadas a las unidades interiores 10p y 10q, y 8 denota un punto de unión entre la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q.

50 En la unidad exterior 1, un separador de aceite 17 y una válvula de cuatro vías 3 para cambiar las trayectorias de flujo se proporcionan en el lado de descarga de un compresor 2. Los números de referencia 4a, 4b y 4c denotan trayectorias de intercambiador de calor que tienen diferentes áreas de transferencia de calor que, en conjunto, constituyen un intercambiador de calor exterior 4. Los números de referencia 5 y 6 denotan respectivamente un intercambiador de calor de sobreenfriamiento y un mecanismo de expansión exterior, que están conectados secuencialmente a la tubería

principal de líquido 7. El lado de succión del compresor 2 está conectado a un acumulador 16, la válvula de cuatro vías 3 y la tubería principal de gas 15 en este orden. El número de referencia 18 denota una derivación de retorno de aceite cuyo extremo está conectado a una parte interior inferior del separador de aceite 17 y el otro extremo está conectado a una tubería en el lado de succión del compresor 2.

- 5 El número de referencia 22 denota una derivación de sobreenfriamiento que se empalma entre el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 y la tubería principal de líquido 7 y que se fusiona con una tubería que conecta el acumulador 16 y la válvula de cuatro vías 3. La derivación de sobreenfriamiento 22 está conectada a una válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 y al intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5. El número de referencia 16a denota un tubo en U proporcionado en el acumulador 16 conectado al lado de succión del compresor 2, y 16b, 16c y 16d denotan orificios de retorno de aceite en el acumulador 16. Asimismo, el número de referencia 40a denota un controlador de la unidad exterior 1.

- 15 En las unidades interiores 10p y 10q, los números de referencia 11p y 11q son mecanismos de expansión interiores y 12p y 12q son intercambiadores de calor interiores que están conectados respectivamente, en este orden, a las tuberías secundarias de gas 9p y 9q, conectadas a las unidades interiores 10p y 10q, y luego a las tuberías secundarias de líquido 13p y 13q. Asimismo, los números de referencia 40p y 40q indican los controladores de las unidades interiores 10p y 10q, respectivamente.

- 20 El compresor 2 tiene un circuito inversor y es de un tipo controlable por capacidad en el que el circuito inversor convierte la frecuencia de la fuente de alimentación para controlar la velocidad de rotación. El mecanismo de expansión exterior 6, la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q son, por ejemplo, Válvulas de expansión electrónicas cuyos grados de apertura son controlables de manera variable. En este ejemplo, el controlador 40a controla el mecanismo de expansión exterior 6 y la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21, y los controladores 40p y 40q controlan respectivamente los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q.

- 25 En cuanto a los sensores de presión en la unidad exterior 1, el número de referencia 31a indica un sensor de presión proporcionado en el lado de descarga del compresor 2, 31b es un sensor de presión proporcionado en el lado de succión del compresor 2, y 31c es un sensor de presión proporcionado entre el mecanismo de expansión exterior 6 y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q. Estos sensores de presión miden las presiones en cada una de las ubicaciones respectivas.

- 30 En cuanto a los sensores de temperatura en la unidad exterior 1, el número de referencia 32a denota un sensor de temperatura proporcionado entre el compresor 2 y el separador de aceite 17; 32b es un sensor de temperatura proporcionado entre el compresor 2 y el acumulador 16; 32c es un sensor de temperatura proporcionado entre el intercambiador de calor exterior 4 y la válvula de cuatro vías 3; 32d es un sensor de temperatura proporcionado entre el intercambiador de calor exterior 4 y el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5; 32e es un sensor de temperatura proporcionado entre el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5, el mecanismo de expansión exterior 6 y la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21; y 32j es un sensor de temperatura proporcionado entre el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5, el acumulador 16 y la válvula de cuatro vías 3. Estos sensores de temperatura miden las temperaturas en sus ubicaciones respectivas. Asimismo, Un sensor de temperatura 32k mide la temperatura ambiente de la unidad exterior 1.

- 40 Entre los sensores en las unidades interiores 10p y 10q, los números de referencia 32f y 32g denotan sensores de temperatura proporcionados respectivamente entre los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q, y 32h y 32i son sensores de temperatura proporcionados respectivamente entre los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q y las tuberías secundarias de gas 13p y 13q. Estos sensores de temperatura miden las temperaturas en sus ubicaciones respectivas.

- 45 Tal y como se ha descrito anteriormente, la unidad exterior 1 y las unidades interiores 10p y 10q están provistas respectivamente de los controladores 40a, 40p, y 40q constituidos por, por ejemplo, microordenadores. En función de la información de medición obtenida por los sensores de presión 31 y los sensores de temperatura 32 y los detalles de operación (solicitud de carga) comandados por un usuario que usa el aparato de acondicionamiento de aire, estos controladores controlan, por ejemplo, la frecuencia de operación del compresor 2, la operación de cambio de la trayectoria de flujo de la válvula de cuatro vías 3, la cantidad de intercambio de calor del intercambiador de calor exterior 4, el grado de apertura del mecanismo de expansión exterior 6, el grado de apertura de la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 y los grados de apertura de los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q. Asimismo, estos controladores pueden transmitir y recibir comunicación, incluidos varios tipos de datos, por ejemplo.

- 55 En la siguiente descripción, el término "controlador 40" se usará cuando se haga referencia colectivamente a todos los controladores 40a, 40p y 40q. Aunque el controlador 40a está dispuesto en la unidad exterior 1 y los controladores 40p y 40q están dispuestos en las unidades interiores 10p y 10q separados entre sí, los controladores pueden disponerse conjuntamente en un solo lugar. Además, un solo dispositivo puede controlar cada uno de los dispositivos. Más adelante se describirá una configuración interna para ejecutar la función del controlador 40.

El refrigerante es uno que opera en un ciclo transcrito y es, por ejemplo, dióxido de carbono, que es un refrigerante natural.

5 Los refrigerantes de fluorocarburo de la técnica relacionada no se usan en un estado supercrítico en un ciclo de refrigeración, sino que se usan solo en una fase gaseosa, fase líquida, o estado gas-líquido bifásico. Como objetivos de control y estados operativos en un ciclo de refrigeración, se usan ampliamente "temperatura de saturación", "grado de sobreenfriamiento" y "grado de sobrecalentamiento".

10 Por el contrario, el dióxido de carbono puede convertirse en un estado supercrítico además de estados como la fase gaseosa, fase líquida y estados bifásico gas-líquido. Las expresiones tales como la tubería principal de "gas" y el intercambiador de calor de "sobreenfriamiento" no indican el estado del refrigerante e incluyen naturalmente el estado supercrítico. El concepto "temperatura de saturación", "grado de sobreenfriamiento" y "grado de sobrecalentamiento" de amplio uso en el refrigerante de fluorocarburo de la técnica relacionada también se aplicará al estado supercrítico con una interpretación similar.

15 Aunque el concepto "sobreenfriamiento" no se incluye cuando la presión es mayor o igual que la presión crítica, ("pseudo" grado de sobreenfriamiento) = ("pseudo" temperatura de saturación) - (temperatura) se puede definir definiendo la "pseudo" temperatura de saturación a un valor de presión mayor o igual a la presión crítica como ("pseudo" temperatura de saturación) = (temperatura correspondiente al valor de presión y la entalpía crítica). En la siguiente descripción, el "pseudo" grado de sobreenfriamiento y la "pseudo" temperatura de saturación se tratarán igual que el grado de sobreenfriamiento y la temperatura de saturación, respectivamente, cuando la presión sea menor o igual a la presión crítica. Como alternativa, la siguiente definición también es permisible: ("pseudo" temperatura de saturación) = (temperatura cuando el calor específico isopiástico al valor de presión se convierte en el valor máximo) y ("pseudo" grado de sobreenfriamiento) = ("pseudo" temperatura de saturación) - (temperatura). Por consiguiente, se puede emplear una técnica de control similar a la de un ciclo de compresión de vapor que utiliza el refrigerante de fluorocarburo de la técnica relacionada para que la carga de diseño se pueda reducir, garantizando así la fiabilidad.

25 A continuación, se describirá la operación del aparato de acondicionamiento de aire. En primer lugar, se brindará una descripción de la operación durante la operación de enfriamiento. La válvula de cuatro vías 3 está conectada en las direcciones indicadas por líneas continuas en la figura 1. El mecanismo de expansión exterior 6 se configura en un estado completamente abierto o casi completamente abierto. La válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q están configurados en grados de apertura apropiados. El flujo del refrigerante en este caso es el siguiente.

30 A medida que el refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 2 recorre el separador de aceite 17, una parte importante del aceite de máquina de refrigeración mezclado en el refrigerante se separa del mismo y se acumula en la sección inferior interior del separador de aceite. El aceite de la máquina de refrigeración recorre la derivación de retorno de aceite 18 para alcanzar el lado de succión del compresor 2. De este modo, la cantidad de aceite de máquina de refrigeración existente entre el separador de aceite 17 y el acumulador 16 se puede reducir, aumentando ventajosamente de ese modo la fiabilidad del compresor.

35 Por otra parte, el refrigerante de alta presión y alta temperatura con el porcentaje reducido de aceite de máquina de refrigeración en este recorre la válvula de cuatro vías 3 y rechaza el calor en el intercambiador de calor exterior 4 para convertirse en un refrigerante de alta presión y baja temperatura, que luego entra en el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5. Un flujo de ramificación que sale del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 se somete a un control de flujo apropiado en la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 para convertirse en un refrigerante de baja presión, que luego intercambia calor con el refrigerante que sale del intercambiador de calor exterior 4 en el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5. Cuando el refrigerante que sale del intercambiador de calor exterior 4 sale del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5, el refrigerante se convierte en un refrigerante de alta presión con una temperatura aún más reducida. El refrigerante de baja presión que sale del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 llega a la tubería que conecta el acumulador 16 y la válvula de cuatro vías 3.

40 Por consiguiente, dado que la diferencia de entalpía aumenta en un caso donde la capacidad es la misma, el caudal de refrigerante requerido puede reducirse, mejorando ventajosamente de ese modo el rendimiento debido a la reducción de la caída de presión. Además, la cantidad de aceite de la máquina de refrigeración en la trayectoria que se extiende desde la unidad exterior y luego regresa a la unidad exterior a través de las unidades interiores se puede reducir, aumentando ventajosamente de ese modo la fiabilidad del compresor.

45 Las expresiones "alta presión" y "baja presión" utilizadas aquí expresan una relación relativa de las presiones en el circuito refrigerante (lo mismo se aplica a las temperaturas).

55 Mientras tanto, el refrigerante de alta presión que sale del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 recorre el mecanismo de expansión exterior 6; sin embargo, como el mecanismo de expansión exterior 6 está completamente abierto, el refrigerante de alta presión no se despresuriza significativamente y se suministra como refrigerante de alta presión y baja temperatura a la tubería de líquido 7. En consecuencia, el refrigerante se ramifica en el punto de unión 8 de la tubería principal de líquido 7. El refrigerante ramificado entra respectivamente en las unidades interiores 10p y 10q a través de las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q y se despresurizan mediante los mecanismos de expansión

interiores 11p y 11q, convirtiéndose de ese modo en un refrigerante bifásico de baja presión y baja calidad. Después, el refrigerante es evaporado y gasificado por los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q y recorre las tuberías secundarias de gas 13p y 13q, el punto de unión 14 de la tubería principal de gas, la tubería principal de gas 15, la válvula de cuatro vías 3 y el acumulador 16 para succionarse al compresor 2.

- 5 Cuando el refrigerante bifásico fluye hacia el acumulador 16, el refrigerante líquido se acumula en el fondo del mismo, mientras que el refrigerante rico en gas que fluye en su interior a través de una abertura superior del tubo en U 16a es aspirado hacia el compresor 2. Dado que el reflujo de líquido hacia el compresor 2 puede evitarse temporalmente hasta que el líquido transitorio o el refrigerante bifásico acumulado en el acumulador 16 se desborde del mismo, la fiabilidad del compresor puede aumentarse ventajosamente.
- 10 Aunque lleva mucho tiempo, el aceite de la máquina de refrigeración que no pudo separarse en el separador de aceite 17 circula a través del circuito refrigerante para acumularse en el acumulador 16.

El aceite de la máquina de refrigeración puede comportarse de tres maneras diferentes según el estado del acumulador 16. El primer comportamiento es cuando no hay refrigerante líquido. En este caso, cuando se acumula una determinada cantidad de aceite de máquina de refrigeración, el aceite de la máquina de refrigeración se devuelve al compresor 2 a través del orificio de retorno de aceite 16b del tubo en U situado en la posición más baja desde la
 15 abertura superior del tubo en U 16a. El segundo comportamiento es cuando hay refrigerante líquido en el acumulador 16 y la densidad del aceite de refrigeración es mayor que la densidad del refrigerante líquido. En este caso, dado que el aceite de la máquina de refrigeración se acumula debajo del refrigerante líquido sin disolverse en el refrigerante en el acumulador 16, el aceite de la máquina de refrigeración se comporta de la misma manera que en el primer
 20 comportamiento. El tercer comportamiento es cuando hay refrigerante líquido en el acumulador 16 y la densidad del aceite de refrigeración es menor que la densidad del refrigerante líquido. En este caso, el aceite de la máquina de refrigeración se acumula por encima del refrigerante líquido sin disolverse en el refrigerante en el acumulador 16. El aceite de la máquina de refrigeración en este caso se devuelve al compresor 2 a través del orificio u orificios de retorno de aceite 16b, 16c, 16d, dependiendo del nivel de líquido en el acumulador 16.

25 En cualquiera de los tres casos anteriores, suministrando el aceite de la máquina de refrigeración al compresor 2, la cantidad de aceite acumulado en el acumulador 16 puede reducirse, aumentando de ese modo de manera ventajosa la fiabilidad del compresor y logrando un menor coste debido a la reducción de una cantidad encerrada de aceite de máquina de refrigeración. Sin embargo, cuando el refrigerante líquido acumulado en el fondo del acumulador 16 o disuelto en el aceite de la máquina de refrigeración es aspirado al compresor 2 a través de los orificios de retorno de
 30 aceite 16b, 16c y 16d, y cuando el refrigerante líquido se aspira excesivamente en el compresor, la fiabilidad del compresor puede verse reducida debido a un fallo del compresor. Como medida de lo anterior, el tubo en U y los orificios de retorno de aceite tienen formas apropiadas para que el refrigerante tenga la calidad adecuada para el compresor, y el acumulador puede tener una función tal que solo el aceite de la máquina de refrigeración regrese al compresor.

35 A continuación, se describirá la operación de control realizada por el controlador 40 en el aparato de acondicionamiento de aire. La figura 2 ilustra la configuración y la operación del controlador 40 durante la operación de enfriamiento. Durante la operación de enfriamiento, dado que los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q funcionan como evaporadores, se establece una temperatura de evaporación (temperatura del refrigerante bifásico en los evaporadores) de modo que se exhibe una capacidad de intercambio de calor predeterminada, y un valor de baja
 40 presión que logra esta temperatura de evaporación se establece como un valor objetivo de baja presión. En el medio de control 41 del compresor, el control de la velocidad de rotación (control de la capacidad de operación) del compresor 2 se realiza con un inversor. La capacidad de operación del compresor 2 se controla de manera que un valor de baja presión medido por el sensor de presión 32b se convierta en un valor objetivo establecido, por ejemplo, un valor de presión correspondiente a una temperatura de saturación de 10 grados Celsius. Al mismo tiempo, aunque el control de velocidad de rotación también hace que cambie la temperatura de condensación ("pseudo" temperatura de saturación en función de la presión de un radiador), se establece un cierto intervalo para una "pseudo" temperatura de condensación para garantizar el rendimiento y la fiabilidad, y un valor de presión que logra esta "pseudo" temperatura de condensación se establece como un valor objetivo de alta presión. El caudal de una bomba y la velocidad de rotación de un ventilador para transportar agua y aire que sirve como medio para transferir calor son controlados por
 45 el medio 41 de control del compresor y el medio 42 de control de la cantidad de intercambio de calor exterior en función de un estado preestablecido en función de la cantidad de intercambio de calor en el intercambiador de calor exterior 4 y las cantidades de intercambio de calor en los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q, de modo que los valores de presión medidos por los sensores de presión 31a y 31b están dentro de un intervalo objetivo. El área de transferencia de calor del intercambiador de calor exterior 4 se ajusta mediante un control de apertura/cierre de las
 50 válvulas de cierre de intercambio de calor 23 (23a, 23b y 23c) y utilizando las trayectorias 4a, 4b y 4c.

Asimismo, los grados de apertura de los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q se controlan mediante el medio 43 de control de grado de sobrecalentamiento interior de modo que los grados de sobrecalentamiento en las salidas de los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q se calculan a partir de (temperatura del sensor de temperatura 32h) - (temperatura del sensor de temperatura 32f) y (temperatura del sensor de temperatura 32i) -
 60 (temperatura del sensor de temperatura 32g), respectivamente, están hechos para convertirse en un valor objetivo. Para este valor objetivo, se utiliza un valor objetivo predeterminado de, por ejemplo, 2 grados Celsius. Al controlar el

grado de sobrecalentamiento en cada salida a su objetivo, una proporción por la cual el refrigerante bifásico ocupa los evaporadores se puede mantener en un estado preferido.

Es más, el mecanismo de expansión exterior 6 se controla a un grado de apertura inicial preestablecido por el medio 45 de control de expansión exterior, por ejemplo, a un grado de apertura totalmente abierto o casi completamente abierto. El grado de apertura de la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 se controla mediante el medio 44 de control de grado de sobrecalentamiento del intercambiador de calor de sobreenfriamiento de modo que el grado de sobrecalentamiento en la salida del lado de baja presión del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 se calcula a partir de (temperatura del sensor de temperatura 32j) - (temperatura de saturación convertida de la presión medida por el sensor de presión 31b) se convierte en un valor objetivo. Para este valor objetivo, por ejemplo, se utilizan 2 grados Celsius para lograr un intercambio de calor que coincida con las especificaciones del intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5.

Asimismo, el medio 46 de control de flujo controla la capacidad del compresor 2 y la cantidad de intercambio de calor del intercambiador de calor exterior 4 para ajustar el caudal (o velocidad de flujo) del refrigerante en el radiador.

El medio 41 de control del compresor, el medio 42 de control de la cantidad de intercambio de calor exterior, el medio 44 de control de grado de sobrecalentamiento del intercambiador de calor de sobreenfriamiento, el medio 45 de control de expansión exterior y el medio 46 de control de flujo están incluidos en el controlador 40a proporcionado en la unidad exterior 1; y el medio 43 de control de grado de sobrecalentamiento interior está incluido en los controladores 40p y 40q proporcionados en las unidades interiores 10p y 10q.

A continuación, se describirá la operación durante una operación de calentamiento. La válvula de cuatro vías 3 está conectada en una dirección indicada por líneas discontinuas en la figura 1. El grado de apertura del mecanismo de expansión exterior 6 se establece de antemano para que se genere una diferencia de presión adecuada antes y después del mecanismo de expansión exterior 6. La válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 está totalmente cerrada, y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q están configurados en grados de apertura apropiados.

El flujo del refrigerante en este caso es el siguiente. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 2 recorre el separador de aceite 17 y la válvula de cuatro vías 3 para fluir hacia la tubería principal de gas 15. El separador de aceite 17 funciona de la misma manera que en la operación de enfriamiento. El refrigerante suministrado a las unidades interiores 10p y 10q a través de la tubería principal de gas 15 se convierte en un refrigerante de alta presión y baja temperatura irradiando calor en los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q en las unidades interiores 10p y 10q y se despresuriza por mecanismos de expansión interiores 11p y 11q para convertirse en un refrigerante de fase líquida de presión intermedia o un refrigerante bifásico casi en estado líquido saturado. El refrigerante de presión intermedia recorre la tubería principal de líquido 7 y posteriormente fluye hacia la unidad exterior 1, donde el refrigerante se convierte en un estado bifásico de baja presión recorriendo el mecanismo de expansión exterior 6. El refrigerante bifásico de baja presión recorre el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 y luego se evapora en el intercambiador de calor exterior 4 para convertirse en un refrigerante de baja presión y baja temperatura. Después, el refrigerante de baja presión y baja temperatura recorre el acumulador 16 y es aspirado hacia el compresor 2. El acumulador 16 opera de la misma manera que en la operación de enfriamiento descrita anteriormente. Como la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 está totalmente cerrada y no tiene ningún flujo en su interior, no hay intercambio de calor en el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5. Si hay un flujo en la válvula de regulación de sobreenfriamiento 21, se realizaría intercambio de calor, haciendo que el rendimiento se deteriorase en proporción.

La figura 3 ilustra la configuración y la operación del controlador 40 durante la operación de calentamiento. Durante la operación de calentamiento, dado que los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q funcionan como radiadores, se establece una "pseudo" temperatura de condensación de modo que se exhibe una cantidad predeterminada de intercambio de calor, y un valor de alta presión que logra esta "pseudo" temperatura de condensación se establece como un valor objetivo de alta presión. Después, en el medio 41 de control del compresor se realiza el control de velocidad de rotación del compresor 2 con el inversor. La capacidad de operación del compresor 2 se controla de modo que un valor de alta presión medido por el sensor de presión 31a se convierta en un valor objetivo predeterminado, por ejemplo, un valor de presión correspondiente a una "pseudo" temperatura de saturación de 50 grados Celsius. Al mismo tiempo, aunque el control de velocidad de rotación también hace que cambie la temperatura de evaporación en el intercambiador de calor exterior 4, se establece un intervalo determinado para garantizar el rendimiento y la fiabilidad, y un valor de baja presión que logra esta temperatura de evaporación se establece como un valor objetivo de baja presión. El caudal de la bomba y la velocidad de rotación del ventilador para transportar agua y aire que sirven como medio de transferencia de calor son controlados por el medio 41 de control del compresor y el medio 42 de control de la cantidad de intercambio de calor exterior en función de un estado preestablecido en función de la cantidad de intercambio de calor en el intercambiador de calor exterior 4 y las cantidades de intercambio de calor en los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q, de modo que un valor de baja presión medido por el sensor de presión 31b está dentro de un intervalo objetivo. En el medio de control 41 del compresor, el control de la velocidad de rotación (control de la capacidad de operación) del compresor 2 se realiza con un inversor.

Asimismo, los grados de apertura de los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q están controlados por el medio 47 de control de grado de sobreenfriamiento interior de modo que los grados de sobreenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q se calculan respectivamente a partir de ("pseudo" temperatura de saturación convertida de presión medida por el sensor de presión 31a) - (temperatura del sensor de temperatura 32f) y ("pseudo" temperatura de saturación convertida de la presión medida por el sensor de presión 31a) - (temperatura del sensor de temperatura 32g) se convierten en un valor objetivo (temperatura). Para este valor objetivo, se utiliza un valor objetivo predeterminado de, por ejemplo, 10 grados Celsius. La válvula de regulación de sobreenfriamiento 21 se controla para que se fije a un grado de apertura inicial preestablecido por el medio 44 de control de grado de sobrecalentamiento del intercambiador de calor de sobreenfriamiento, por ejemplo, a un grado de apertura totalmente cerrado o casi totalmente cerrado.

El grado de apertura del mecanismo de expansión exterior 6 es controlado por el medio 45 de control de expansión exterior de modo que la presión medida por el sensor de presión 31c se convierta en (un valor de presión que alcanza la "pseudo" temperatura de saturación de condensación) y (una presión correspondiente a cuando una entalpía determinada a partir de ("pseudo" temperatura de saturación) - (el valor objetivo de los grados de sobreenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor interiores) coincide con una entalpía de saturación de CO₂).

Asimismo, el medio 46 de control de flujo controla la capacidad del compresor 2 y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q para ajustar el caudal (o velocidad de flujo) del refrigerante en los radiadores.

El medio 41 de control del compresor, el medio 42 de control de la cantidad de intercambio de calor exterior, el medio 44 de control de grado de sobrecalentamiento del intercambiador de calor de sobreenfriamiento, el medio 45 de control de expansión exterior y el medio 46 de control de flujo están incluidos en el controlador 40a proporcionado en la unidad exterior 1, y el medio 47 de control de grado de sobreenfriamiento interior está incluido en los controladores 40p y 40q proporcionados en las unidades interiores 10p y 10q.

Con respecto a la diferencia entre la operación de calentamiento y la operación de enfriamiento, durante la operación de enfriamiento, existe un refrigerante líquido a alta presión en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q, mientras que durante la operación de calentamiento, existe un refrigerante de fase líquida de presión intermedia o refrigerante bifásico casi en estado líquido saturado en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q. Por lo tanto, en la operación de calentamiento, se genera un exceso de refrigerante ya que el refrigerante no puede ser retenido suficientemente en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q, en comparación con la operación de enfriamiento, y este exceso de refrigerante existe como refrigerante líquido en el acumulador 16. En un aparato de acondicionamiento de aire de gran capacidad, se incrementan los diámetros y las longitudes de las tuberías de la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q, dando como resultado un aumento adicional en el exceso de refrigerante.

Sin embargo, si no se proporciona el mecanismo de expansión exterior 6, el refrigerante en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q estarían a baja presión, en estado bifásico, dando como resultado un aumento en la cantidad de exceso de refrigerante. Debido a que la densidad del refrigerante en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q es grande, la cantidad de exceso de refrigerante se suprime ajustando el grado de apertura del mecanismo de expansión exterior 6. Asimismo, al ajustar adecuadamente el grado de apertura del mecanismo de expansión exterior 6 durante la operación de enfriamiento, se reduce el refrigerante líquido en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q durante la operación de enfriamiento, por lo que se puede suprimir la cantidad de refrigerante en exceso durante la operación de calentamiento.

Generalmente, el intercambiador de calor exterior 4 tiene una capacidad mayor que la de los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q, y la diferencia de capacidad que se produce cuando los intercambiadores de calor se usan como radiadores crea un exceso de refrigerante durante la operación de calentamiento. Un valor obtenido multiplicando un factor de seguridad por la suma de la cantidad de exceso de refrigerante en los intercambiadores de calor y la cantidad de exceso de refrigerante en la tubería principal de líquido 7 y las tuberías secundarias de líquido 9p y 9q es igual a la capacidad del acumulador. En el aparato de acondicionamiento de aire, un gran acumulador afectaría el coste y la compacidad.

El intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 se usa durante la operación de enfriamiento, pero no se usa durante la operación de calentamiento. Esto tiene la intención de reducir una pérdida de presión en el circuito del lado de baja presión durante la operación de enfriamiento. Con CO₂, que tiene una gran capacidad de transporte de calor, la pérdida de presión es pequeña, a diferencia de los refrigerantes de fluorocarburo. Por lo tanto, parece que no es necesario proporcionar el intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5. Sin embargo, si el aparato está diseñado centrándose principalmente en el rendimiento de irradiación de calor de los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q para mejorar el rendimiento de transferencia de calor durante la operación de calentamiento, el número de trayectorias se reduciría, lo que puede hacer que la pérdida de presión durante la operación de enfriamiento sea mayor que cuando se usa un refrigerante de fluorocarburo. Por lo tanto, El intercambiador de calor de sobreenfriamiento 5 es eficaz para lograr el rendimiento de refrigeración y calentamiento.

Como en el caso anterior, se han descrito la operación durante la operación de enfriamiento y la operación durante la operación de calentamiento. Tenga en cuenta que la descripción anterior se refiere a un caso donde la carga interior

es una carga nominal que es equivalente a la capacidad nominal del aparato de acondicionamiento de aire. A continuación se describirá un caso en el que la carga interior es una carga parcial que es menor que la capacidad nominal del aparato de acondicionamiento de aire.

5 En primer lugar, se describirá la carga parcial durante la operación de enfriamiento. Si la carga interior es pequeña, el número de unidades interiores en operación disminuirá en consecuencia y habrá una unidad interior suspendida. Cuando la unidad interior 10p se detiene, el grado de apertura del mecanismo de expansión interior 11p se vuelve cero, en el que la cantidad de refrigerante que circula en el mismo se vuelve cero. Debido a que el intercambiador de calor interior 12p está en un estado gaseoso de baja presión, ningún refrigerante se estancará durante la suspensión. Como la cantidad de refrigerante en circulación es cero, el aceite de la máquina de refrigeración que fluye junto con el refrigerante no se acumula, para garantizar la fiabilidad del compresor.

10 La frecuencia del compresor disminuye con el fin de mantener la temperatura de evaporación a una temperatura fija de acuerdo con la suspensión de una o algunas de las unidades interiores. Dado que la cantidad de intercambio de calor en la unidad interior y la entrada del compresor disminuyen, $(\text{cantidad de intercambio de calor exterior}) = (\text{cantidad de intercambio de calor interior}) + (\text{entrada del compresor})$ se cumple, para que disminuya la cantidad de intercambio de calor en la unidad exterior.

15 La figura 4 ilustra las relaciones entre la cantidad de intercambio de calor exterior, la velocidad del aire del ventilador y el área de transferencia de calor. En primer lugar, la velocidad del aire del ventilador se reduce para reducir la cantidad de intercambio de calor exterior. Cuando la velocidad del aire del ventilador alcanza un determinado valor límite inferior, el área de transferencia de calor se reduce para reducir aún más la cantidad de intercambio de calor exterior. Si todas las válvulas de cierre de intercambio de calor 23a, 23b y 23c están abiertas, la válvula de cierre de intercambio de calor 23a se cierra primero, y se aumenta la velocidad del aire del ventilador. En este caso, la velocidad del aire del ventilador es menor que la velocidad máxima del aire correspondiente a cuando todas las válvulas de cierre de intercambio de calor están abiertas. Esto es para cambiar continuamente la cantidad de intercambio de calor exterior cuando se activa la válvula de cierre de intercambio de calor. Si la cantidad de intercambio de calor exterior se reduce aún más, se reduce la velocidad del aire del ventilador. Cuando la velocidad del aire del ventilador alcanza un determinado valor límite inferior, el área de transferencia de calor se reduce para reducir aún más la cantidad de intercambio de calor exterior. La válvula de cierre de intercambio de calor 23b está cerrada y la velocidad del aire del ventilador aumenta.

20 A continuación, se describirá la carga parcial durante la operación de calentamiento. Si la carga interior es pequeña, el número de unidades interiores en operación disminuirá en consecuencia y habrá una unidad interior suspendida. Cuando la unidad interior 10p se detiene, El grado de apertura del mecanismo de expansión interior 11p está ligeramente abierto, para que circule una pequeña cantidad de refrigerante. Esto es para suprimir la pérdida de estabilidad de control, que es el resultado de una disminución en la cantidad de refrigerante requerido provocada por una distribución desigual del refrigerante en el ciclo de refrigeración. Específicamente, dicha distribución desigual del refrigerante puede ocurrir cuando el mecanismo de expansión interior 11p está totalmente cerrado y el refrigerante en el intercambiador de calor interior 10p que se está enfriando finalmente se convierte en un refrigerante de baja densidad y alta densidad; aumentando por ende la cantidad de refrigerante en la unidad interior suspendida.

25 Sin embargo, como solo hay una pequeña cantidad de refrigerante en circulación, el aceite de la máquina de refrigeración tiende a acumularse fácilmente. Por otra parte, Si la cantidad en circulación del refrigerante aumenta, no suspenderá la unidad interior de acuerdo con la carga; por lo tanto, el caudal del refrigerante se establece en un valor pequeño, así como para controlar la carga. Con respecto a la acumulación del aceite de la máquina de refrigeración, la operación de retorno de aceite, que se describirá más adelante, se realiza para garantizar la fiabilidad del compresor.

30 La frecuencia del compresor disminuye para mantener la "pseudo" temperatura de condensación a una temperatura fija de acuerdo con la suspensión de la unidad interior. Dado que la cantidad de intercambio de calor en la unidad interior y la entrada del compresor disminuyen, $(\text{cantidad de intercambio de calor exterior}) = (\text{cantidad de intercambio de calor interior}) + (\text{entrada del compresor})$ se cumple, para que disminuya la cantidad de intercambio de calor en la unidad exterior. La operación de los controladores durante esta disminución es la misma que en la operación de enfriamiento.

35 Al realizar el control de la manera descrita anteriormente, el aparato de acondicionamiento de aire puede responder a los cambios en la carga interior durante la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

40 A continuación, se describirá el aceite de la máquina de refrigeración que circula junto con el refrigerante en el ciclo de refrigeración. En primer lugar, la descripción se dará en un caso en el que se realiza la operación de enfriamiento. En el caso de una carga nominal, la cantidad de refrigerante en circulación es generalmente grande, por lo que es menos probable que se acumule el aceite de la máquina de refrigeración. Sin embargo, debido a que tiene propiedades inmiscibles, el aceite refrigerante tiende a acumularse fácilmente en el ciclo cuando el refrigerante es de baja temperatura a alta presión ya que la velocidad de flujo del refrigerante es baja. Esto es especialmente notable en el caso de una carga parcial y, por consiguiente, la velocidad de flujo del refrigerante debe establecerse en un valor determinado o superior. Las figuras 5A y 5B son diagramas de flujo que ilustran un control explicativo realizado por el controlador 40 durante la operación de enfriamiento. El proceso de control se describirá a continuación.

En primer lugar, en la etapa S0, el compresor 2 y similares se activan para que el aparato de acondicionamiento de aire comience la operación de enfriamiento. En la etapa S1, el medio 40 de control múltiple que constituye el controlador establece valores fijos en función de configuraciones iniciales según los resultados de detección de estado inicial de los sensores respectivos.

- 5 En la etapa S2, se determina si un período de tiempo predeterminado (p. ej., 5 minutos o 10 minutos) ha transcurrido desde que el aparato de acondicionamiento de aire haya comenzado a operar.

Si en la etapa S2 se determina que ha transcurrido el período de tiempo predeterminado desde el inicio de la operación, el proceso pasa a la etapa S3 donde los medios de control (40, 41, 42, 43, 44 y 45) excluyendo el medio 46 de control de flujo controlan sus objetivos de control respectivos en función de la información (datos) relacionada con los sensores de presión 31 (31a, etc.), los sensores de temperatura 32 (32a, etc.), y el estado de uso (condiciones de carga) de las unidades interiores 10p y 10q. Después, en la etapa S4, se determina si un período de tiempo predeterminado (p. ej., 5 minutos o 10 minutos) ha transcurrido. En este caso, en comparación con el control anteriormente mencionado significa realizar la determinación cada vez (p. ej., cada 1 minuto) que se envían comandos de control específicos al mismo, la determinación en el medio 46 de control de flujo se realiza de modo que el medio 46 de control de flujo realice la etapa S4 en un intervalo de tiempo suficientemente mayor (p. ej., cada 5 minutos). Esto es para impedir la ocurrencia de, por ejemplo, oscilación para permitir un control estable.

20 Cuando ha transcurrido el período de tiempo predeterminado en la etapa S4, la velocidad de flujo de refrigerante en el lado de salida del intercambiador de calor exterior 4 que sirve como radiador se calcula en la etapa S5. Este cálculo se puede realizar de la siguiente manera. El medio 41 de control del compresor y el medio 42 de control de la cantidad de intercambio de calor exterior tienen un valor objetivo de alta presión y un valor objetivo de baja presión, y la cantidad de refrigerante en circulación se calcula a partir del valor objetivo de baja presión, un valor de detección del sensor de temperatura 32b, y la frecuencia del compresor. Después, la densidad en la salida del radiador se calcula a partir del valor objetivo de alta presión y un valor de detección del sensor de temperatura 32d. Asimismo, una velocidad media de flujo de refrigerante en el lado de salida del intercambiador de calor exterior 4 puede calcularse en función del estado abierto/cerrado de las válvulas de cierre de intercambio de calor 23a, 23b y 23c, el número de trayectorias del radiador almacenadas previamente en el controlador 40, y el área de la sección transversal de las tuberías de transferencia de calor en el radiador.

30 En la etapa S6, si el valor calculado es mayor o igual que un valor de umbral predeterminado, ya que no se acumularía aceite, el proceso vuelve a la etapa S3. Sin embargo, si el aparato opera en una operación de carga parcial debido a condiciones ambientales, tales como una solicitud del lado de la carga o la temperatura del aire exterior, la velocidad del flujo de refrigerante disminuye, haciendo que el valor calculado se vuelva más pequeño que el valor de umbral. En ese caso, el proceso pasa a la etapa S7.

35 En la etapa S7, el estado actual abierto/cerrado de las válvulas de cierre de intercambio de calor 23a, 23b y 23c, la velocidad actual del aire del ventilador en el intercambiador de calor exterior 4 y la frecuencia actual del compresor 2 se almacenan. Después, el proceso pasa a la etapa S10 si el estado abierto/cerrado corresponde al estado A (válvula de cierre de intercambio de calor 23a: cerrado, 23b: cerrado, 23c: abierto). En este caso, como no hay válvulas de cierre que cerrar, la frecuencia del compresor 2 aumenta para aumentar la velocidad del flujo. Después, en la etapa S11, el aumento de la velocidad del flujo de refrigerante se calcula utilizando el método descrito en la etapa S5. En la etapa S12, si el valor calculado es mayor que un segundo valor de umbral predeterminado, el proceso pasa a la etapa S40. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral en la etapa S12, el proceso vuelve a la etapa S10.

45 Si el estado abierto/cerrado corresponde al estado B (válvula de cierre de intercambio de calor 23a: cerrado, 23b: abierto, 23c: abierto) en la etapa S8, el proceso pasa a la etapa S20. En la etapa S20, la válvula de cierre 23c está cerrada y la velocidad del aire del ventilador aumenta para compensar una cantidad por la cual el área cerrada de transferencia de calor del intercambiador de calor exterior 4 se reduce por la trayectoria cerrada 4c. En la etapa S21, la velocidad de flujo del refrigerante se calcula utilizando el método descrito en la etapa S5. En la etapa S22, si el valor calculado es mayor que el segundo valor de umbral predeterminado, el proceso pasa a la etapa S40. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral, el proceso pasa a la etapa S23. En la etapa S23, la frecuencia del compresor 2 aumenta. En la etapa S24, se calcula la velocidad de flujo del refrigerante. En la etapa S25, si el valor calculado es mayor que el segundo valor de umbral, el proceso pasa a la etapa S40. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral en la etapa S25, el proceso vuelve a la etapa S23.

55 Si el estado abierto/cerrado corresponde al estado C (válvula de cierre de intercambio de calor 23a: abierto, 23b: abierto, 23c: abierto) en la etapa S8, el proceso pasa a la etapa S30. Cuando la válvula de cierre de intercambio de calor 23c se cierra en la etapa S30, dado que el área de transferencia de calor del intercambiador de calor exterior 4 se reduce en una cantidad equivalente a la trayectoria 4c, la velocidad del aire del ventilador aumenta para compensar esa cantidad. En la etapa S31, se calcula la velocidad de flujo del refrigerante. En la etapa S32, si el valor calculado es mayor que el segundo valor de umbral predeterminado, el proceso pasa a la etapa S40. Por otra parte, si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral, la válvula de cierre 23b se cierra en la etapa S33, y la velocidad del aire del ventilador aumenta para compensar una cantidad en la que el área cerrada de transferencia de calor del intercambiador de calor exterior 4 se reduce por la trayectoria cerrada 4b. Asimismo, en la etapa S34, se

- calcula la velocidad de flujo del refrigerante. En la etapa S35, si el valor calculado es mayor que el segundo valor de umbral predeterminado, el proceso pasa a la etapa S40. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral, La frecuencia del compresor 2 aumenta en la etapa S36. En la etapa S37, se calcula la velocidad de flujo del refrigerante. En la etapa S38, si el valor calculado es mayor que el segundo valor de umbral, el proceso pasa a la etapa S40. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral, el proceso vuelve a la etapa S36.
- 5
- Cuando transcurre un período de tiempo predeterminado en la etapa S40, el proceso pasa a la etapa S41. En la etapa S41, el estado se restablece al estado almacenado en la etapa S7, y el proceso vuelve a la etapa S3.
- Al realizar el control utilizando la velocidad del flujo de refrigerante en la salida del radiador de la manera descrita anteriormente, se puede evitar que el aceite de la máquina de refrigeración se acumule mientras se mantiene un control estable.
- 10
- Como valor de umbral de la velocidad del flujo de refrigerante, se ha usado un valor establecido empíricamente en la técnica relacionada. Sin embargo, no hay hallazgos ni técnicas de diseño con respecto a los patrones de flujo de petróleo en un estado supercrítico. En la técnica relacionada, se ha establecido un valor de umbral de la velocidad de flujo del refrigerante utilizando las propiedades físicas de los refrigerantes de gas y las propiedades físicas del aceite de la máquina de refrigeración en una ecuación de velocidad de inundación de aire y agua. Sin embargo, dado que la diferencia de densidad entre un refrigerante supercrítico de baja temperatura y el aceite de máquina de refrigeración es pequeña, cuando las propiedades se sustituyen en la ecuación de velocidad de inundación, el resultado del cálculo indica que no se produce acumulación de aceite.
- 15
- Sin embargo, un resultado obtenido a partir de un experimento de visualización indica que la cantidad de aceite acumulado aumenta a una velocidad de flujo de refrigerante que es mayor o igual a un valor (p. ej., 0,2 m/s) obtenido al sustituir las propiedades del aceite de la máquina de refrigeración y las propiedades del refrigerante en la ecuación de velocidad de inundación, y que los patrones de flujo del aceite cambian en ese momento.
- 20
- La figura 6 es un diagrama de Baker que ilustra patrones de flujo. Se sabe que la cantidad de aceite acumulado aumenta cuando el patrón de flujo cambia de un flujo anular a un flujo laminar (flujo estratificado en la figura 6). Aunque el diagrama de Baker ilustra patrones de flujo bifásico en un sistema de aire-agua, Se sabe que, cuando el refrigerante, que tiene baja viscosidad, y el aceite de la máquina de refrigeración, que tiene alta viscosidad, son reemplazados por aire y agua, respectivamente, se comportan de la misma manera. El valor de umbral de la velocidad del flujo de refrigerante puede determinarse a partir del estado operativo del aparato de acondicionamiento de aire en el experimento de visualización mencionado anteriormente. En una condición de uso representativa de un refrigerante de CO₂, el valor de umbral oscila entre 0,4 m/s y 0,6 m/s. Sin embargo, en vista de casos excepcionales, el valor de umbral de la velocidad de flujo del refrigerante de CO₂ en la realización 1 se establece dentro de un intervalo de entre 0,3 m/s y 0,7 m/s.
- 25
- El segundo valor de umbral se determina devolviendo el aceite de máquina de refrigeración acumulado dentro de un período de tiempo específico, y es mayor que el valor de umbral mencionado anteriormente. Por ejemplo, el segundo valor de umbral es 1,5 veces el valor de umbral mencionado anteriormente.
- 30
- Las figuras 7A y 7B son diagramas de flujo que ilustran un control explicativo realizado por el controlador 40 durante la operación de calentamiento. En este caso, a diferencia de durante la operación de enfriamiento, los intercambiadores de calor interiores 12p y 12q funcionan como radiadores.
- 35
- En primer lugar, en la etapa S100, el compresor 2 y similares se activan para que el aparato de acondicionamiento de aire comience la operación de calentamiento. En la etapa S101, el medio 40 de control múltiple que constituye el controlador establece valores fijos en función de configuraciones iniciales según los resultados de detección de estado inicial de los sensores respectivos.
- 40
- En la etapa S102, se determina si un período de tiempo predeterminado (p. ej., 5 minutos o 10 minutos) ha transcurrido desde que el aparato de acondicionamiento de aire haya comenzado a operar.
- 45
- Si en la etapa S102 se determina que ha transcurrido el período de tiempo predeterminado desde el inicio de la operación, el proceso pasa a la etapa S103 donde los medios de control (40, 41, 42, 47, 44 y 45) excluyendo el medio 46 de control de flujo controlan sus objetivos de control respectivos en función de la información (datos) relacionada con los sensores de presión 31 (31a, etc.), los sensores de temperatura 32 (32a, etc.), y condiciones de uso (condiciones de carga) de las unidades interiores 10p y 10q. Después, en la etapa S104, se determina el estado de maniobra de cada unidad interior. Esto se realiza ya que el comportamiento del intercambiador de calor interior es diferente entre el estado operativo y el estado detenido. En particular, si la unidad interior está parada, los sensores de temperatura a menudo cometen errores de detección y, por lo tanto, es necesario cambiar el método de cálculo.
- 50
- Cuando las unidades interiores están en operación, la velocidad del flujo de refrigerante se calcula en la etapa S105 de la misma manera que en la operación de enfriamiento. En la etapa S106, dado que el aceite de la máquina de refrigeración no se acumularía si el valor calculado es mayor o igual a un valor de umbral predeterminado, el proceso vuelve a la etapa S103. Si el valor calculado es menor que el valor de umbral en la etapa S106, la frecuencia del compresor 2 y los mecanismos de expansión interiores 11p y 11q se almacenan en la etapa S110.
- 55

5 En consecuencia, en la etapa S112, los grados de apertura de los mecanismos de expansión interior 11p y 11q aumentan para aumentar la cantidad de refrigerante en circulación. Después, en la etapa S113, se calcula la velocidad de flujo del refrigerante. En la etapa S114, si el valor calculado es mayor que un segundo valor de umbral predeterminado, el proceso pasa a la etapa S117. Si el valor calculado es menor o igual que el segundo valor de umbral, Los grados de apertura de los mecanismos de expansión interior se determinan en la etapa S115. Si los grados de apertura no están al máximo, el proceso vuelve a la etapa S112. Si los grados de apertura son máximos, la frecuencia del compresor 2 aumenta en la etapa S116, y el proceso pasa a la etapa S117.

Cuando transcurre un determinado período de tiempo en la etapa S117, el proceso pasa a la etapa S118 donde el estado se restablece al estado almacenado en la etapa S110, y el proceso vuelve a la etapa S103.

10 Si una unidad interior está parada en la etapa S104, el proceso se realiza de una manera sustancialmente similar a la anterior. Sin embargo, una parte del flujo se omite en la figura 7B. En este caso, en la etapa S132 correspondiente a la etapa S112, la frecuencia del compresor 2 aumenta además de aumentar el mecanismo de expansión interior 11p, 11q.

Asimismo, la unidad interior 10q se controla de manera similar a la de la unidad interior 10p.

15 Las etapas S111 y S131 en la figuras 7B pueden omitirse, y no están incluidos en la descripción anterior.

Debido a que el aparato de acondicionamiento de aire según la realización 1 tiene la configuración descrita anteriormente, se impide que se acumule una gran cantidad de aceite de máquina de refrigeración en cada radiador en cualquier estado operativo, garantizando de ese modo adecuadamente la fiabilidad del aparato.

20 Aunque la descripción anterior de la realización 1 se refiere a un aparato de acondicionamiento de aire basado en un método de enfriamiento directo de refrigerante, la invención puede aplicarse como alternativa a un tipo que realiza aire acondicionado indirectamente usando un medio de transporte, tal como un enfriador. Asimismo, aunque la descripción anterior se refiere a un método de cambio de enfriamiento-calentamiento en el que todas las unidades interiores están en operación de enfriamiento o calentamiento, pueden lograrse ventajas similares en un método de calentamiento y enfriamiento simultáneo si los intercambiadores de calor son radiadores. Asimismo, dado que el ciclo de refrigeración del dióxido de carbono tiene baja eficacia, la recuperación de energía se puede realizar en un mecanismo de expansión para permitir un mejor rendimiento.

25 Asimismo, aunque una velocidad media de flujo de refrigerante se calcula como un valor de cálculo en la realización 1, si se determina de antemano la peor velocidad de flujo de refrigerante correspondiente a una con un equilibrio de trayectoria deficiente en un radiador, se puede calcular la velocidad de flujo de refrigerante para la trayectoria correspondiente. Esto permite una mayor fiabilidad ya que la determinación se realiza en función de una trayectoria en la que se acumula el aceite.

30 Lista de los signos de referencia

1 unidad exterior; 2 compresor; 3 válvula de cuatro vías; 4 intercambiador térmico exterior; 4a, 4b, 4c trayectorias de intercambiador de calor exterior; 5 intercambiador de calor de sobreenfriamiento; 6 mecanismo de expansión exterior; 35 7 tubería principal de líquido; 8 puntos de unión de la tubería principal de líquido; 9p, 9q tuberías secundarias de líquido; 10p, 10q unidades interiores; 11p, 11q mecanismos de expansión interiores; 12p, 12q intercambiadores de calor interiores; 13p, 13q tuberías secundarias de gas; 14 puntos de unión de la tubería principal de gas; 15 tubería principal de gas; 16 acumulador; 16a tubo en U; 16a, 16b, 16c orificios de retorno de aceite; 17 separador de aceite; 18 derivación de retorno de aceite; 19 tubo capilar; 21 válvula de regulación de sobreenfriamiento; 22 derivación de sobreenfriamiento; 23 (23a, 23b, 23c) válvulas de cierre de intercambio de calor; 31 (31a, 31b, 31c) sensores de presión; 32 (32a a 32k) sensores de temperatura; 40 (40a, 40p, 40q) controladores; 41 medio de control del compresor; 42 medio de control de la cantidad de intercambio de calor exterior; 43 medio de control de grado de sobrecalentamiento interior; 44 medio de control del grado de sobrecalentamiento del intercambiador de calor de sobreenfriamiento; 45 medio de control de expansión exterior; 46 medio de control de flujo; 47 medio de control de grado de superenfriamiento interior.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de acondicionamiento de aire que comprende un circuito refrigerante con un refrigerante, que opera en un ciclo transcrito, y aceite de máquina de refrigeración, que tiene baja miscibilidad con el refrigerante, comprendiendo el circuito refrigerante un compresor (2), un radiador (4), un mecanismo de expansión (6) y un evaporador (12p, 12q), comprendiendo además el aparato de acondicionamiento de aire:
- un mecanismo de regulación de flujo proporcionado en el circuito refrigerante; y un medio (46) de control de flujo configurado para controlar el mecanismo de regulación de flujo, caracterizado por que
- 10 si la velocidad del flujo de refrigerante en un lado de salida del radiador (4) es inferior a un valor de umbral predeterminado, la velocidad del flujo de refrigerante, en la que el refrigerante está en un estado supercrítico, en el lado de salida del radiador (4) aumenta mediante el medio de control de flujo de modo que la operación de retorno de aceite que devuelve el aceite de la máquina de refrigeración descargado desde el compresor (2) al compresor (2) se realiza hasta que la velocidad de flujo de refrigerante sea mayor que un segundo valor de umbral que es mayor que el valor de umbral predeterminado y transcurre al menos un período de tiempo predeterminado.
- 15 2. El aparato de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1, en donde el valor de umbral predeterminado se determina en función de un límite entre un flujo laminar y un flujo anular.
3. El aparato de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1 o 2, en donde el radiador (4) es uno de una pluralidad de radiadores, se verifica la velocidad de flujo del refrigerante en cada radiador, y luego la operación de retorno de aceite correspondiente al radiador se realiza individualmente.
- 20 4. El aparato de acondicionamiento de aire según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde cada radiador incluye una pluralidad de trayectorias y la velocidad de flujo de refrigerante se establece como uno o un valor medio de las velocidades de flujo de refrigerante de las trayectorias respectivas.
5. El aparato de acondicionamiento de aire según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el mecanismo de expansión tiene una función del mecanismo de regulación de flujo y el medio (46) de control de flujo cambia un grado de apertura del mecanismo de expansión.
- 25 6. El aparato de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1, 2 o 4, en donde
- cada radiador incluye una pluralidad de trayectorias; la velocidad del flujo de refrigerante, que es un valor clave para la operación de retorno de aceite, se establece como uno o un valor medio de las velocidades de flujo de refrigerante de las trayectorias respectivas; se proporciona una pluralidad de válvulas de cierre en las entradas de los radiadores, respectivamente; el mecanismo de expansión tiene una función del mecanismo de regulación de flujo; múltiples pasos se extienden desde una salida del compresor hasta una entrada del evaporador; y si una determinada velocidad de flujo de refrigerante en los lados de salida de los radiadores es inferior a un cierto valor de umbral, se cierran las válvulas de cierre que corresponden a otros radiadores con velocidades de flujo de refrigerante superiores o iguales al valor de umbral.
- 30 7. El aparato de acondicionamiento de aire según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el compresor (2) es capaz de controlar una capacidad cambiando una frecuencia del mismo y el medio de control de flujo cambia la frecuencia del compresor (2).
8. El aparato de acondicionamiento de aire según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el refrigerante es dióxido de carbono.
- 40 9. El aparato de acondicionamiento de aire según la reivindicación 8, en donde el valor de umbral oscila entre 0,3 m/s y 0,7 m/s.

FIG. 1

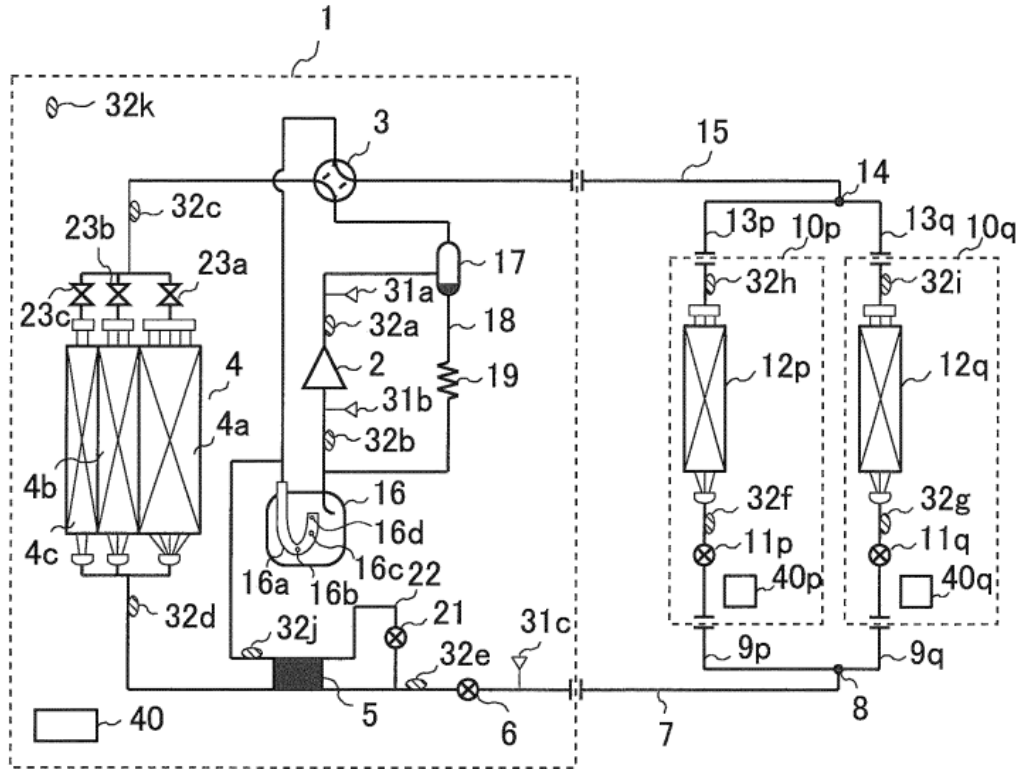


FIG. 2

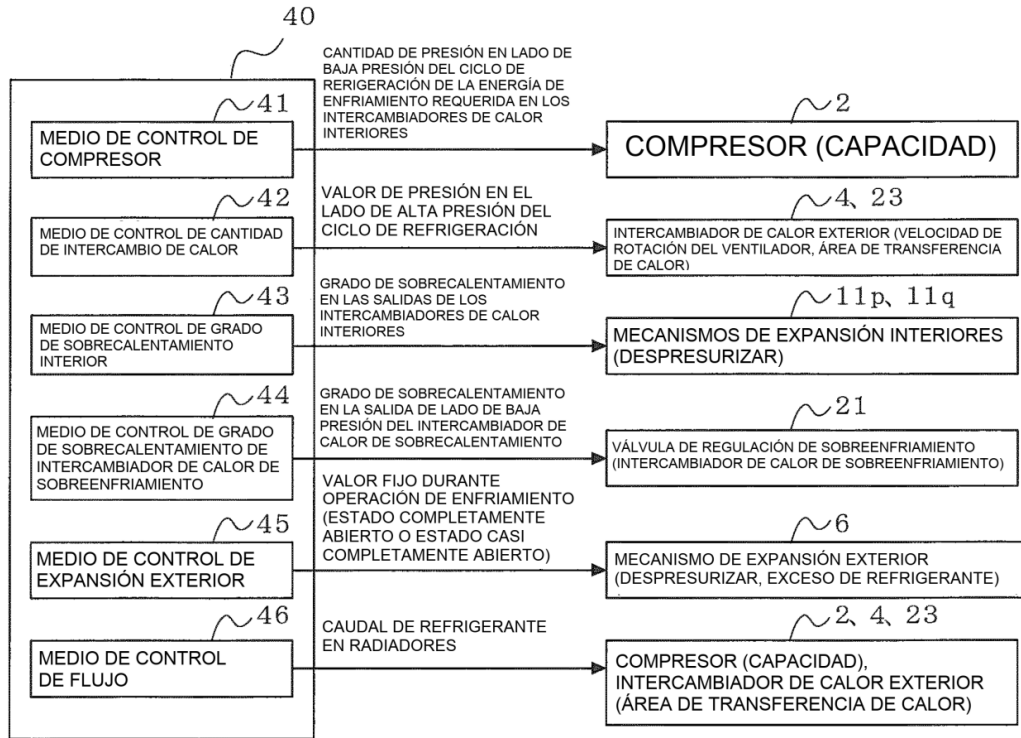


FIG. 3

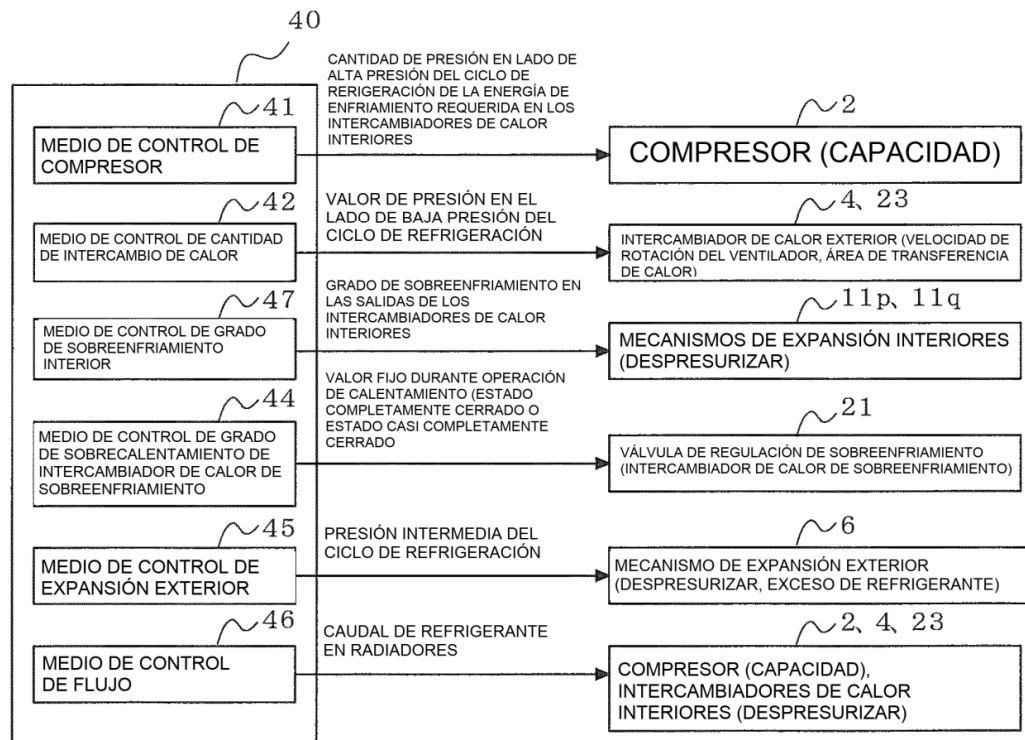


FIG. 4

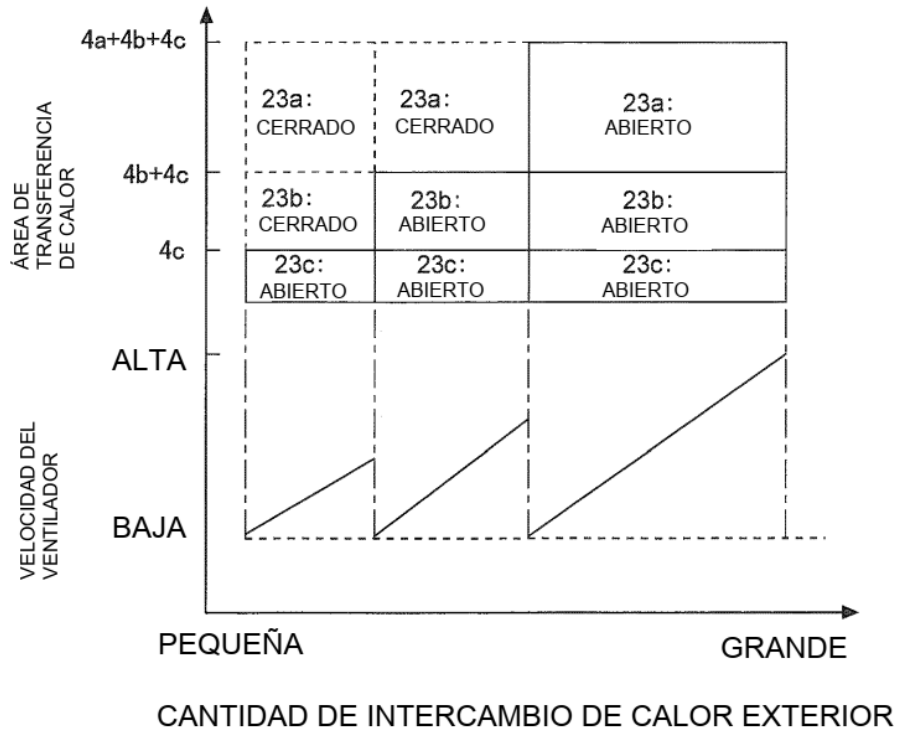


FIG. 5A

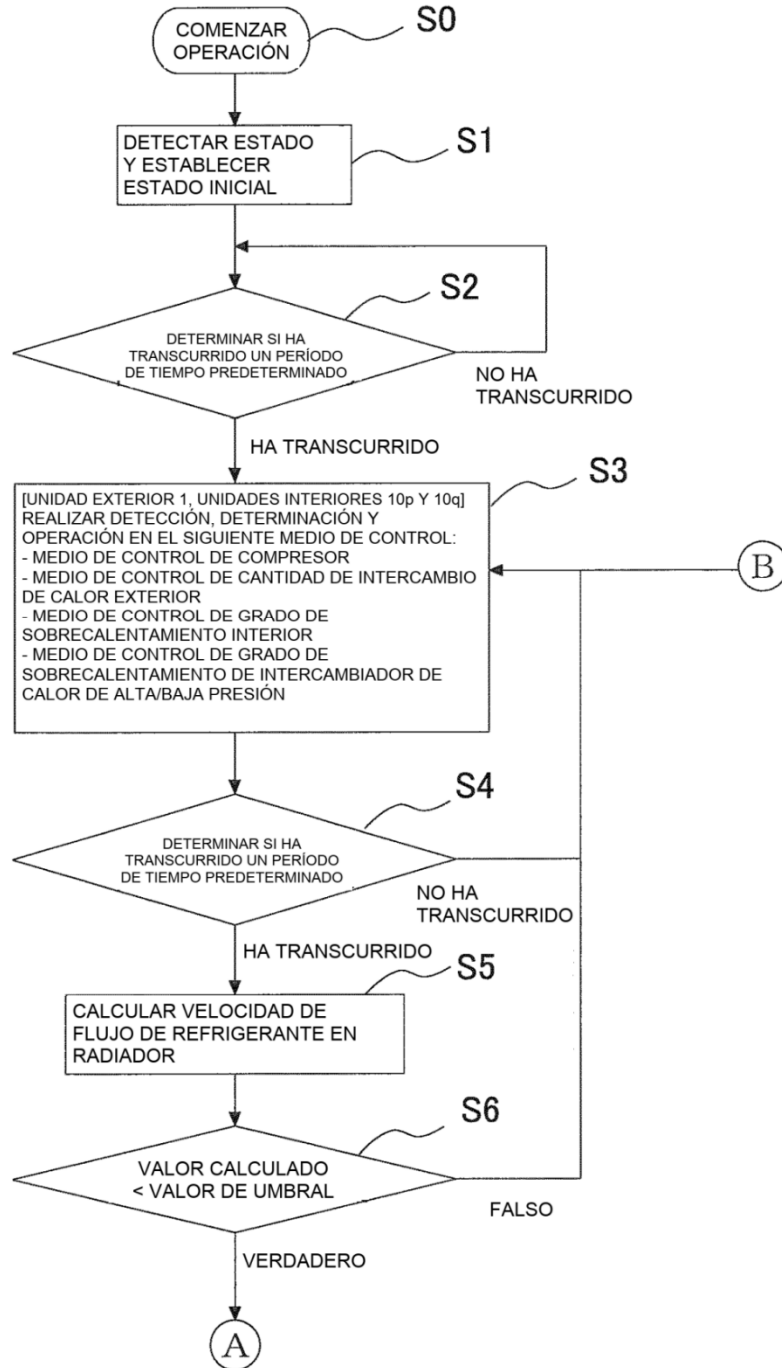


FIG. 5 B

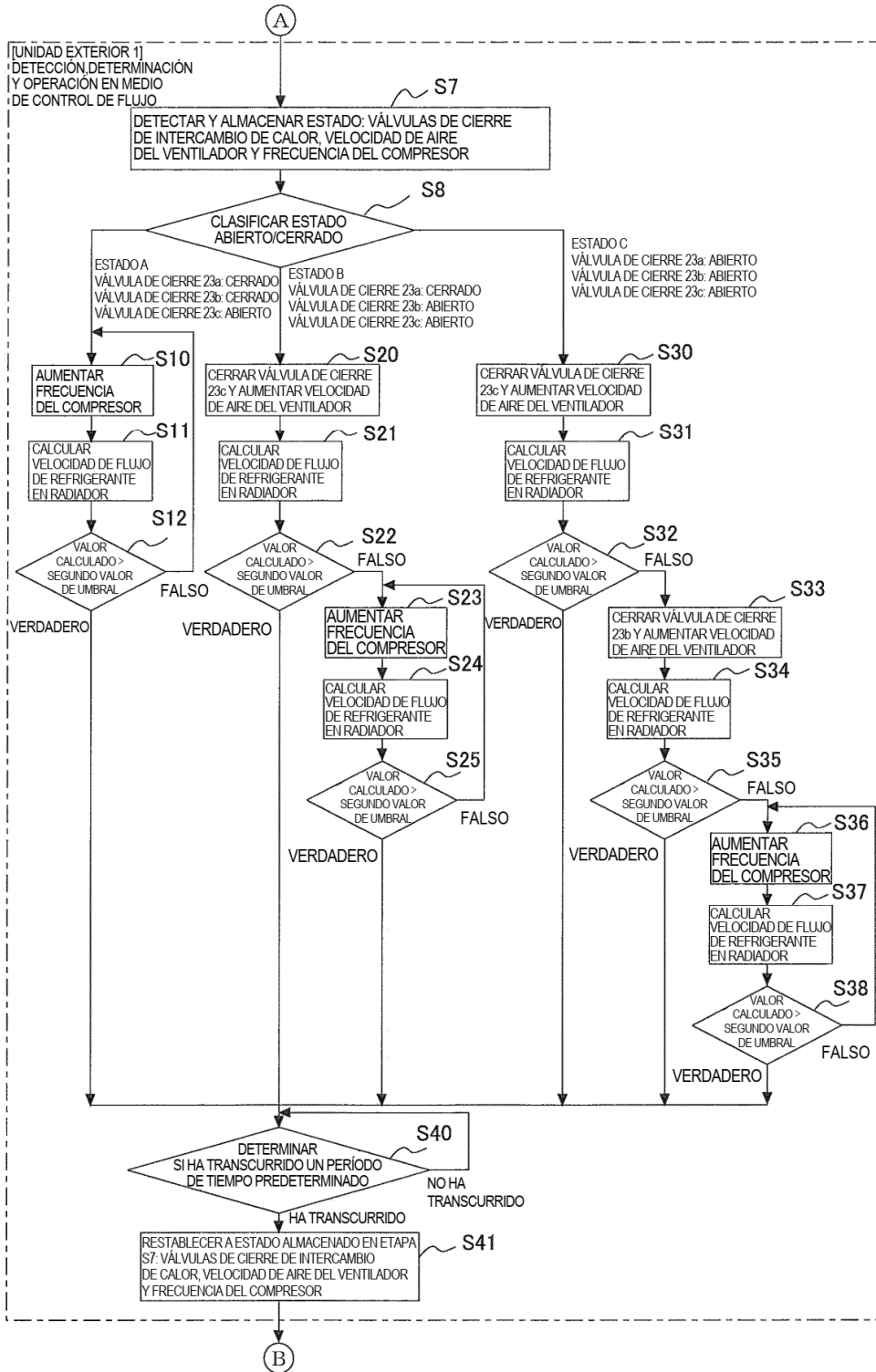


FIG. 6

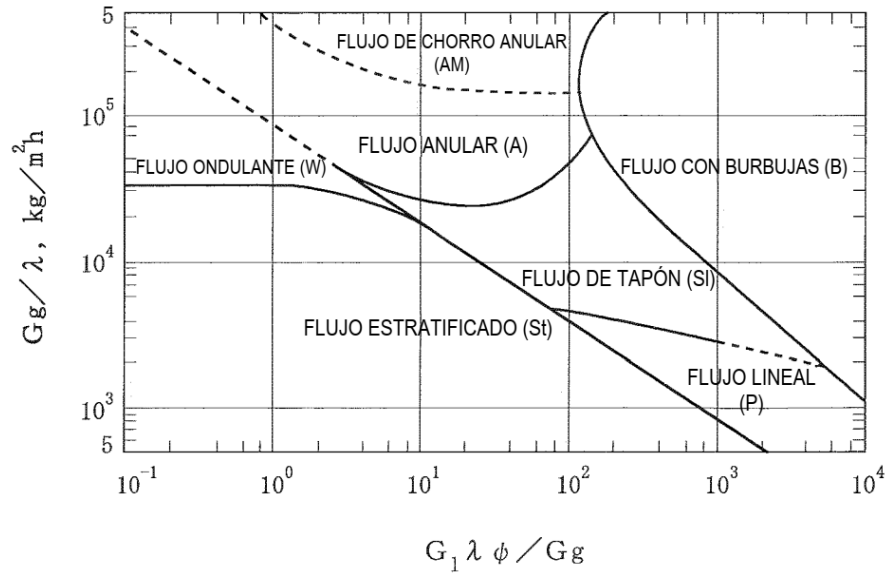


FIG. 7A

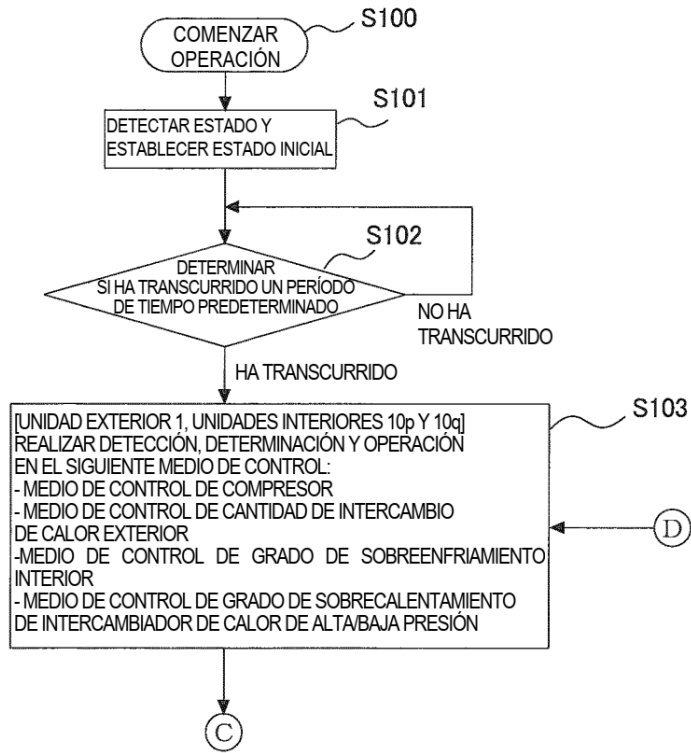


FIG. 7B

