

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 365**

51 Int. Cl.:

**F25B 49/02** (2006.01)

**F24F 11/02** (2006.01)

**F25B 13/00** (2006.01)

**F25B 49/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2006 PCT/JP2006/307341**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2006 WO06109677**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2006 E 06731289 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 1876403**

54 Título: **Sistema de evaluación de la cantidad de refrigerante del acondicionador de aire**

30 Prioridad:

**07.04.2005 JP 2005110830**  
**16.12.2005 JP 2005363731**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.10.2017**

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:

**YOSHIMI, MANABU KANAOKA FACTORY, SAKAI**  
**PLANT,;**  
**YAMAGUCHI, TAKAHIRO KANAOKA FACTORY,**  
**SAKAI PLANT,;**  
**NISHIMURA, TADAFUMI KANAOKA FACTORY,**  
**SAKAI PLANT, y**  
**KASAHARA, SHINICHI KANAOKA FACTORY,**  
**SAKAI PLANT,**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

ES 2 637 365 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

Sistema de evaluación de la cantidad de refrigerante del acondicionador de aire

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en un acondicionador de aire. Más específicamente, la presente invención hace referencia a un acondicionador de aire con una función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire de tipo múltiple en el que una unidad de fuente de calor y una pluralidad de unidades de aprovechamiento están interconectadas por medio de tuberías de comunicación de refrigerante.

**Antecedentes de la técnica**

10 Convencionalmente, se conoce un acondicionador de aire de tipo separado en el que está configurado un circuito de refrigerante mediante la interconexión de una unidad de fuente de calor y una unidad de aprovechamiento por medio de una tubería de comunicación de refrigerante. En un acondicionador de aire de este tipo, el refrigerante puede fugarse del circuito de refrigerante por algunas razones. Tal fuga de refrigerante provoca el deterioro del rendimiento de acondicionamiento de aire y daños en los equipos constituyentes. Por tanto, se prefiere proporcionar una función  
15 para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

Se ha propuesto para estos problemas un método en el que la adecuación de la cantidad de refrigerante se evalúa usando el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en una salida de un intercambiador de calor de exterior durante la operación de calentamiento y el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en una salida de un intercambiador de calor de interior durante la operación de enfriamiento (véase el documento JP-A-02-208469).  
20 Además, se ha propuesto otro método en el que la adecuación de la cantidad de refrigerante se evalúa usando el grado de subenfriamiento en la salida del intercambiador de calor de exterior durante la operación de enfriamiento (véase el documento JP-A-2000-304388).

A partir del documento WO-A-94/08809, se conoce un acondicionador de aire que tiene las características definidas en el preámbulo de la reivindicación 1. Además, también se conoce a partir del documento WO-A-2005/071332 un  
25 acondicionador de aire que tiene las características definidas en el preámbulo de la reivindicación 1 que representa la técnica anterior de acuerdo con el artículo 54(3) EPC.

**Divulgación de la invención**

Adicionalmente, como acondicionador de aire de tipo separado, existe un acondicionador de aire de tipo múltiple que comprende una pluralidad de unidades de aprovechamiento y que se usa para la climatización de los edificios y  
30 similares. En tal acondicionador de aire de tipo múltiple, se carga el refrigerante hasta que la cantidad alcanza una cantidad de refrigerante prescrita, que se calcula *in situ* basándose en la longitud de tubería, las capacidades de los equipos constituyentes, y similares. Sin embargo, existen casos en los que la cantidad de refrigerante inicial, que es la cantidad que se cargó en realidad *in situ*, es inconsistente con la cantidad de refrigerante prescrita, debido a un error de cálculo cuando se calcula la cantidad de refrigerante prescrita o un error en la operación de carga. Debido a  
35 esto, cuando se aplica la función convencional descrita anteriormente para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante al acondicionador de aire de tipo múltiple, incluso si la cantidad de refrigerante inicial es inconsistente con la cantidad de refrigerante prescrita, un valor del grado de subenfriamiento, un valor del grado de sobrecalentamiento, y similares (denominada a continuación en el presente documento "cantidad de estado de funcionamiento") que se obtienen cuando se carga la cantidad de refrigerante prescrita se usarán tal cual como  
40 valores de referencia y se compararán con valores actuales de la cantidad de estado de funcionamiento para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, y esto da como resultado un problema de la degradación de la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante. Adicionalmente, en el acondicionador de aire de tipo múltiple, los propios valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento fluctúan dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante, la combinación de las unidades de  
45 aprovechamiento, y la diferencia en la altura de instalación entre cada unidad. En consecuencia, incluso si el refrigerante se carga hasta la cantidad de refrigerante prescrita, los valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento con respecto a la cantidad de refrigerante no pueden juzgarse únicamente. Esto da como resultado un problema de la degradación de la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante.

Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un acondicionador de aire de tipo múltiple en el que  
50 una unidad de fuente de calor y una pluralidad de unidades de aprovechamiento están interconectadas por medio de tuberías de comunicación de refrigerante con una evaluación precisa de la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, incluso cuando la cantidad de refrigerante cargada *in situ* es inconsistente, o incluso cuando un valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento, que se usa para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de  
55 comunicación de refrigerante, la combinación de las unidades de aprovechamiento, y la diferencia en la altura de instalación entre cada unidad.

Un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención tiene las características de la reivindicación 1.

5 En este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, durante la operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire, los medios de almacenamiento de cantidad de estado almacenan cantidad de estado de funcionamiento en el estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial mediante carga de refrigerante *in situ*, y comparan la cantidad de estado de funcionamiento almacenada como valor de referencia con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante. Por tanto, la cantidad de refrigerante que se ha cargado en realidad en el acondicionador de aire, es decir, la cantidad de refrigerante inicial puede compararse con la cantidad de refrigerante actual.

10 Por consiguiente, en este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, incluso cuando la cantidad de refrigerante cargada *in situ* es inconsistente o incluso cuando el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento, que se usa para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante, la combinación de las unidades de aprovechamiento, y la diferencia en la altura de instalación entre cada unidad, es posible evaluar de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

15 Además, en este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, la cantidad de estado de funcionamiento en el estado en el que la cantidad de refrigerante es menor que la cantidad de refrigerante inicial se usa como valor de referencia y se compara con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire puede mejorarse adicionalmente.

20 Los modos de realización de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

25 En un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con un aspecto de la presente invención, la operación de prueba incluye una operación para cambiar variables de control de los equipos constituyentes del acondicionador de aire. Los medios de almacenamiento de cantidad de estado almacenan la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante durante la operación para cambiar variables de control.

30 En este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, con el fin de obtener no solo la cantidad de estado de funcionamiento en el estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial sino también la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que las condiciones de funcionamiento tales como la temperatura de refrigerante y la presión de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante, la temperatura de exterior, la temperatura de la sala, y similares son diferentes de aquellas durante la operación de prueba, se cambian variables de control de los equipos constituyentes para realizar una operación para simular condiciones de funcionamiento diferentes de aquellas durante la operación de prueba, y la cantidad de estado de funcionamiento durante esta operación puede almacenarse en los medios de almacenamiento de cantidad de estado.

35 Por consiguiente, en este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, basándose en la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de los equipos constituyentes cambiadas, por ejemplo, se determinan una correlación y una fórmula de corrección para la cantidad de estado de funcionamiento para diferentes condiciones de funcionamiento. Mediante el uso de una correlación y una fórmula de corrección de este tipo, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. De esta manera, en este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, basándose en los datos de cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de los equipos constituyentes cambiadas, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire puede mejorarse adicionalmente.

50 Un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con un aspecto de la presente invención es el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire de acuerdo con cualquiera de los aspectos anteriores de la presente invención, en el que los medios de obtención de cantidad de estado gestionan el acondicionador de aire. Los medios de almacenamiento de cantidad de estado, los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y los medios de corrección de cantidad de estado se ubican a distancia del acondicionador de aire, y se conectan a los medios de obtención de cantidad de estado por medio de un circuito de comunicación.

55 En este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, los medios de almacenamiento de cantidad de estado, los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y los medios de corrección de cantidad de estado se ubican a distancia del acondicionador de aire. En consecuencia, es posible crear fácilmente una configuración en la que pueden almacenarse una gran cantidad de datos de funcionamiento anteriores del acondicionador de aire. Por consiguiente, por ejemplo, es posible seleccionar, a partir de los datos de funcionamiento anteriores almacenados en los medios de almacenamiento, datos de funcionamiento similares a los

datos de funcionamiento actuales obtenidos mediante los medios de obtención de cantidad de estado, comparar estos datos entre sí y evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante.

5 Un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con otro aspecto de la presente invención es el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire de acuerdo con cualquiera de los aspectos anteriores de la presente invención, que comprende además medios de cálculo de cantidad de refrigerante configurados para calcular la cantidad de refrigerante a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba. La cantidad de refrigerante calculada a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba se almacena en los medios de almacenamiento de cantidad de estado como valor de referencia.

10 En este sistema de evaluación de cantidad de refrigerante del acondicionador de aire, la cantidad de refrigerante se calcula a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba, y esta cantidad de refrigerante se usa como valor de referencia y se compara con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, la cantidad de refrigerante que se ha cargado en realidad en el acondicionador de aire, es decir, la cantidad de refrigerante inicial puede compararse con la cantidad de refrigerante actual.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire en el que se emplea un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire.

20 La figura 3 es un diagrama de flujo de un modo de funcionamiento de prueba.

La figura 4 es un diagrama de flujo de una operación de carga de refrigerante automática.

La figura 5 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de subenfriamiento en una salida de un intercambiador de calor de exterior, y una temperatura de exterior y la cantidad de refrigerante durante una operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

25 La figura 6 es un diagrama de flujo de una operación de cambio de variables de control.

La figura 7 es un gráfico para mostrar la relación entre la presión de descarga y la temperatura de exterior durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

La figura 8 es un gráfico para mostrar la relación entre la presión de succión y la temperatura de exterior durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

30 La figura 9 es un diagrama de flujo de un modo de detección de fuga de refrigerante.

La figura 10 es un gráfico para mostrar la relación entre un coeficiente KA y la presión de condensación en el intercambiador de calor de exterior.

La figura 11 es un gráfico para mostrar la relación entre un coeficiente KA y la presión de evaporación en un intercambiador de calor de interior.

35 La figura 12 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de apertura de una válvula de expansión de interior, y el grado de subenfriamiento en la salida del intercambiador de calor de exterior y la cantidad de refrigerante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

La figura 13 es un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante en el que se usa un controlador local.

La figura 14 es un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante en la que se usa un ordenador personal.

40 La figura 15 es un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante en el que se usan un servidor remoto y un dispositivo de memoria.

La figura 16 es un diagrama esquemático de bloques de un acondicionador de aire en el que se emplea un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

La figura 17 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire.

45 La figura 18 es un diagrama de flujo de un modo de funcionamiento de prueba.

La figura 19 es un diagrama de flujo de una operación de carga de refrigerante automática.

La figura 20 es un diagrama esquemático para mostrar un estado de refrigerante que fluye en un circuito de

refrigerante durante una operación de evaluación de cantidad de refrigerante (se omiten las ilustraciones de una válvula de conmutación de cuatro vías y similares).

La figura 21 es un diagrama de flujo de una operación de evaluación de volumen de tubería.

5 La figura 22 es un diagrama de Mollier para mostrar un ciclo de refrigeración del acondicionador de aire durante la operación de evaluación de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante líquido.

La figura 23 es un diagrama de Mollier para mostrar un ciclo de refrigeración del acondicionador de aire durante la operación de evaluación de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso.

La figura 24 es un diagrama de flujo de una operación de evaluación de cantidad de refrigerante inicial.

La figura 25 es un diagrama de flujo de un modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante.

10 La figura 26 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire en el que se emplea un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de acuerdo con un tercer modo de realización de la presente invención.

La figura 27 es una vista en sección transversal lateral esquemática de un receptor.

La figura 28 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire.

15 La figura 29 es un diagrama de flujo del control constante de nivel de líquido del receptor.

La figura 30 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de sobrecalentamiento en una salida de un intercambiador de calor de interior, y la temperatura de la sala y la cantidad de refrigerante durante una operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

20 La figura 31 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire en el que se emplea un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de acuerdo con un cuarto modo de realización de la presente invención.

La figura 32 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire.

25 La figura 33 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de subenfriamiento en una salida en un lado de circuito de refrigerante principal de un subenfriador, y la temperatura de exterior y la cantidad de refrigerante durante una operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

La figura 34 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de subenfriamiento en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador y la temperatura de refrigerante en una salida de un receptor, y la cantidad de refrigerante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

30 La figura 35 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire existente antes de que se añada una función de evaluación de cantidad de refrigerante mediante un método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con un quinto modo de realización de la presente invención.

La figura 36 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire existente.

35 La figura 37 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire después de modificar el acondicionador de aire existente añadiendo una función de evaluación de cantidad de refrigerante al mismo mediante un método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con un modo de realización alternativo del quinto modo de realización de la presente invención.

40 La figura 38 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire después de modificar el acondicionador de aire existente añadiendo una función de evaluación de cantidad de refrigerante mediante un método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con el modo de realización alternativo del quinto modo de realización de la presente invención.

45 La figura 39 es un dibujo para mostrar la configuración de una tubería de refrigerante que una tubería de agua como dispositivo de subenfriamiento de acuerdo con el modo de realización alternativo del quinto modo de realización de la presente invención está dispuesta en una tubería de refrigerante que conecta un receptor y una válvula de cierre del lado de líquido.

#### Descripción de los números de referencia

1, 101, 201, 301 acondicionador de aire

2, 102, 202, 302 unidad de exterior

4, 5, 104, 105, 204, 205, 304, 305 unidad de interior

6, 7, 106, 107, 206, 207, 306, 307 tubería de comunicación de refrigerante

10, 110, 210, 310 circuito de refrigerante

**Mejor modo de llevar a cabo la invención**

5 A continuación, con referencia a los dibujos, se describen modos de realización preferentes de un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención.

<Primer modo de realización>

(1) Configuración del acondicionador de aire

10 La figura 1 es un diagrama esquemático de un circuito de refrigerante de un acondicionador de aire 1 en el que se emplea un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención. El acondicionador de aire 1 es un dispositivo que se usa para enfriar y calentar el interior de un edificio y similares llevando a cabo una operación de ciclo de refrigeración de tipo compresión de vapor. El acondicionador de aire 1 comprende principalmente una unidad de exterior 2 como unidad de fuente de calor, las unidades de interior 4 y 5 como pluralidad de (dos en el presente modo de realización) unidades de aprovechamiento conectadas en paralelo entre sí, y una tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 como tuberías de comunicación de refrigerante que interconectan la unidad de exterior 2 y las unidades de interior 4 y 5. En otras palabras, un circuito de refrigerante 10 de tipo compresión de vapor del acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización está configurado por la interconexión de la unidad de exterior 2, las unidades de interior 4 y 5, y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7.

<Unidad de interior>

25 Las unidades de interior 4 y 5 se instalan embebiéndose en o colgándose de un techo en el interior de un edificio y similares o montándose en una superficie de pared en el interior de un edificio. Las unidades de interior 4 y 5 se conectan a la unidad de exterior 2 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7, y configuran una parte del circuito de refrigerante 10.

30 A continuación, se describen las configuraciones de las unidades de interior 4 y 5. Obsérvese que, dado que las unidades de interior 4 y 5 tienen la misma configuración, solo se describe la configuración de la unidad de interior 4 en el presente documento, y con respecto a la configuración de la unidad de interior 5, se usan los números de referencia en la decena del 50 en lugar de números de referencia en la decena del 40 que representan las porciones respectivas de la unidad de interior 4, y se omite la descripción de aquellas porciones respectivas.

35 La unidad de interior 4 comprende principalmente un circuito de refrigerante del lado de interior 10a (en la unidad de interior 5, un circuito de refrigerante del lado de interior 10b) que configura una parte del circuito de refrigerante 10. El circuito de refrigerante del lado de interior 10a comprende principalmente una válvula de expansión de interior 41 como válvula de expansión del lado de aprovechamiento y un intercambiador de calor de interior 42 como intercambiador de calor del lado de aprovechamiento.

En el presente modo de realización, la válvula de expansión de interior 41 es una válvula de expansión con alimentación eléctrica conectada a un lado líquido del intercambiador de calor de interior 42 para ajustar la velocidad de flujo o similar del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante del lado de interior 10a.

40 En el presente modo de realización, el intercambiador de calor de interior 42 es un intercambiador de calor de flujo cruzado de tipo tubos y aletas configurado por un tubo de transferencia de calor y varias aletas, y es un intercambiador de calor que funciona como evaporador del refrigerante durante la operación de enfriamiento para enfriar el aire de la sala y funciona como condensador del refrigerante durante la operación de calentamiento para calentar el aire de la sala.

45 En el presente modo de realización, la unidad de interior 4 comprende un ventilador de interior 43 para tomar aire de la sala al interior de la unidad, llevar a cabo el intercambio de calor y después suministrar el aire a la sala como aire de suministro, y puede llevar a cabo el intercambio de calor entre el aire de la sala y el refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de interior 42. El ventilador de interior 43 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo del aire que suministra al intercambiador de calor de interior 42 y, en el presente modo de realización es un ventilador centrífugo, ventilador de múltiples palas, o similares, que se acciona mediante un motor 43a que comprende un motor de ventilador de CC.

Adicionalmente, están dispuestos diversos tipos de sensores en la unidad de interior 4. Un sensor de temperatura del lado de líquido 44 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o un estado bifásico de líquido-gas (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación Tc durante la operación de calentamiento o la temperatura de evaporación Te durante la operación de enfriamiento) está

dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de interior 42. Un sensor de temperatura del lado de gas 45 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado gaseoso o un estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en un lado de gas del intercambiador de calor de interior 42. Un sensor de temperatura de la sala 46 que detecta la temperatura del aire de la sala que fluye al interior de la unidad (es decir, la temperatura de la sala Tr) está dispuesto en un lado de toma de aire de la sala de la unidad de interior 4. En el presente modo de realización, el sensor de temperatura del lado de líquido 44, el sensor de temperatura del lado de gas 45, y el sensor de temperatura de la sala 46 comprenden termistores. Adicionalmente, la unidad de interior 4 comprende un controlador del lado de interior 47 que controla el funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de interior 4. Adicionalmente, el controlador del lado de interior 47 incluye un microordenador y una memoria y similares dispuestos con el fin de controlar la unidad de interior 4, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con un controlador remoto (no mostrado) para hacer funcionar de manera independiente la unidad de interior 4 y puede intercambiar señales de control y similares con la unidad de exterior 2.

<Unidad de exterior>

La unidad de exterior 2 se instala en el tejado o similar de un edificio y similares, está conectada a las unidades de interior 4 y 5 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7, y configura el circuito de refrigerante 10 con las unidades de interior 4 y 5.

A continuación, se describe la configuración de la unidad de exterior 2. La unidad de exterior 2 comprende principalmente un circuito de refrigerante del lado de exterior 10c que configura una parte del circuito de refrigerante 10. Este circuito de refrigerante del lado de exterior 10c comprende principalmente un compresor 21, una válvula de conmutación de cuatro vías 22, un intercambiador de calor de exterior 23 como intercambiador de calor del lado de fuente de calor, un acumulador 24, una válvula de cierre del lado de líquido 25, y una válvula de cierre del lado de gas 26.

El compresor 21 es un compresor cuya capacidad de operación puede variarse, y en el presente modo de realización es un compresor de tipo de desplazamiento positivo accionado por un motor 21a controlado por un inversor. En el presente modo de realización, el compresor 21 comprende solo un compresor, pero el compresor no se limita a esto y también puede ser uno en el que dos o más compresores se conectan en paralelo dependiendo del número de conexiones de las unidades de interior y similares.

La válvula de conmutación de cuatro vías 22 es una válvula para conmutar la dirección del flujo del refrigerante de modo que, durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 puede conectar un lado de descarga del compresor 21 y un lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23 y conectar un lado de succión del compresor 21 (específicamente, el acumulador 24) y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 (véanse las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la figura 1) para provocar que el intercambiador de calor de exterior 23 funcione como condensador del refrigerante comprimido en el compresor 21 y para provocar que los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 funcionen como evaporadores del refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior 23; y de modo que, durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 puede conectar el lado de descarga del compresor 21 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 y conectar el lado de succión del compresor 21 y el lado de gas del intercambiador 23 de calor de interior (véanse las líneas de puntos de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la figura 1) para provocar que los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 funcionen como condensadores del refrigerante comprimido en el compresor 21 y para provocar que el intercambiador de calor de exterior 23 funcione como evaporador del refrigerante condensado en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

En el presente modo de realización, el intercambiador de calor de exterior 23 es un intercambiador de calor de flujo cruzado de tipo tubos y aletas configurado por un tubo de transferencia de calor y varias aletas, y es un intercambiador de calor que funciona como condensador del refrigerante durante la operación de enfriamiento y como evaporador del refrigerante durante la operación de calentamiento. El lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23 está conectado a la válvula de conmutación de cuatro vías 22, y el lado de líquido de la misma está conectado a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6.

En el presente modo de realización, la unidad de exterior 2 comprende un ventilador de exterior 27 para tomar aire de exterior al interior de la unidad, suministrar el aire al intercambiador de calor de exterior 23, y entonces descargar el aire al exterior, y puede llevar a cabo intercambio de calor entre el aire de exterior y el refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 23. El ventilador de exterior 27 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo del aire que suministra al intercambiador de calor de exterior 23 y, en el presente modo de realización es un ventilador helicoidal accionado por un motor 27a que comprende un motor de ventilador de CC.

El acumulador 24 está conectado entre la válvula de conmutación de cuatro vías 22 y el compresor 21, y es un contenedor que puede acumular refrigerante de exceso generado en el circuito de refrigerante 10 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 4 y 5.

La válvula de cierre del lado de líquido 25 y la válvula de cierre del lado de gas 26 son válvulas dispuestas en orificios conectadas al equipo externo y tuberías (específicamente, la tubería de comunicación de refrigerante líquido

6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7). La válvula de cierre del lado de líquido 25 está conectada al intercambiador de calor de exterior 23. La válvula de cierre del lado de gas 26 está conectada a la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

Adicionalmente, diversos tipos de sensores están dispuestos en la unidad de exterior 2. Específicamente, un sensor de presión de succión 28 que detecta la presión de succión  $P_s$  del compresor 21, un sensor de presión de descarga 29 que detecta la presión de descarga  $P_d$  del compresor 21, un sensor de temperatura de succión 32 que detecta la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 21, y un sensor de temperatura de descarga 33 que detecta la temperatura de descarga  $T_d$  del compresor 21 están dispuestos en la unidad de exterior 2. El sensor de temperatura de succión 32 está dispuesto en un lado de entrada del acumulador 24. Un sensor de temperatura de intercambiador de calor 30 que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 23 (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  durante la operación de enfriamiento o la temperatura de evaporación  $T_e$  durante la operación de calentamiento) está dispuesto en el intercambiador de calor de exterior 23. Un sensor de temperatura del lado de líquido 31 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o un estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 23. Un sensor de temperatura de exterior 34 que detecta la temperatura del aire de exterior que fluye al interior de la unidad (es decir, la temperatura de exterior  $T_a$ ) está dispuesta en un lado de toma de aire de exterior de la unidad de exterior 2. Adicionalmente, la unidad de exterior 2 comprende un controlador del lado de exterior 35 que controla el funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de exterior 2. Adicionalmente, el controlador del lado de exterior 35 incluye un microordenador y una memoria dispuestos con el fin de controlar la unidad de exterior 2, un circuito de inversor que controla el motor 21a, y similar, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con el controlador del lado de interior 47 y 57 de las unidades de interior 4 y 5. En otras palabras, un controlador 8 que realiza una operación de control de todo el acondicionador de aire 1 está configurado por los controladores del lado de interior 47 y 57 y el controlador del lado de exterior 35. Tal como se muestra en la figura 2, el controlador 8 está conectado para poder recibir señales de detección de sensores 29 a 34, 44 a 46, y 54 a 56, y para poder controlar diversos equipos y válvulas 21, 22, 27a, 41, 43a, 51, y 53a basándose en estas señales de detección y similares. Adicionalmente, un elemento de visualización de alerta 9 que comprende LED y similares, que está configurado para indicar que se detecta una fuga de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación, está conectado al controlador 8. En el presente documento, la figura 2 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire 1.

Tal como se describió anteriormente, el circuito de refrigerante 10 del acondicionador de aire 1 está configurado por la interconexión de los circuitos de refrigerante del lado de interior 10a y 10b, el circuito de refrigerante del lado de exterior 10c, y las tuberías de comunicación de refrigerante 6 y 7. Adicionalmente, con el controlador 8 que comprende los controladores del lado de interior 47 y 57 y el controlador del lado de exterior 35, el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización está configurado para conmutar y funcionar entre la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 22 y para controlar cada equipo de la unidad de exterior 2 y las unidades de interior 4 y 5 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 4 y 5.

## (2) Funcionamiento del acondicionador de aire

A continuación, se describe el funcionamiento del acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización.

Los modos de funcionamiento del acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización incluyen: un modo de funcionamiento normal en el que se lleva a cabo el control de cada equipo de la unidad de exterior 2 y las unidades de interior 4 y 5 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 4 y 5; un modo de funcionamiento de prueba en el que la operación de prueba que va a llevarse a cabo después de que se lleve a cabo la instalación del acondicionador de aire 1; y un modo de detección de fuga de refrigerante en el que, después de que la operación de prueba termine y la operación normal haya empezado, la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 se evalúa detectando el grado de subenfriamiento del refrigerante en la salida del intercambiador de exterior 23 que funciona como condensador mientras que provoca que las unidades de interior 4 y 5 realicen la operación de enfriamiento. El modo de funcionamiento normal principalmente incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento. Adicionalmente, el modo de funcionamiento de prueba incluye la operación de carga de refrigerante automática y la operación de cambio de variables de control.

El funcionamiento en cada modo de funcionamiento del acondicionador de aire 1 se describe a continuación.

### <Modo de funcionamiento normal>

En primer lugar, la operación de enfriamiento en el modo de funcionamiento normal se describe con referencia a las figuras 1 y 2.

Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 está en el estado representado por las líneas continuas en la figura 1, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 21 está

conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23 y el lado de succión del compresor 21 también está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52. Adicionalmente, la válvula de cierre del lado de líquido 25 y la válvula de cierre del lado de gas 26 se abren, y el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 44 y 54 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 45 y 55, o se detecta convirtiendo la presión de succión  $P_s$  del compresor 21 detectada mediante el sensor de presión de succión 28 a un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  y restando este valor de temperatura saturado del refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 45 y 55. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 puede disponerse de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 45 y 55.

Cuando el compresor 21, el ventilador de exterior 27, los ventiladores de interior 43 y 53 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 10, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 21 y se comprime para dar refrigerante gaseoso a alta presión. Posteriormente, el refrigerante gaseoso a alta presión se envía al intercambiador de calor de exterior 23 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 27, y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión.

Después, este refrigerante líquido a alta presión se envía a las unidades de interior 4 y 5 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 25 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6.

El refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades de interior 4 y 5 se despresuriza mediante las válvulas de expansión de interior 41 y 51, pasa a ser refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas de baja presión, se envía a los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, y se evapora para dar refrigerante gaseoso a baja presión. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 41 y 51 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 de modo que el grado de sobrecalentamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante gaseoso a baja presión evaporado en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 está en un estado que tiene un grado de sobrecalentamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que está instalada cada una de las unidades de interior 4 y 5 fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

Este refrigerante gaseoso a baja presión se envía a la unidad de exterior 2 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 y fluye al interior del acumulador 24 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 26 y la válvula de conmutación de cuatro vías 22. Después, el refrigerante gaseoso a baja presión que fluyó en el interior del acumulador 24 se aspira de nuevo al interior del compresor 21. En el presente documento, cuando se genera una cantidad de exceso del refrigerante en el circuito de refrigerante 10 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 4 y 5, por ejemplo, tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 4 y 5 es pequeña o una de ellas se detiene, o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 4 y 5 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el acumulador 24.

A continuación, se describe la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal.

Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 está en el estado representado por las líneas de puntos en la figura 1, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 21 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 y el lado de succión del compresor 21 también está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23. Adicionalmente, la válvula de cierre del lado de líquido 25 y la válvula de cierre del lado de gas 26 se abren, y el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 se ajusta de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se detecta convirtiendo la presión de descarga  $P_d$  del compresor 21 detectada mediante el sensor de presión de descarga 29 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  y restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 44 y 54 a partir de este valor de temperatura saturado del refrigerante. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 puede disponerse de modo que el grado de subenfriamiento del

refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 44 y 54.

5 Cuando el compresor 21, el ventilador de exterior 27, y los ventiladores de interior 43 y 53 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 10, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 21, se comprime para dar refrigerante gaseoso a alta presión, y se envía a las unidades de interior 4 y 5 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, la válvula de cierre del lado de gas 26, y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7.

10 Después, el refrigerante gaseoso a alta presión enviado a las unidades de interior 4 y 5 intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores 42 y 52 de calor de exterior y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión. Posteriormente, se despresuriza mediante las válvulas de expansión de interior 41 y 51 y pasa a ser refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas de baja presión. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 41 y 51 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 de manera que el grado de subenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante líquido a alta presión condensado en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 está en un estado que tiene un grado de subenfriamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que se instala cada una de las unidades de interior 4 y 5 fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

Este refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión se envía a la unidad de exterior 2 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 23 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 25. Después, el refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión que fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 23 intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 27, se condensa para dar refrigerante gaseoso a baja presión, y fluye al interior del acumulador 24 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 22. Después, el refrigerante gaseoso a baja presión que fluyó en el al interior del acumulador 24 se aspira de nuevo al interior del compresor 21. En el presente documento, dependiendo de la cargas de operación de las unidades de interior 4 y 5, cuando se genera una cantidad de exceso del refrigerante en el circuito de refrigerante 10, por ejemplo tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 4 y 5 es pequeña o una de ellas se detiene, o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 4 y 5 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el acumulador 24 como en el caso durante la operación de enfriamiento.

De esta manera, el procedimiento de funcionamiento normal que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento descritas anteriormente se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de control de funcionamiento normal para llevar a cabo el funcionamiento normal que incluye la operación de enfriamiento y operación de calentamiento.

<Modo de funcionamiento de prueba>

A continuación, se describe el modo de funcionamiento de prueba con referencia a las figuras 1 a 3. En el presente documento, la figura 3 es un diagrama de flujo del modo de funcionamiento de prueba. En el presente modo de realización, en el modo de funcionamiento de prueba, en primer lugar, se lleva a cabo la operación de carga de refrigerante automática en la etapa S1. Posteriormente, se lleva a cabo la operación de cambio de variables de control en la etapa S2.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que la unidad de exterior 2 en la que se carga una cantidad del refrigerante prescrita por adelantado y las unidades de interior 4 y 5 se instalan e interconectan por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 para configurar el circuito de refrigerante 10 *in situ* y, posteriormente, se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 10 cuya cantidad de refrigerante es insuficiente dependiendo de las longitudes de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7.

<Etapa S1: operación de carga de refrigerante automática>

50 En primer lugar, la válvula de cierre del lado de líquido 25 y la válvula de cierre del lado de gas 26 de la unidad de exterior 2 se abren y el circuito de refrigerante 10 se llena con el refrigerante que se carga en la unidad de exterior 2 por adelantado.

A continuación, cuando una persona que lleva a cabo la operación de prueba emite una orden para iniciar la operación de prueba directamente al controlador 8 o de manera remota mediante un controlador remoto (no mostrado) y similar, el controlador 8 comienza el procedimiento desde la etapa S11 hasta la etapa S13 mostrado en la figura 4. En el presente documento, la figura 4 es un diagrama de flujo de operación de carga de refrigerante automática.

<Etapa S11: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

5 Cuando se emite una orden para iniciar operación de carga de refrigerante automática, el circuito de refrigerante 10, con la válvula de conmutación de cuatro vías 22 de la unidad de exterior 2 en el estado representado mediante las líneas continuas en la figura 1, pasa a un estado en el que las válvulas de expansión de interior 41 y 51 de las unidades de interior 4 y 5 se abren. Después, el compresor 21, el ventilador de exterior 27, y los ventiladores de interior 43 y 53 se encienden, y la operación de enfriamiento se lleva a cabo de manera forzada en todas las unidades de interior 4 y 5 (denominado a continuación en el presente documento “funcionamiento de todas las unidades de interior”).

10 En consecuencia, en el circuito de refrigerante 10, el refrigerante gaseoso a alta presión que se ha comprimido y descargado en el compresor 21 fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el compresor 21 hasta el intercambiador de calor de exterior 23 que funciona como condensador; el refrigerante a alta presión que experimenta un cambio de fase de un estado gaseoso a un estado líquido mediante el intercambio de calor con el aire de exterior fluye en el intercambiador de calor de exterior 23 que funciona como condensador; el refrigerante líquido a alta presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que incluye la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 desde el intercambiador de calor de exterior 23 hasta las válvulas de expansión de interior 41 y 51; el refrigerante a baja presión que experimenta un cambio de fase de un estado bifásico de líquido-gas a un estado gaseoso mediante el intercambio de calor con el aire de la sala fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 que funcionan como evaporadores; y el refrigerante gaseoso a baja presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que incluye la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7 y el acumulador 24 desde los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 hasta el compresor 21.

15 A continuación, el control de equipo descrito a continuación se lleva a cabo para avanzar a la operación para estabilizar el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 10. De manera específica, el motor 21a del compresor 21 se controla de modo que la frecuencia de rotación  $f$  se vuelve constante a un valor predeterminado (control constante de frecuencia de rotación de compresor) y las válvulas de expansión de interior 41 y 51 se controlan de modo que el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 que funcionan como evaporadores se vuelve constante a un valor predeterminado (denominado a continuación en el presente documento “control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior”). En el presente documento, el motivo para realizar el control constante de frecuencia de rotación es estabilizar la velocidad de flujo del refrigerante aspirado y descargado mediante el compresor 21. Adicionalmente, el motivo para realizar el control de grado de sobrecalentamiento es mantener constante la cantidad de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 7.

20 En consecuencia, en el circuito de refrigerante 10, el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 10 se estabiliza, y la cantidad de refrigerante en equipos distintos del intercambiador de calor de exterior 23 y en las tuberías se hace sustancialmente constante. Por tanto, cuando la carga de refrigerante en el circuito de refrigerante 10 comienza por carga de refrigerante adicional que se lleva a cabo posteriormente, es posible crear un estado en el que solo la cantidad de refrigerante líquido que se acumula en el intercambiador de calor de exterior 23 cambia (a continuación, en el presente documento esta operación se denomina “operación de evaluación de cantidad de refrigerante”).

25 De esta manera, el procedimiento en la etapa S11 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, control constante de frecuencia de rotación de compresor, y control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior.

30 Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando el refrigerante no se carga por adelantado en la unidad de exterior 2, es necesario cargar antes de la etapa S11 refrigerante hasta que la cantidad de refrigerante alcanza un nivel en el que la puede llevarse a cabo la operación de ciclo de refrigeración.

<Etapa S12: Almacenamiento de datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante>

35 A continuación, se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 10 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente. En este momento, en la etapa S12, se obtiene la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 10 durante la carga de refrigerante adicional como datos de funcionamiento y se almacenan en la memoria del controlador 8. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23, la temperatura de exterior  $T_a$ , la temperatura de la sala  $T_r$ , la presión de descarga  $P_d$ , y la presión de succión  $P_s$  se almacenan en la memoria del controlador 8 como datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante. Obsérvese que, en el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura del lado de líquido 31 de un valor de temperatura de refrigerante que se detecta mediante el sensor de temperatura de intercambio de calor 30 que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$ , o se detecta convirtiendo la presión de descarga  $P_d$  del

compresor 21 detectada mediante el sensor de presión de descarga 29 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  y restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura del lado de líquido 31 a partir de este valor de temperatura saturado del refrigerante.

- 5 Esta etapa S12 se repite hasta que se satisface la condición para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante en la etapa S13 descrita a continuación. Por tanto, en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional, la cantidad de estado de funcionamiento durante la carga de refrigerante descrita anteriormente se almacena como datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante en el controlador 8. Obsérvese que, con respecto a los datos de funcionamiento almacenados en el controlador 8, pueden  
10 almacenarse datos de funcionamiento reducidos apropiadamente. Por ejemplo, para los datos de funcionamiento en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional, el grado de subenfriamiento  $SC_o$  puede almacenarse en cada intervalo de temperatura apropiado y también puede almacenarse un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento que corresponde a estos grados de subenfriamiento  $SC_o$ .
- 15 De esta manera, el procedimiento en la etapa S12 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 10 durante la operación que implica cargar refrigerante. Por tanto, es posible obtener, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que se carga el refrigerante con menos cantidad que la  
20 cantidad de refrigerante después de terminar la carga de refrigerante adicional (denominada a continuación en el presente documento "cantidad de refrigerante inicial") en el circuito de refrigerante 10.

<Etapa S13: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante>

- Tal como se describió anteriormente, cuando comienza la carga de refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 10, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 10 aumenta gradualmente. En consecuencia,  
25 la cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 aumenta, y aparece una tendencia de un aumento en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23. Esta tendencia indica que hay una correlación tal como se muestra en la figura 5 entre el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10. En el presente documento, la figura 5 es un gráfico para mostrar la relación entre el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23, y la temperatura de exterior  $T_a$  y la cantidad de refrigerante cargado durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Esta correlación indica una relación entre la temperatura de exterior  $T_a$  y un valor del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 cuando se carga refrigerante en el circuito de refrigerante 10 por adelantado hasta que se alcanza una cantidad de refrigerante prescrita (denominado a continuación en el presente documento "valor del grado de subenfriamiento  $SC_o$  prescrito"), en el caso en el que la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente se lleva a cabo usando el acondicionador de aire 1 en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, significa que un valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 se determina mediante la temperatura de exterior  $T_a$  durante la operación de prueba (específicamente, durante la carga de refrigerante automática), y  
35 comparación entre este valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_o$  y el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  detectado durante la carga de refrigerante permite la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 mediante carga de refrigerante adicional.

- La etapa S13 es un procedimiento para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 mediante la carga de refrigerante adicional, usando la correlación tal como se describió anteriormente.  
45

- En otras palabras, cuando la cantidad de refrigerante adicional que va a cargarse es pequeña y la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 10 no ha alcanzado la cantidad de refrigerante inicial, es un estado en el que la cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 es pequeña. En el presente documento, el estado en el que la cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 es pequeña significa que el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 es más pequeño que el valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_o$ . Por consiguiente, cuando el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 es más pequeño que el valor prescrito y no se termina la carga de refrigerante adicional, el procedimiento en la etapa S13 se repite hasta que el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  alcanza el valor prescrito. Adicionalmente, cuando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  alcanza el valor prescrito, se termina la carga de refrigerante adicional y finaliza la etapa S1 como la operación de carga de refrigerante automática. Obsérvese que existen casos en los que la cantidad de refrigerante prescrita calculada *in situ* basándose en la longitud de tubería, las capacidades de los equipos constituyentes, y similares no es consistente con la cantidad de refrigerante inicial después de que se termine la carga de refrigerante adicional. En el presente modo de realización, un valor del grado de subenfriamiento  $SC_o$  y un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento al terminar la carga de refrigerante adicional se usan como valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento que incluyen el grado de subenfriamiento  
50  
55  
60

SC<sub>o</sub> y similares en el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S13 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

5 <Etapa S2: operación de cambio de variables de control>

10 Cuando finaliza la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente de la etapa S1, el procedimiento avanza a una operación de cambio de variables de control de la etapa S2. Durante la operación de cambio de variables de control, el procedimiento en la etapa S21 a la etapa S23 mostrado en la figura 6 se lleva a cabo mediante el controlador 8. En el presente documento, la figura 6 es un diagrama de flujo de la operación de cambio de variables de control.

<Etapas S21 a S23: operación de cambio de variables de control y almacenamiento de datos de funcionamiento durante la operación de cambio de variables de control>

15 En la etapa S21, después de finalizar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante al igual que en la etapa S11 con la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 10.

20 En el presente documento, en un estado en el que la operación de evaluación de cantidad de refrigerante se lleva a cabo en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial, la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 27 se cambia, llevando a cabo de ese modo la operación para simular un estado en el que hubo una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 durante la operación de prueba, es decir, después de la instalación del acondicionador de aire 1. Además, la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 43 y 53 se cambia, llevando a cabo de ese modo la operación para simular un estado en el que hubo una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 (a continuación, en el presente documento tal operación se denomina "operación de cambio de variables de control").

25 Por ejemplo, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando la velocidad de flujo de aire del ventilador 27 se reduce, un coeficiente de transferencia de calor K del intercambiador de calor de exterior 23 pasa a ser más pequeño y el rendimiento de intercambio de calor cae. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 7, la temperatura de condensación T<sub>c</sub> del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 aumenta y, en consecuencia, la presión de descarga P<sub>d</sub> del compresor 21 que corresponde a la presión de condensación P<sub>c</sub> del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 tiende a aumentar. Adicionalmente, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 43 y 53 se reduce, el coeficiente de transferencia de calor K de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 pasa a ser más pequeño y el rendimiento de intercambio de calor cae. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 8, la temperatura de evaporación T<sub>e</sub> del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 disminuye, y en consecuencia la presión de succión P<sub>s</sub> del compresor 21 que corresponde a la presión de evaporación P<sub>e</sub> del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 tiende a disminuir. Cuando se lleva a cabo tal operación de cambio de variables de control, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 10 cambia dependiendo de cada condición de funcionamiento, mientras que la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 10 permanece constante. En el presente documento, la figura 7 es un gráfico para mostrar una relación entre la presión de descarga P<sub>d</sub> y la temperatura de exterior T<sub>a</sub> durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. La figura 8 es un gráfico para mostrar una relación entre la presión de succión P<sub>s</sub> y la temperatura de exterior T<sub>a</sub> durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

45 En la etapa S22, se obtiene la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 10 en cada condición de funcionamiento de la operación de cambio de variables de control como datos de funcionamiento y se almacena en la memoria del controlador 8. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 23, la temperatura de exterior T<sub>a</sub>, la temperatura de la sala T<sub>r</sub>, la presión de descarga P<sub>d</sub>, y la presión de succión P<sub>s</sub> se almacenan en la memoria del controlador 8 como datos de funcionamiento al comienzo de la carga de refrigerante.

50 Esta etapa S22 se repite hasta que se evalúa en la etapa S23 que se han ejecutado todas las condiciones de funcionamiento para la operación de cambio de variables de control.

55 De esta manera, el procedimiento en las etapas S21 y S23 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de operación de cambio de variables de control para llevar a cabo la operación de cambio de variables de control que incluye la operación para simular un estado en el que hubo una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 cambiando la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 27 y los ventiladores de interior 43 y 53 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Adicionalmente, el procedimiento en la etapa S22 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de

estado para almacenar, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 10 durante la operación de cambio de variables; es posible obtener como datos de funcionamiento la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación para simular un estado en el que hubo una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

<Modo de detección de fuga de refrigerante>

A continuación, el modo de detección de fuga de refrigerante se describe con referencia a las figuras 1, 2, y 9. En el presente documento, la figura 9 es un diagrama de flujo del modo de detección de fuga de refrigerante.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que se detecta periódicamente (por ejemplo, durante un periodo de tiempo tal como en vacaciones o en mitad de la noche cuando no se necesita acondicionamiento de aire) si hay una fuga del refrigerante en el circuito de refrigerante 10 o no debido a un factor imprevisto durante la operación de enfriamiento o la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal.

<Etapa S31, evaluar si el modo de funcionamiento normal ha durado un determinado periodo de tiempo o no >

En primer lugar, se evalúa si la operación en el modo de funcionamiento normal, tal como la operación de enfriamiento o la operación de calentamiento descritas anteriormente, ha durado un determinado periodo de tiempo o no (cada mes o similar), y cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha durado un determinado periodo de tiempo, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S32.

<Etapa S32: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

Cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha durado un determinado periodo de tiempo, como es el caso con la etapa S11 en la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, incluyendo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante el funcionamiento de todas las unidades de interior, se lleva a cabo un control constante de frecuencia de rotación de compresor, así como un control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior. En el presente documento, los valores que van a usarse para la frecuencia  $f$  del compresor 21 y el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 son los mismos que los valores predeterminados de la frecuencia  $f$  y el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante de la etapa S11 durante la operación de carga de refrigerante automática.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S32 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, control constante de frecuencia de rotación de compresor, y control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior.

<Etapas S33 a S35: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante, volver al modo de funcionamiento normal, elemento de visualización de alerta>

Cuando el refrigerante en el circuito de refrigerante 10 se fuga, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 10 disminuye y, en consecuencia, aparece una tendencia a disminución del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 (véase la figura 5). En otras palabras, significa que la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 puede evaluarse por comparación usando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23. En el presente modo de realización, la comparación se hace entre el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 durante la operación de detección de fuga de refrigerante y el valor de referencia (valor prescrito) del grado de subenfriamiento  $SC_o$  que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 10 al terminar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente y, de ese modo, se lleva a cabo la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante, es decir, la detección de una fuga de refrigerante.

En el presente documento, cuando se usa el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 10 al terminar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente como valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante, una caída en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, provocada por la degradación relacionada con el paso del tiempo, plantea un problema.

Generalmente, el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor se determina mediante un valor de multiplicación de un coeficiente de transferencia de calor  $K$  y una zona de superficie de calentamiento  $A$  (denominado a continuación en el presente documento "coeficiente  $KA$ "), y la cantidad de intercambio de calor se determina multiplicando este coeficiente  $KA$  por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del

intercambiador de calor. Por consiguiente, siempre que el coeficiente KA sea constante, el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor se determina mediante la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior (en el caso del intercambiador de calor de exterior 23, es la diferencia de temperatura entre la temperatura de exterior  $T_a$  y la temperatura de condensación  $T_c$  como la temperatura del refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 23; mientras que en el caso de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, es la diferencia de temperatura entre la temperatura de la sala  $T_r$  y la temperatura de evaporación  $T_e$  como la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52).

Sin embargo, el coeficiente KA fluctúa debido a la degradación relacionada con el paso del tiempo tal como contaminación de las aletas de placa y el tubo de transferencia de calor del intercambiador de calor de exterior 23 y obstrucción entre las aletas de placa. Por tanto, en realidad, tal coeficiente no se convertirá en un valor constante. Específicamente, el coeficiente KA en un estado en el que se ha producido degradación relacionada con el paso del tiempo es más pequeño que el coeficiente KA en un estado inmediatamente después de que el intercambiador de calor de exterior 23 (es decir, el acondicionador de aire 1) se instale *in situ* y haya comenzado a usarse. De esta manera, cuando el coeficiente KA fluctúa, una correlación entre la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 23 y la temperatura de exterior  $T_a$  fluctúa de acuerdo con la fluctuación en el coeficiente KA (véase las líneas distintas de las líneas de referencia en la figura 7); mientras que con la condición de que el coeficiente KA sea constante, una correlación entre la presión de refrigerante (es decir, la presión de condensación  $P_c$ ) en el intercambiador de calor de exterior 23 y la temperatura de exterior  $T_a$  se determina casi de manera única (véanse las líneas de referencia en la figura 7). Por ejemplo, bajo la condición de la misma temperatura de exterior  $T_a$  que para la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 23 que se haya degradado debido al paso del tiempo, la presión de condensación  $P_c$  pasa a ser más alta mientras que el coeficiente KA pasa a ser más pequeño (véase la figura 10), comparado con la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 23 en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse, y el coeficiente fluctúa de modo que aumenta la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en el intercambiador de calor de exterior 23. En consecuencia, cuando se usa el método para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante comparando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$ , como medios de evaluación de cantidad de refrigerante el grado actual de subenfriamiento  $SC_o$  en un estado después de que el intercambiador de calor de exterior 23 se degrade debido al paso del tiempo se compara con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en un estado inmediatamente después de que el intercambiador de calor de exterior 23 se instale *in situ* y comience a usarse. Como resultado, los diferentes grados de subenfriamiento  $SC_o$ , que se detectan en el acondicionador de aire 1 que comprende el intercambiador de calor de exterior 23 cuyo coeficiente KA ha cambiado, se comparan entre sí. Por consiguiente, el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  por la degradación relacionada con el paso del tiempo no puede eliminarse y por tanto la adecuación de la cantidad de refrigerante puede no evaluarse de manera precisa en algunos casos.

Lo mismo se aplica a los intercambiadores de calor de interior 42 y 52. Bajo la condición de la misma temperatura de la sala  $T_r$  que para la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 que se han degradado debido al paso del tiempo, la presión de evaporación  $P_e$  pasa a ser más baja mientras que el coeficiente KA pasa a ser más pequeño (véase la figura 11), comparada con la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse, y el coeficiente fluctúa de modo que aumenta la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52. En consecuencia, cuando se usa el método para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante comparando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  como medios de evaluación de cantidad de refrigerante, el grado actual de subenfriamiento  $SC_o$  después de que los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se hayan degradado debido al paso del tiempo se compara con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en un estado inmediatamente después de que los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se instalen *in situ* y comiencen a usarse. Como resultado, se comparan entre sí los diferentes grados de subenfriamiento  $SC_o$ , que se detectan en el acondicionador de aire 1 que comprende los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 cuyo coeficiente KA ha cambiado. Por consiguiente, el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  por degradación relacionada con el paso del tiempo no puede eliminarse y por tanto la adecuación de la cantidad de refrigerante puede no evaluarse de manera precisa en algunos casos.

Por tanto, en el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en los coeficientes KA del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 23 y la temperatura de exterior  $T_a$  y en correlación entre la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 y la temperatura de la sala  $T_r$ , que se producen junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Después, el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  o el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  que se usa cuando se evalúa la adecuación de la cantidad de refrigerante, se corrige usando la presión de descarga  $P_d$  del compresor 21 que corresponde a la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 23, la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  del compresor 21 que corresponde a la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 42

y 52, y la temperatura de la sala Tr. De ese modo, los diferentes grados de subenfriamiento SC<sub>o</sub>, que se detectan en el acondicionador de aire 1 que comprende el intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 cuyos coeficientes KA permanecen iguales, se comparan entre sí. De esta manera, se elimina el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> por degradación relacionada con el paso del tiempo.

5 Obsérvese que la fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 también puede producirse debido al efecto de condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc., además de la degradación relacionada con el paso del tiempo. Específicamente, en caso de lluvia, las aletas de placa y el tubo de transferencia de calor del intercambiador de calor de exterior 23 se mojan con la lluvia, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el  
10 coeficiente KA. Adicionalmente, en caso de fuertes vendavales, la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 27 pasa a ser mayor o menor por los fuertes vendavales, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el coeficiente KA. Tal efecto de las condiciones climáticas en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 23 aparecerá como fluctuación en la correlación entre la presión de condensación Pc en el intercambiador de calor de exterior 23 y la  
15 temperatura de exterior Ta de acuerdo con la fluctuación en el coeficiente KA (véase la figura 7). En consecuencia, la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> por degradación relacionada con el paso del tiempo puede dar como resultado la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> por las condiciones climáticas.

Como método de corrección específico, por ejemplo, hay un método en el que la cantidad de refrigerante Ch cargada en el circuito de refrigerante 10 se expresa como función del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub>, la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior Ta, la presión de succión Ps, y la temperatura de la sala Tr. Después, la cantidad de refrigerante Ch se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> durante la operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior Ta, la presión de succión Ps y la temperatura de la sala Tr durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, se compensa el efecto de degradación relacionada con el paso del tiempo y de las condiciones climáticas en el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 23.  
20

En el presente documento, la cantidad de refrigerante Ch cargada en el circuito de refrigerante 10 puede expresarse como la siguiente función de regresión múltiple:  
30

$$Ch = k1xSC_o + k2xPd + k3xTa + k4xPs + k5xTr + k6,$$

y por consiguiente, usando los datos de funcionamiento (es decir, datos del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 23, la temperatura de exterior Ta, la temperatura de la sala Tr, la presión de descarga Pd, y la presión de succión Ps) almacenados en la memoria del controlador 8 durante la carga de refrigerante y operación de cambio de variables de control en el modo de funcionamiento de prueba descrito anteriormente, se lleva a cabo un análisis de regresión múltiple con el fin de calcular parámetros k1 a k6 y de ese modo puede definirse una función de la cantidad de refrigerante Ch.  
35

Obsérvese que, en el presente modo de realización, una función de la cantidad de refrigerante Ch se define mediante el controlador 8 en el periodo desde después de que la operación de cambio de variables de control en el modo de funcionamiento de prueba descrito anteriormente se lleve a cabo hasta que el modo se conmuta al modo de detección de fuga de cantidad de refrigerante la primera vez.  
40

De esta manera, un procedimiento para determinar una fórmula de corrección se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado para definir una función con el fin de compensar los efectos en el grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> por degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 y condiciones climáticas cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante o no en el modo de detección de fuga de refrigerante.  
45

Después, el valor actual de la cantidad de refrigerante Ch se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 durante esta operación de detección de fuga de refrigerante. Cuando el valor actual es sustancialmente el mismo que el valor de referencia de la cantidad de refrigerante Ch (es decir, cantidad de refrigerante inicial) para el valor de referencia del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante Ch que corresponde al valor actual del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> y la cantidad de refrigerante inicial es menor que un valor predeterminado), se evalúa que no hay fuga de refrigerante. Por consiguiente, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.  
50  
55

Por otra porción, el valor actual de la cantidad de refrigerante Ch se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento SC<sub>o</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 durante la operación de detección de fuga de refrigerante, y cuando el valor actual es menor que la cantidad de refrigerante inicial (por ejemplo, el valor

absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  y la cantidad de refrigerante inicial es igual a o superior a un valor predeterminado), se evalúa que hay una fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la etapa S35 y se visualiza una alerta que indica que se detecta una fuga de refrigerante en el elemento de visualización de alerta 9. Por consiguiente, el procedimiento avanza a la etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

Por consiguiente, es posible obtener un resultado similar al obtenido cuando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  se compara con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  bajo condiciones sustancialmente iguales a aquellas bajo las que los diferentes grados de subenfriamiento  $SC_o$ , que se detectan en el acondicionador de aire 1 que comprende el intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 cuyos coeficientes  $KA$  permanecen iguales se comparan entre sí. En consecuencia, puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  por la degradación relacionada con el paso del tiempo.

De esta manera, el procedimiento de las etapas S33 a S35 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de detección de fuga de refrigerante, que es uno de los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y que detecta si hay una fuga de refrigerante o no evaluando la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante. Adicionalmente, una parte del procedimiento en la etapa S33 se lleva a cabo mediante el controlador 8 que funciona como medios de corrección de cantidad de estado para compensar el efecto en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  por degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante o no en el modo de detección de fuga de refrigerante.

Tal como se describió anteriormente, en el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización, el controlador 8 funciona como medios de operación de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de almacenamiento de cantidad de estado, medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de operación de cambio de variables de control, medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado, y medios de corrección de cantidad de estado y, de ese modo, configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10.

### (3) Características del acondicionador de aire

El acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización tiene las siguientes características.

#### (A)

En el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en los coeficientes  $KA$  del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo que se ha producido dado que el intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 (es decir, el acondicionador de aire 1) estaban en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23 y la temperatura de exterior  $T_a$  y en la correlación entre la presión de evaporación  $P_e$  que es la presión de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 y la temperatura de la sala  $T_r$ , que se producen junto con la fluctuación en el coeficiente  $KA$  (véanse las figuras 10 y 11). Después, mediante el controlador 8 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante y medios de corrección de cantidad de estado, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se expresa como función del grado de subenfriamiento  $SC_o$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ , y el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$  durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  como cantidad de estado de funcionamiento, que se provoca por la degradación relacionada con el paso del tiempo.

Por consiguiente, en este acondicionador de aire 1, incluso si el intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se degradan debido al paso del tiempo, la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, es decir, puede evaluarse de manera precisa si hay una fuga de refrigerante o no.

Adicionalmente, en particular, el coeficiente  $KA$  del intercambiador de calor de exterior 23 puede fluctuar debido a la fluctuación en condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc. Como es el caso con la degradación relacionada con el paso del tiempo, la fluctuación en condiciones climáticas provoca una fluctuación en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23, y

la temperatura de exterior  $T_a$ , junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Como resultado, también puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en un caso de este tipo.

(B)

5 En el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización, durante la operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire 1, el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, los valores de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$ , la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión Ps, y la temperatura de la sala Tr) en un estado después de que se carga el refrigerante hasta la cantidad de refrigerante inicial mediante carga de refrigerante *in situ*. Después, tal cantidad de estado de funcionamiento se usa como valor de referencia y se compara con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento en el modo de detección de fuga de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, es decir, si hay una fuga de refrigerante o no. Por tanto, la cantidad de refrigerante que se ha cargado en realidad en el acondicionador de aire, es decir, la cantidad de refrigerante inicial puede compararse con la cantidad de refrigerante actual.

15 Por consiguiente, en este acondicionador de aire 1, incluso cuando la cantidad de refrigerante prescrita especificada por adelantado antes de que la carga de refrigerante sea incoherente con la cantidad de refrigerante inicial cargada *in situ* o incluso cuando un valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, el grado de subenfriamiento  $SC_o$ ) usado para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante 6 y 7, la combinación de unidades de interior 4 y 5, y la diferencia en la altura de instalación entre cada una de las unidades 2, 4, y 5, es posible evaluar de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

(C)

25 En el acondicionador de aire 1 en el presente modo de realización, no solo se cambia la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, los valores de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$ , la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión Ps, y la temperatura de la sala Tr) en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial sino que también se cambian las variables de control de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 1 tal como el ventilador de exterior 27 y los ventiladores de interior 43 y 53. De esta manera, se lleva a cabo una operación para simular condiciones de funcionamiento diferentes de aquellas durante la operación de prueba, y tal cantidad de estado de funcionamiento durante esta operación puede almacenarse en el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado.

30 Por consiguiente, en el acondicionador de aire 1, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de los equipos constituyentes tal como el ventilador de exterior 27, los ventiladores de interior 43 y 53, y similares cambiados, se determinan una fórmula de correlación y una de corrección para los valores de la cantidad de estado de funcionamiento en diferentes condiciones de funcionamiento tales como cuando el intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 se degradan debido al paso del tiempo. Mediante el uso de una fórmula de correlación y una de corrección de este tipo, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. De esta manera, en este acondicionador de aire 1, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de los equipos constituyentes cambiadas, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire puede mejorarse adicionalmente.

(4) Modo de realización alternativo 1

50 En el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, para la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante de la etapa S33 en el modo de detección de fuga de refrigerante, en la práctica, se detecta si hay una fuga de refrigerante o no comparando el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial con el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_o$ . Adicionalmente a esto, en la etapa S12 en operación de carga de refrigerante automática, puede evaluarse la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire utilizando los datos de la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que se carga refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante inicial en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 10.

Por ejemplo, en la etapa S33 en el modo de detección de fuga de refrigerante, la adecuación de la cantidad de refrigerante puede evaluarse mediante la comparación entre el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial y el valor actual del

grado de subenfriamiento  $SC_o$ , descritos anteriormente, y también, pueden usarse los datos de la cantidad de estado de funcionamiento, que se almacenan en la memoria del controlador 8, en un estado en el que se carga el refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante inicial en el circuito de refrigerante 10, como valor de referencia y pueden compararse con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por consiguiente, la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire puede mejorarse adicionalmente.

(5) Modo de realización alternativo 2

En el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, con el fin de compensar la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar de tanto el intercambiador de calor de exterior 23 como los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, se usan cuatro valores diferentes de la cantidad de estado de funcionamiento, es decir, la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ . Sin embargo, cuando se compensa la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar de solo el intercambiador de calor de exterior 23, basta con tener en consideración solo la presión de descarga  $P_d$  y la temperatura de exterior  $T_a$ . Adicionalmente, cuando se compensa la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar de solo los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, basta con tener en consideración solo la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$ .

Obsérvese que, en este caso, el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena datos de la presión de descarga  $P_d$  y la temperatura de exterior  $T_a$  cuando se compensa la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar de solo el intercambiador de calor de exterior 23, y datos de la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$  cuando se compensa la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar de solo los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

(6) Modo de realización alternativo 3

En el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena la presión de descarga  $P_d$  del compresor 21 como cantidad de estado de funcionamiento que corresponde a la presión de condensación  $P_c$  como presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23, y también la presión de succión  $P_s$  del compresor 21 como cantidad de estado de funcionamiento que corresponde a la presión de evaporación  $P_e$  como presión de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 42 y 52, y se usan estos valores cuando se define un parámetro de la fórmula de corrección para compensar la degradación relacionada con el paso del tiempo y similar del intercambiador de calor de exterior 23 y los intercambiadores de calor de interior 42 y 52. Sin embargo, puede usarse la temperatura de condensación  $T_c$  en lugar de la presión de descarga  $P_d$  del compresor 21. Además, puede usarse la temperatura de evaporación  $T_e$  en lugar de la presión de succión  $P_s$  del compresor 21. Además, en este caso, como es el caso con el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, puede compensarse la degradación relacionada con el paso del tiempo.

(7) Modo de realización alternativo 4

En el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, se utiliza la correlación (véase la figura 5) entre la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 y el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor, y el control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la carga de refrigerante automática y la detección de fuga de refrigerante. Sin embargo, puede utilizarse una correlación entre un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la carga de refrigerante automática y la detección de fuga de refrigerante.

Por ejemplo, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor, y el control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior, un aumento en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 reduce la calidad de vapor húmedo del refrigerante que fluye al interior de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 después de que el refrigerante se expanda mediante las válvulas de expansión de interior 41 y 51. En consecuencia, aparece una tendencia a disminuir en el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 que realizan control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior. Esta tendencia indica que hay una correlación, tal como se muestra en la figura 12, entre el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10. Por consiguiente, la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 puede evaluarse por el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51.

Adicionalmente, como criterio para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, la adecuación de la cantidad de refrigerante también puede evaluarse mediante una combinación de diversos valores de cantidad de estado de

funcionamiento, tal como evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante utilizando tanto el resultado de evaluación del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 y el resultado de evaluación del grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51.

5 Obsérvese que, en este caso, en el modo de funcionamiento de prueba, el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena los datos del grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 como valor de referencia en lugar del grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 o juntos con el grado de subenfriamiento  $SC_o$ .

(8) Modo de realización alternativo 5

10 En el acondicionador de aire 1 descrito anteriormente, la operación de evaluación de cantidad de refrigerante es una operación que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor, y el control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior. Sin embargo, la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la carga de refrigerante automática y la detección de fuga de refrigerante puede evaluarse llevando a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que usa una condición de control diferente en lugar del control constante de grado de sobrecalentamiento de intercambio de calor de interior y utilizando una correlación entre un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10.

15 Por ejemplo, la operación de evaluación de cantidad de refrigerante puede llevarse a cabo de modo que el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51 se fija a un valor predeterminado. Cuando se lleva a cabo tal operación de evaluación de cantidad de refrigerante, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 fluctúa. En consecuencia, la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 10 puede evaluarse mediante el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52.

20 Obsérvese que, en este caso, en el modo de funcionamiento de prueba, el controlador 8 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena los datos del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42 y 52 como valor de referencia, en lugar de o juntos con el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 23 y el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 41 y 51.

(9) Modo de realización alternativo 6

30 En el modo de realización descrito anteriormente y sus modos de realización alternativos, el controlador 8 del acondicionador de aire 1 configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante que tiene todas las funciones siguientes: los medios de control de operación, los medios de almacenamiento de cantidad de estado, los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, los medios de corrección de cantidad de estado, y los medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado. Sin embargo, no se limita a los mismos. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 13, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante puede configurarse en el que un ordenador personal 62 está conectado al acondicionador de aire 1 y se hace funcionar este ordenador personal 62 como medios de almacenamiento de cantidad de estado y medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado. En este caso, no habrá necesidad de que el controlador 8 del acondicionador de aire 1 tenga funciones para almacenar una gran cantidad de datos de la cantidad de estado de funcionamiento usada solo para definir parámetros de la fórmula de corrección de cantidad de estado y para servir como medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado.

(10) Modo de realización alternativo 7

45 Adicionalmente, en el modo de realización descrito anteriormente y su modo de realización alternativo, durante la operación de carga de refrigerante automática, se almacenan los datos de la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante inicial en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional se carga en el circuito de refrigerante 10 en la memoria del controlador 8. Sin embargo, en el modo de detección de fuga de refrigerante, cuando estos datos no se usan, no necesitan almacenarse los datos de la cantidad de estado de funcionamiento en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional, y basta con almacenar datos de la cantidad de estado de funcionamiento en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial.

(11) Modo de realización alternativo 8

55 En el modo de realización descrito anteriormente y sus modos de realización alternativos, el controlador 8 del acondicionador de aire 1 configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante que tiene todas las funciones siguientes: los medios de control de operación, los medios de almacenamiento de cantidad de estado, los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, los medios de corrección de cantidad de estado, y los medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado. Sin embargo, no se limita a los mismos. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 14, cuando un controlador local 61 instalado permanentemente como dispositivo de

gestión que gestiona cada equipo constituyente del acondicionador de aire 1 está conectado al acondicionador de aire 1, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante que tiene todas las funciones proporcionadas al controlador 8 descrito anteriormente puede configurarse mediante el acondicionador de aire 1 y el controlador local 61. Por ejemplo, en una configuración de este tipo puede considerarse que se hace funcionar el controlador local 61 no solo como medios de obtención de cantidad de estado para obtener la cantidad de estado de funcionamiento del acondicionador de aire 1 sino también como medios de almacenamiento de cantidad de estado, medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de corrección de cantidad de estado, y medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado. En este caso, no habrá necesidad de que el controlador 8 del acondicionador de aire 1 tenga funciones para almacenar una gran cantidad de datos de la cantidad de estado de funcionamiento usada solo para definir parámetros de la fórmula de corrección de cantidad de estado y para servir como medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de corrección de cantidad de estado, y medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado.

Adicionalmente, tal como se muestra en la figura 14, en una configuración de este tipo puede considerarse que el ordenador personal 62 está conectado al acondicionador de aire 1 durante un periodo de tiempo temporal (por ejemplo, cuando un operario de mantenimiento y reparación lleva a cabo la inspección que incluye la operación de prueba, la operación de detección de fuga de refrigerante, y similares) y se logran las mismas funciones que aquellas del controlador local 61 descrito anteriormente mediante el acondicionador de aire 1 y el ordenador personal 62. Obsérvese que el ordenador personal 62 puede usarse para una aplicación diferente. Por tanto, como medios de almacenamiento de cantidad de estado, es preferente usar un dispositivo de memoria externa, en lugar de un dispositivo de memoria tal como un dispositivo de disco integrado en el ordenador personal 62. En este caso, durante la operación de prueba y la operación de detección de fuga de refrigerante, un dispositivo de memoria externa está conectado al ordenador personal 62 y, de ese modo, se leen los datos de la cantidad de estado de funcionamiento necesaria para diversos tipos de operación y se escriben los datos de la cantidad de estado de funcionamiento obtenidos mediante cada operación.

#### (12) Modo de realización alternativo 9

Adicionalmente, tal como se muestra en la figura 15, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante puede configurarse logrando una conexión entre el acondicionador de aire 1 y el controlador local 61 como dispositivo de gestión que gestiona cada equipo constituyente del acondicionador de aire 1 y obtiene los datos de las operaciones, que conectan el controlador local 61 por medio de una red 63 a un servidor remoto 64 de un centro de gestión de información que recibe los datos de funcionamiento del acondicionador de aire 1, y conectando un dispositivo de memoria 65 tal como un dispositivo de disco como medios de almacenamiento de cantidad de estado al servidor remoto 64. Por ejemplo, en una configuración de este tipo puede considerarse que se hace funcionar el controlador local 61 como medios de obtención de cantidad de estado para obtener la cantidad de estado de funcionamiento del acondicionador de aire 1; se hace funcionar el dispositivo de memoria 65 como medios de almacenamiento de cantidad de estado; y se hace funcionar el servidor remoto 64 como medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de corrección de cantidad de estado y medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado. Además, en este caso, no habrá necesidad de que el controlador 8 del acondicionador de aire 1 tenga funciones para almacenar una gran cantidad de datos de la cantidad de estado de funcionamiento usada solo para definir parámetros de la fórmula de corrección de cantidad de estado y para servir como medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de corrección de cantidad de estado, y medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado.

Además, el dispositivo de memoria 65 puede almacenar una gran cantidad de datos de funcionamiento del acondicionador de aire 1. Por tanto, también pueden almacenarse los datos de funcionamiento anteriores del acondicionador de aire 1 que incluye los datos de funcionamiento en el modo de detección de fuga de refrigerante, y pueden seleccionarse los datos de funcionamiento similares a los datos de funcionamiento actuales obtenidos mediante el controlador local 61 a partir de estos datos de funcionamiento anteriores mediante el servidor remoto 64. En consecuencia, estos datos pueden compararse entre sí y puede evaluarse la adecuación de la cantidad de refrigerante. Por consiguiente, se hace posible evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante con las características únicas del acondicionador de aire 1 tomadas en consideración. Adicionalmente, combinando un resultado de evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante mediante los medios de evaluación de cantidad de refrigerante descritos anteriormente, se hace posible evaluar de manera precisa adicionalmente la adecuación de la cantidad de refrigerante.

#### <SEGUNDO MODO DE REALIZACIÓN>

A continuación, con referencia a los dibujos, se describe un modo de realización de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención.

#### (1) Configuración de acondicionador de aire

La figura 16 es un diagrama esquemático de bloques de un acondicionador de aire 101 de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención. El acondicionador de aire 101 es un dispositivo que se usa para enfriar y calentar el interior de una sala en un edificio y similar llevando a cabo una operación de ciclo de

refrigeración de tipo compresión de vapor. El acondicionador de aire 101 comprende principalmente una unidad de exterior 102 como unidad de fuente de calor, una pluralidad de (dos en el presente modo de realización) unidades de interior 104 y 105 como unidades de aprovechamiento conectadas en paralelo a las mismas, y una tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 como tuberías de comunicación de refrigerante que interconectan la unidad de exterior 102 y las unidades de interior 104 y 105. En otras palabras, un circuito de refrigerante 110 de tipo compresión de vapor del acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización está configurado por la interconexión de la unidad de exterior 102, las unidades de interior 104 y 105, y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

10 <UNIDAD DE INTERIOR>

Las unidades de interior 104 y 105 se instalan embebiéndose en o colgándose de un techo en el interior de una sala en un edificio y similar o estando montadas en una superficie de pared en el interior de una sala. Las unidades de interior 104 y 105 se conectan a la unidad de exterior 102 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, y configuran una parte del circuito de refrigerante 110.

15 A continuación, se describen las configuraciones de las unidades de interior 104 y 105. Obsérvese que, dado que las unidades de interior 104 y 105 tienen la misma configuración, solo la configuración de la unidad de interior 104 se describe en el presente documento, y con respecto a la configuración de la unidad de interior 105, se usan los números de referencia en la decena del 150 en lugar de números de referencia en la decena del 140 que representan las porciones respectivas de la unidad de interior 104, y se omite la descripción de aquellas porciones respectivas.

La unidad de interior 104 principalmente incluye un circuito de refrigerante del lado de interior 110a (en la unidad de interior 105, un circuito de refrigerante del lado de interior 110b) que configura una parte del circuito de refrigerante 110. El circuito de refrigerante del lado de interior 110a principalmente incluye una válvula de expansión de interior 141 como mecanismo de expansión, y un intercambiador de calor de interior 142 como intercambiador de calor del lado de aprovechamiento.

En el presente modo de realización, la válvula de expansión de interior 141 es una válvula de expansión energizada eléctricamente conectada a un lado líquido del intercambiador de calor de interior 142 para ajustar la velocidad de flujo o similar del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante del lado de interior 110a.

30 En el presente modo de realización, el intercambiador de calor de interior 142 es un intercambiador de calor de flujo cruzado de tipo tubos y aletas configurado por un tubo de transferencia de calor y varias aletas, y es un intercambiador de calor que funciona como evaporador del refrigerante durante la operación de enfriamiento para enfriar el aire de la sala, y funciona como condensador del refrigerante durante la operación de calentamiento para calentar el aire de la sala.

35 En el presente modo de realización, la unidad de interior 104 está dispuesta con un ventilador de interior 143 como ventilador de ventilación para tomar aire de la sala al interior de la unidad, provocando que el aire intercambie calor con el refrigerante en el intercambiador de calor de interior 142, y entonces suministrar el aire como aire de suministro a la sala. El ventilador de exterior 143 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo de aire  $W_r$  del aire suministrado al intercambiador de calor de interior 142, y en el presente modo de realización es un ventilador centrífugo, ventilador de múltiples palas, o similares, que se acciona mediante un motor 143a que comprende un motor de ventilador de CC.

Adicionalmente, diversos tipos de sensores están dispuestos en la unidad de interior 104. Un sensor de temperatura del lado de líquido 144 que detecta la temperatura del refrigerante (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  durante la operación de calentamiento o la temperatura de evaporación  $T_e$  durante la operación de enfriamiento) está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de interior 142. Un sensor de temperatura del lado de gas 145 que detecta la temperatura  $T_{eo}$  del refrigerante está dispuesto en un lado de gas del intercambiador de calor de interior 142. Un sensor de temperatura ambiente 146 que detecta la temperatura del aire de la sala que fluye al interior de la unidad (es decir, la temperatura ambiente  $T_r$ ) está dispuesto en un lado de toma de aire de la sala de la unidad de interior 104. En el presente modo de realización, el sensor de temperatura del lado de líquido 144, el sensor de temperatura del lado de gas 145, y el sensor de temperatura ambiente 146 comprenden termistores. Adicionalmente, la unidad de interior 104 incluye un controlador del lado de interior 147 que controla el funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de interior 104. Adicionalmente, el controlador del lado de interior 147 incluye un microordenador y una memoria y similares dispuestos con el fin de controlar la unidad de interior 104, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con un controlador remoto (no mostrado) para hacer funcionar de manera independiente la unidad de interior 104 y puede intercambiar señales de control y similares con la unidad de exterior 102 por medio de una línea de transmisión 108a.

<UNIDAD DE EXTERIOR>

La unidad de exterior 102 se instala en el exterior de un edificio y similar, se conectada a las unidades de interior 104 y 105 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, y constituye el circuito de refrigerante 110 con las unidades de interior 104 y 105.

5 A continuación, se describe la configuración de la unidad de exterior 102. La unidad de exterior 102 incluye principalmente un circuito de refrigerante del lado de exterior 110c que configura una parte del circuito de refrigerante 110. El circuito de refrigerante de exterior 110c incluye principalmente un compresor 121, una válvula de conmutación de cuatro vías 122, un intercambiador de calor de exterior 123 como intercambiador de calor del lado de fuente de calor, una válvula de expansión de exterior 138 como mecanismo de expansión, un acumulador 124, un subenfriador 125 como mecanismo de ajuste de temperatura, una válvula de cierre del lado de líquido 126, y una  
10 válvula de cierre del lado de gas 127.

El compresor 121 es un compresor cuya capacidad de funcionamiento puede variarse, y en el presente modo de realización es un compresor de tipo de desplazamiento positivo accionado por un motor 121a cuya frecuencia de rotación  $R_m$  se controla mediante un inversor. En el presente modo de realización, el compresor 121 comprende solo un compresor, pero el compresor no se limita a esto y también puede ser uno en el que dos o más compresores se conectan en paralelo dependiendo del número de conexiones de unidades de interior y similar.  
15

La válvula de conmutación de cuatro vías 122 es una válvula para conmutar la dirección del flujo del refrigerante de modo que, durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 122 puede conectar un lado de descarga del compresor 121 y un lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123 y conectar un lado de succión del compresor 121 (específicamente, el acumulador 124) y el lado de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 (véanse las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 122 en la figura 16) para provocar que el intercambiador de calor de exterior 123 funcione como un condensador del refrigerante comprimido en el compresor 121 y para provocar que los intercambiadores de calor de exterior 142 y 152 funcionen como evaporadores del refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior 123 y, de modo que, durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 122 puede conectar el lado de descarga del compresor 121 y el lado de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 y conectar el lado de succión del compresor 121 y el lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123 (véanse las líneas de puntos de la válvula de conmutación de cuatro vías 122 en la figura 16) para provocar que los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 funcionen como condensadores del refrigerante comprimido en el compresor 121 y para provocar que el intercambiador de calor de exterior 123 funcione como evaporador del refrigerante condensado en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152.  
20  
25  
30

En el presente modo de realización, el intercambiador de calor de exterior 123 es un intercambiador de calor de flujo cruzado de tipo tubos y aletas configurado por un tubo de transferencia de calor y varias aletas, y es un intercambiador de calor que funciona como condensador del refrigerante durante la operación de enfriamiento y como evaporador del refrigerante durante la operación de calentamiento. El lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123 está conectado a la válvula de conmutación de cuatro vías 122, y el lado de líquido de la misma está conectado a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106.  
35

En el presente modo de realización, la válvula de expansión de exterior 138 es una válvula de expansión energizada eléctricamente conectada a un lado líquido del intercambiador de calor de exterior 123 para ajustar la presión, la velocidad de flujo, o similares del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante del lado de exterior 110c.

40 En el presente modo de realización, la unidad de exterior 102 incluye un ventilador de exterior 128 como ventilador de ventilación para tomar aire de exterior al interior de la unidad, provocando que el aire intercambie calor con el refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123, y expulsando luego el aire al exterior. El ventilador de exterior 128 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo de aire  $W_o$  del aire suministrado al intercambiador de calor de exterior 123, y en el presente modo de realización es un ventilador helicoidal o similar, que se acciona mediante un motor 128a que comprende un motor de ventilador de CC.  
45

El acumulador 124 está conectada entre la válvula de conmutación de cuatro vías 122 y el compresor 121, y es un contenedor que puede almacenar refrigerante de exceso generado en el circuito de refrigerante 110 dependiendo de la fluctuación en las cargas de operación y similar de las unidades de interior 104 y 105.

50 En el presente modo de realización, el subenfriador 125 es un intercambiador de calor de doble tubo, y está dispuesto para enfriar el refrigerante enviado a las válvulas de expansión de interior 141 y 151 después de que el refrigerante se condense en el intercambiador de calor de exterior 123. En el presente modo de realización, el subenfriador 125 está conectado entre la válvula de expansión de exterior 138 y la válvula de cierre del lado de líquido 126.

55 En el presente modo de realización, un circuito de refrigerante de derivación 161 está dispuesto como fuente de enfriamiento del subenfriador 125. Obsérvese que, en la descripción a continuación, una porción que corresponde al circuito de refrigerante 110 excluyendo el circuito de refrigerante de derivación 161 se denomina circuito de refrigerante principal por comodidad.

El circuito de refrigerante de derivación 161 está conectado al circuito de refrigerante principal para provocar que

una porción del refrigerante enviado desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se bifurque del circuito de refrigerante principal y vuelva al lado de succión del compresor 121. Específicamente, el circuito de refrigerante de derivación 161 incluye un circuito de bifurcación 161a conectado para bifurcar una porción del refrigerante enviado desde la válvula de expansión de exterior 138 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 en una posición entre el intercambiador de calor de exterior 123 y el subenfriador 125, y un circuito de convergencia 161b conectado al lado de succión del compresor 121 para devolver una porción de refrigerante desde una salida en un lado de derivación de circuito de refrigerante del subenfriador 125 al lado de succión del compresor 121. Además, el circuito de bifurcación 161a está dispuesto con una válvula de expansión de derivación 162 para ajustar la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 161. En el presente documento, la válvula de expansión de derivación 162 comprende una válvula de expansión accionada por motor. De esta manera, el refrigerante enviado desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se enfría en el subenfriador 125 mediante el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 161 que se ha despresurizado mediante la válvula de expansión de derivación 162. En otras palabras, el rendimiento del subenfriador 125 se controla ajustando el grado de apertura de la válvula de expansión de derivación 162.

La válvula de cierre del lado de líquido 126 y la válvula de cierre del lado de gas 127 son válvulas dispuestas en orificios conectados al equipo externo y a las tuberías (específicamente, la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107). La válvula de cierre del lado de líquido 126 está conectada al intercambiador de calor de exterior 123. La válvula de cierre del lado de gas 127 está conectada a la válvula de conmutación de cuatro vías 122.

Adicionalmente, diversos tipos de sensores están dispuestos en la unidad de exterior 102. Específicamente, en la unidad de exterior 102 están dispuestos un sensor de presión de succión 129 que detecta la presión de succión  $P_s$  del compresor 121, un sensor de presión de descarga 130 que detecta la presión de descarga  $P_d$  del compresor 121, un sensor de temperatura de succión 131 que detecta la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 121, y un sensor de temperatura de descarga 132 que detecta la temperatura de descarga  $T_d$  del compresor 121. El sensor de temperatura de succión 131 está dispuesto en una posición entre el acumulador 124 y el compresor 121. Un sensor de temperatura de intercambiador de calor 133 que detecta la temperatura de refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  durante la operación de enfriamiento o la temperatura de evaporación  $T_e$  durante la operación de calentamiento) está dispuesto en el intercambiador de calor de exterior 123. Un sensor de temperatura del lado de líquido 134 que detecta la temperatura de refrigerante  $T_{co}$  está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 123. Un sensor de temperatura de tubería de líquido 135 que detecta la temperatura de refrigerante (es decir, temperatura de tubería de líquido  $T_{lp}$ ) está dispuesto en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125. El circuito de convergencia 161b del circuito de refrigerante de derivación 161 está dispuesto con un sensor de temperatura de derivación 163 para detectar la temperatura de refrigerante que fluye en la salida en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125. Un sensor de temperatura de exterior 136 que detecta la temperatura del aire de exterior que fluye al interior de la unidad (es decir, la temperatura de exterior  $T_a$ ) está dispuesta en un lado de toma de aire de exterior de la unidad de exterior 102. En el presente modo de realización, el sensor de temperatura de succión 131, el sensor de temperatura de descarga 132, el sensor de temperatura de intercambiador de calor 133, el sensor de temperatura del lado de líquido 134, el sensor de temperatura de tubería de líquido 135, el sensor de temperatura de exterior 136 y el sensor de temperatura de derivación 163 comprenden termistores. Adicionalmente, la unidad de exterior 102 incluye un controlador del lado de exterior 137 que controla el funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de exterior 102. Adicionalmente, el controlador del lado de exterior 137 incluye un microordenador y una memoria dispuesta con el fin de controlar la unidad de exterior 102, un circuito de inversor que controla el motor 121a, y similares, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con los controladores del lado de interior 147 y 157 de las unidades de interior 104 y 105 por medio de la línea de transmisión 108a. En otras palabras, un controlador 108 que realiza una operación de control de todo el acondicionador de aire 101 está configurado por los controladores del lado de interior 147 y 157, el controlador del lado de exterior 137, y la línea de transmisión 108a que interconecta los controladores 137 y 147, 157.

Tal como se muestra en la figura 17, el controlador 108 está conectado para poder recibir señales de detección de sensores 129 a 136, 144 a 146, 154 a 156, y 163, y para poder controlar diversos equipos y válvulas 121, 122, 124, 128a, 138, 141, 143a, 151, 153a, y 162 basándose en estas señales de detección. Adicionalmente, un elemento de visualización de alerta 109 que comprende LEDs y similares, que está configurado para indicar que una fuga de refrigerante se detecta durante la operación de detección de fuga de refrigerante descrita a continuación, está conectado al controlador 108. En el presente documento, la figura 17 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire 101.

<Tubería de comunicación de refrigerante>

Las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 son tuberías de refrigerante que se disponen *in situ* cuando se instala el acondicionador de aire 101 en una ubicación de instalación tal como un edificio. Como las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, se usan tuberías que tienen diversas longitudes y los diámetros de tubería dependiendo de condiciones de instalación tales como la ubicación de instalación, la combinación de una unidad de

exterior y una unidad de interior y similares. Por consiguiente, por ejemplo, cuando se instala un nuevo acondicionador de aire, con el fin de calcular la cantidad de carga del refrigerante, es necesario obtener información precisa en cuanto a las longitudes y los diámetros de tubería y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107. Sin embargo, la gestión de tal información y el cálculo por sí mismo de la cantidad de refrigerante son difíciles. Adicionalmente, cuando se utiliza una tubería existente para renovar una unidad de interior y una unidad de exterior, la información en cuanto a las longitudes y los diámetros de tubería y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 pueden perderse en algunos casos.

Tal como se describió anteriormente, el circuito de refrigerante 110 del acondicionador de aire 101 está configurado por la interconexión de los circuitos de refrigerante del lado de interior 110a y 110b, el circuito de refrigerante del lado de exterior 110c, y las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107. También puede decirse que este circuito de refrigerante 110 comprende el circuito de refrigerante de derivación 161 y el circuito de refrigerante principal excluyendo el circuito de refrigerante de derivación 161. Además, con el controlador 108 que comprende los controladores del lado de interior 147 y 157 y el controlador del lado de exterior 137, el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización está configurado para conmutar y funcionar entre la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 122 y para controlar cada equipo de la unidad de exterior 102 y de las unidades de interior 104 y 105 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 104 y 105.

## (2) Funcionamiento del acondicionador de aire

A continuación, se describe el funcionamiento del acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización.

Los modos de funcionamiento del acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización incluyen: un modo de funcionamiento normal en el que el control de los equipos constituyentes de la unidad de exterior 102 y las unidades de interior 104 y 105 se realiza dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 104 y 105; un modo de funcionamiento de prueba en el que va a realizarse la operación de prueba después de que se realice la instalación de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 101 (específicamente, no se limita a después de la primera instalación de equipo: incluye también, por ejemplo, después de la modificación añadiendo o eliminando equipos constituyentes tal como una unidad de interior, después de la reparación del equipo dañado) y similares; y un modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante en el que, después de que la operación de prueba se termina y la operación normal ha empezado, se evalúa si hay una fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110 o no. El modo de funcionamiento normal incluye principalmente la operación de enfriamiento para enfriar la sala y la operación de calentamiento para calentar la sala. Adicionalmente, el modo de funcionamiento de prueba incluye principalmente la operación de carga de refrigerante automática para cargar refrigerante al interior del circuito de refrigerante 110; la operación de evaluación de volumen de tubería para detectar los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107; y la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial para detectar la cantidad de refrigerante inicial después de la instalación de los equipos constituyentes o después de cargar refrigerante en el circuito de refrigerante 110.

La operación en cada modo de funcionamiento del acondicionador de aire 101 se describe a continuación.

<Modo de funcionamiento normal>

(Operación de enfriamiento)

En primer lugar, se describe la operación de enfriamiento en el modo de funcionamiento normal con referencia a las figuras 16 y 17.

Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 122 está en el estado representado por las líneas continuas en la figura 16, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 121 está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123 y también el lado de succión del compresor 121 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 127 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107. La válvula de expansión de exterior 138 está en un estado completamente abierto. La válvula de cierre del lado de líquido 126 y la válvula de cierre del lado de gas 127 están en un estado abierto. El grado de apertura de cada una de las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHr en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 (es decir, los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152) se vuelve constante en el grado de sobrecalentamiento SHrs objetivo. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHr en la salida de cada uno de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante (que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ ) detectadas mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 144 y 154 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 145 y 155, o se detecta convirtiendo la presión de succión  $P_s$  del compresor 121 detectada mediante el sensor de presión de succión 129 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  y restando este valor de temperatura saturado del refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 145 y 155. Obsérvese que, aunque no

se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 puede disponerse de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHr en la salida de cada uno de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 145 y 155. Adicionalmente, el grado de apertura de la válvula de expansión de derivación 162 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHb en la salida en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 se vuelve el grado de sobrecalentamiento SHbs objetivo. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHb en la salida en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 se detecta convirtiendo la presión de succión  $P_s$  del compresor 121 detectada mediante el sensor de presión de succión 129 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ , y restando este valor de temperatura saturado del refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura de derivación 163. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura puede disponerse en una entrada en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHb en la salida en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura de derivación 163.

Cuando el compresor 121, el ventilador de exterior 128, los ventiladores de interior 143 y 153 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 110, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 121 y se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión. Por consiguiente, el refrigerante gaseoso a alta presión se envía al intercambiador de calor de exterior 123 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 122, intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 128, y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión. Después, este refrigerante líquido a alta presión pasa a través de la válvula de expansión de exterior 138, fluye al interior del subenfriador 125, intercambia calor con el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 161, se enfría adicionalmente, y se subenfria. En este momento, una porción del refrigerante líquido a alta presión condensado en el intercambiador de calor de exterior 123 se bifurca al interior del circuito de refrigerante de derivación 161 y se despresuriza mediante la válvula de expansión de derivación 162. Por consiguiente, se devuelve al lado de succión del compresor 121. En el presente documento, el refrigerante que pasa a través de la válvula de expansión de derivación 162 se despresuriza casi a la presión de succión  $P_s$  del compresor 121 y de ese modo una porción del refrigerante se evapora. Después, el refrigerante que fluye desde la salida de la válvula de expansión de derivación 162 del circuito de refrigerante de derivación 161 hacia el lado de succión del compresor 121 pasa a través del subenfriador 125 e intercambia calor con el refrigerante líquido a alta presión enviado desde el intercambiador de calor de exterior 123 en el lado de circuito de refrigerante principal hasta las unidades de interior 104 y 105.

Después, el refrigerante líquido a alta presión que se ha subenfriado se envía a las unidades de interior 104 y 105 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 126 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106. El refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades de interior 104 y 105 se despresuriza casi a la presión de succión  $P_s$  del compresor 121 por las válvulas de expansión de interior 141 y 151, el refrigerante llega a estar en un estado bifásico de líquido-gas, se envía a los intercambiadores de calor de interior 142 y 152, intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 y se evapora para dar refrigerante gaseoso a baja presión.

Este refrigerante gaseoso a baja presión se envía a la unidad de exterior 102 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, y fluye al interior del acumulador 124 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 127 y la válvula de conmutación de cuatro vías 122. Después, el refrigerante gaseoso a baja presión fluye al interior del acumulador 124 se aspira de nuevo al interior del compresor 121.

(Operación de calentamiento)

A continuación, se describe la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal.

Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 122 está en el estado representado por las líneas de puntos en la figura 16, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 121 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 127 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 y también el lado de succión del compresor 121 está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123. El grado de apertura de la válvula de expansión de exterior 138 se ajusta para poder despresurizar el refrigerante que fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 123 a una presión en la que el refrigerante se evapora (es decir, la presión de evaporación  $P_e$ ) en el intercambiador de calor de exterior 123. Adicionalmente, la válvula de cierre del lado de líquido 126 y la válvula de cierre del lado de gas 127 están en un estado abierto. El grado de apertura de cada una de las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se ajusta de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante SCr en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se vuelve constante en el grado de subenfriamiento SCrs objetivo. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento SCr del

refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se detecta convirtiendo la presión de descarga Pd del compresor 121 detectada mediante el sensor de presión de descarga 130 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de condensación Tc y restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 144 y 154 de este valor de temperatura saturado del refrigerante. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 puede disponerse de modo que el grado de subenfriamiento SCr del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación Tc que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 144 y 154. Adicionalmente, la válvula de expansión de derivación 162 se cierra.

Cuando el compresor 121, el ventilador de exterior 128, los ventiladores de interior 143 y 153 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 110, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 121, se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión y lo envía a las unidades de interior 104 y 105 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 122, la válvula de cierre del lado de gas 127, y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

Después, el refrigerante gaseoso a alta presión se envía a las unidades de interior 104 y 105 intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de exterior 142 y 152 y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión. Por consiguiente, se despresuriza de acuerdo con el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 141 y 151 cuando pasan a través de las válvulas de expansión de interior 141 y 151.

El refrigerante que pasó a través de las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se envía a la unidad de exterior 102 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106, se despresuriza además por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 126, el subenfriador 125 y la válvula de expansión de exterior 138, y entonces fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 123. Después, el refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión que fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 123 intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 128, se evapora para dar refrigerante gaseoso a baja presión, y fluye al interior del acumulador 124 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 122. Después, el refrigerante gaseoso a baja presión que fluye al interior del acumulador 124 se aspira de nuevo al interior del compresor 121.

Tal control de operación tal como se describió anteriormente en el modo de funcionamiento normal se lleva a cabo mediante el controlador 108 (más específicamente, los controladores del lado de interior 147 y 157, el controlador del lado de exterior 137, y la línea de transmisión 108a que se conecta entre los controladores 137, 147 y 157) que funciona como medios de control de operación normal para llevar a cabo una operación normal que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

<Modo de funcionamiento de prueba>

A continuación, el modo de funcionamiento de prueba se describe con referencia a las figuras 16 a 18. En el presente documento, la figura 18 es un diagrama de flujo del modo de funcionamiento de prueba. En el presente modo de realización, en el modo de funcionamiento de prueba, en primer lugar, se realiza la operación de carga de refrigerante automática de la etapa S101. Por consiguiente, se realiza la operación de evaluación de volumen de tubería de la etapa S102, y se realiza entonces la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial de la etapa S103.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que, la unidad de exterior 102 en la que una cantidad de refrigerante prescrita se carga por adelantado y las unidades de interior 104 y 105 se instalan en una ubicación de instalación tal como un edificio, y están interconectadas por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 para configurar el circuito de refrigerante 110, y por consiguiente se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 110 cuya cantidad de refrigerante total es insuficiente dependiendo de los volúmenes de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

(Etapa S101: operación de carga de refrigerante automática)

En primer lugar, la válvula de cierre del lado de líquido 126 y la válvula de cierre del lado de gas 127 de la unidad de exterior 102 se abren y el circuito de refrigerante 110 se llena con la carga de refrigerante en la unidad de exterior 102 por adelantado.

A continuación, cuando un trabajador que realiza la operación de prueba conecta un cilindro de refrigerante para cargar adicionalmente a un orificio de servicio (no mostrado) del circuito de refrigerante 110 y emite un comando para iniciar la operación de prueba directamente al controlador 108 o de manera remota mediante un controlador remoto (no mostrado) y similares, el controlador 108 comienza el procedimiento desde la etapa S111 o la etapa S113 mostrada en la figura 19. En el presente documento, la figura 19 es un diagrama de flujo de la operación de carga de refrigerante automática.

(Etapa S111: operación de evaluación de cantidad de refrigerante)

5 Cuando se genera un comando para iniciar la operación de carga de refrigerante automática, el circuito de refrigerante 110, con la válvula de conmutación de cuatro vías 122 de la unidad de exterior 102 en el estado representado por las líneas continuas en la figura 16, pasa a un estado en el que las válvulas de expansión de interior 141 y 151 de las unidades de interior 104 y 105 y la válvula de expansión de exterior 138 están abiertas. Después, el compresor 121, el ventilador de exterior 128 y los ventiladores de interior 143 y 153 se inician, y la operación de enfriamiento se lleva a cabo de manera forzosa con respecto a todas las unidades de interior 104 y 105 (a continuación, en el presente documento denominados “funcionamiento de todas las unidades de interior”).

10 En consecuencia, tal como se muestra en la figura 20, en el circuito de refrigerante 110, el refrigerante gaseoso a alta presión comprimido y descargado en el compresor 121 fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el compresor 121 hasta el intercambiador de calor de exterior 123 que funciona como condensador (véase la porción desde el compresor 121 hasta el intercambiador de calor de exterior 123 en la zona indicada por las líneas diagonales en la figura 20); el refrigerante a alta presión que experimenta un cambio de fase de un estado gaseoso a un estado líquido mediante el intercambio de calor con el aire de exterior fluye en el intercambiador de calor de exterior 123 que funciona como condensador (véase la porción que corresponde al intercambiador de calor de exterior 123 en la zona indicada por las líneas diagonales y el sombreado en negro en la figura 20); el refrigerante líquido a alta presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 que incluyen la válvula de expansión de exterior 138, la porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106, y una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta la válvula de expansión de derivación 162 (véanse las porciones desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 y hasta la válvula de expansión de derivación 162 en la zona indicada por el sombreado en negro en la figura 20); el refrigerante a baja presión que experimenta un cambio de fase desde un estado bifásico de líquido-gas hasta un estado gaseoso mediante el intercambio de calor con el aire de la sala fluye en las porciones que corresponden a los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 que funcionan como evaporadores y la porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 (véanse las porciones que corresponden a los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 y la porción que corresponde al subenfriador 125 en la zona indicada por las líneas entrecruzadas y las líneas diagonales en la figura 20); y el refrigerante gaseoso a baja presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 hasta el compresor 121 que incluye la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 y el acumulador 124 y una trayectoria de flujo desde la porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 hasta el compresor 121 (véase la porción desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 hasta el compresor 121 y la porción desde la porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 hasta el compresor 121 en la zona indicada por las líneas diagonales en la figura 20). La figura 20 es un diagrama esquemático para mostrar un estado del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante (se omiten ilustraciones de la válvula de conmutación de cuatro vías 122 y similares).

40 A continuación, se lleva a cabo control del equipo tal como se describe a continuación para avanzar a la operación para estabilizar el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 110. Específicamente, las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se controlan de modo que el grado de sobrecalentamiento SHr de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 que funcionan como evaporadores se vuelve constante (a continuación en el presente documento denominados “control de grado de sobrecalentamiento”); la capacidad de operación del compresor 121 se controla de modo que la presión de evaporación Pe se vuelve constante (a continuación en el presente documento denominado “control de presión de evaporación”); la velocidad de flujo de aire Wo del aire de exterior suministrado al intercambiador de calor de exterior 123 por el ventilador de exterior 128 se controla de modo que la presión de condensación Pc del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123 se vuelve constante (a continuación en el presente documento denominado “control de presión de condensación”); la capacidad de operación del subenfriador 125 se controla de modo que la temperatura del refrigerante enviado desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se vuelve constante (a continuación en el presente documento denominado “control de temperatura de tubería de líquido”); las válvulas de expansión de interior 141 y 151 se controlan de modo que el grado de sobrecalentamiento SHr de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 que funcionan como evaporadores se vuelve constante (a continuación en el presente documento denominado “control de grado de sobrecalentamiento”); y la velocidad de flujo de aire Wr del aire de la sala suministrado a los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 por los ventiladores de interior 143 y 153 se mantiene constante de modo que la presión de evaporación Pe del refrigerante se controla de manera estable mediante el control de presión de evaporación descrito anteriormente.

60 En el presente documento, el motivo para realizar el control de presión de evaporación es que la presión de evaporación Pe del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 que funcionan como evaporadores se ve afectada considerablemente por la cantidad de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 en los que el refrigerante a baja presión fluye mientras que experimenta un cambio de fase desde un estado bifásico de líquido-gas hasta un estado gaseoso como resultado de intercambio de calor con el aire de la sala (véanse las porciones que corresponden a los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 en la zona indicada por las líneas entrecruzadas y las líneas diagonales en la figura 20, que se denomina a continuación en el

presente documento “porción de evaporador C”). La presión de evaporación del refrigerante en la porción de evaporador C crea un estado en el que la cantidad de refrigerante en la porción de evaporador C cambia principalmente por la presión de evaporación  $P_e$  produciendo que la presión de evaporación  $P_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se vuelva constante y estabilizando el estado del refrigerante que fluye en la porción de evaporador C como resultado de controlar la capacidad de operación del compresor 121 mediante el motor 121a cuya frecuencia de rotación  $R_m$  se controla mediante un inversor. Obsérvese que el control de la presión de evaporación  $P_e$  mediante el compresor 121 en el presente modo de realización se logra de la siguiente manera: un valor de temperatura de refrigerante (que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ ) detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 144 y 154 de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se convierte en un valor de presión de saturación; la capacidad de operación del compresor 121 se controla de modo que este valor de presión se vuelve constante en el valor de baja presión  $P_{es}$  objetivo (en otras palabras, se realiza el control para cambiar la frecuencia de rotación  $R_m$  del motor 121a); y entonces aumenta o disminuye la velocidad de flujo de circulación de refrigerante  $W_c$  que fluye en el circuito de refrigerante 110. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, la capacidad de operación del compresor 121 puede controlarse de modo que la presión de succión  $P_s$  del compresor 121 detectada mediante el sensor de presión de succión 129, que es la cantidad de estado de funcionamiento equivalente a la presión del refrigerante a la presión de evaporación  $P_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 142 y 152, se vuelve constante en el valor de baja presión  $P_{es}$  objetivo, o un valor de temperatura de saturación (que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ ) que corresponde a la presión de succión  $P_s$  se vuelve constante en el valor de baja presión  $T_{es}$  objetivo. Además, la capacidad de operación del compresor 121 puede controlarse de modo que un valor de temperatura de refrigerante (que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ ) detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 144 y 154 de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se vuelve constante en el valor de baja presión  $T_{es}$  objetivo.

Después, realizando tal control de presión de evaporación, el estado del refrigerante que fluye en la tuberías de refrigerante desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 hasta el compresor 121 que incluye la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 y el acumulador 124 (véase la porción desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 hasta el compresor 121 en la zona indicada por las líneas diagonales en la figura 20, que se denomina a continuación en el presente documento “porción de distribución refrigerante gaseoso D”) se estabiliza, creando un estado en el que la cantidad de refrigerante en la porción de distribución refrigerante gaseoso D cambia principalmente por la presión de evaporación  $P_e$  (es decir, la presión de succión  $P_s$ ), que es la cantidad de estado de funcionamiento equivalente a la presión del refrigerante en la porción de distribución refrigerante gaseoso D.

Adicionalmente, el motivo para realizar el control de presión de condensación es que la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante se ve afectada considerablemente por la cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123 en el que el refrigerante a alta presión fluye mientras que experimenta un cambio de fase de un estado gaseoso a un estado líquido como resultado de intercambio de calor con el aire de exterior (véanse las porciones que corresponden al intercambiador de calor de exterior 123 en la zona indicada por las líneas diagonales y el sombreado en negro en la figura 20, que se denomina a continuación en el presente documento “porción de condensador A”). La presión de condensación  $P_c$  del refrigerante en la porción de condensador A cambia considerablemente debido al efecto de la temperatura de exterior  $T_a$ . Por tanto, la velocidad de flujo de aire  $W_o$  del aire de la sala suministrado desde el ventilador de exterior 128 hasta el intercambiador de calor de exterior 123 se controla mediante el motor 128a y, de ese modo, la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123 se mantiene constante y el estado del refrigerante que fluye en la porción de condensador A se estabiliza, creando un estado en el que la cantidad de refrigerante en porción de condensador A cambia principalmente por el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 123 (a continuación en el presente documento considerado como la salida del intercambiador de calor de exterior 123 en la descripción en cuanto a la operación de evaluación de cantidad de refrigerante). Obsérvese que, para el control de la presión de condensación  $P_c$  mediante el ventilador de exterior 128 en el presente modo de realización, se usa la presión de descarga  $P_d$  del compresor 121 detectada mediante el sensor de presión de descarga 130, que es la cantidad de estado de funcionamiento equivalente a la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123, o la temperatura del refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, la temperatura de condensación  $T_c$ ) detectada mediante el sensor de temperatura de intercambiador de calor 133. En el presente documento, la figura 20 es un diagrama esquemático para mostrar un estado del refrigerante que fluye en un circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante (se omiten ilustraciones de la válvula de conmutación de cuatro vías 122 y similares).

Después, realizando tal control de presión de condensación, el refrigerante líquido a alta presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 que incluyen la válvula de expansión de exterior 138, la porción en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125, y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta la válvula de expansión de derivación 162 del circuito de refrigerante de derivación 161; la presión del refrigerante en las porciones desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 y hasta la válvula de expansión de derivación 162

(véase la zona indicada por el sombreado en negro en la figura 20, que se denomina a continuación en el presente documento “porción de distribución de refrigerante líquido B”) también se estabiliza; y la porción de distribución de refrigerante líquido B se sella mediante el refrigerante líquido, llegando de ese modo a un estado estable.

5 Adicionalmente, el motivo para realizar el control de temperatura de tubería de líquido es impedir un cambio en la densidad del refrigerante en las tuberías de refrigerante desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 que incluyen la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 (véase la porción desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 en la porción de distribución de refrigerante líquido B mostrado en la figura 20). El rendimiento del subenfriador 125 se controla aumentando o disminuyendo la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 161 de modo que la temperatura de refrigerante T<sub>lp</sub> detectada mediante el sensor de temperatura de tubería de líquido 135 dispuesto en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 se vuelve constante en el valor de temperatura de tubería de líquido T<sub>lps</sub> objetivo, y ajustando la cantidad de intercambio de calor entre el refrigerante que fluye en el lado de circuito de refrigerante principal y el refrigerante que fluye en el lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125. Obsérvese que la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 161 aumenta o disminuye ajustando el grado de apertura de la válvula de expansión de derivación 162. De esta manera, se logra el control de temperatura de tubería de líquido en el que se vuelve constante la temperatura de refrigerante en las tuberías de refrigerante desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 que incluyen la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106.

20 Después, realizando tal control constante de temperatura de tubería de líquido, incluso cuando la temperatura de refrigerante T<sub>co</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, el grado de subenfriamiento S<sub>Co</sub> del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123) cambia junto con un aumento gradual en la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 mediante carga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110, el efecto de un cambio en la temperatura de refrigerante T<sub>co</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 se extenderá solo dentro de la tuberías de refrigerante desde la salida del intercambiador de calor de exterior 123 hasta el subenfriador 125, y el efecto no se extenderá a la tuberías de refrigerante desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 que incluyen la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 en la porción de distribución de refrigerante líquido B.

30 Además, el motivo para realizar el control de grado de sobrecalentamiento es debido a que la cantidad de refrigerante en la porción de evaporador C afecta considerablemente a la calidad de vapor húmedo del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152. El grado de sobrecalentamiento del refrigerante S<sub>Hr</sub> en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 se controla de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante S<sub>Hr</sub> en los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 (a continuación en el presente documento considerados como las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 en la descripción en cuanto a la operación de evaluación de cantidad de refrigerante) se vuelve constante en el grado de sobrecalentamiento S<sub>Hrs</sub> objetivo (en otras palabras, el refrigerante gaseoso en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 está en un estado de sobrecalentamiento) controlando el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 141 y 151 y, de ese modo, se estabiliza el estado del refrigerante que fluye en la porción de evaporador C.

40 Mediante cada control descrito anteriormente, el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 110 se estabiliza, y la distribución de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se vuelve constante. Por tanto, cuando el refrigerante comienza a cargarse en el circuito de refrigerante 110 por carga de refrigerante adicional, es posible crear un estado en el que un cambio en la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 principalmente aparece como un cambio de la cantidad de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123 (a continuación, en el presente documento esta operación se denomina “operación de evaluación de cantidad de refrigerante”).

50 Un control de este tipo tal como se describió anteriormente se realiza como el procedimiento en la etapa S111 mediante el controlador 108 (más específicamente, mediante los controladores del lado de interior 147 y 157, el controlador del lado de exterior 137, y la línea de transmisión 108a que se conecta entre los controladores 137, 147 y 157) que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando no se carga refrigerante por adelantado en la unidad de exterior 102, es necesario antes de la etapa S111 cargar refrigerante hasta que la cantidad de refrigerante alcance un nivel en el que no se detendrá de manera anómala el equipo constituyente durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente.

55 (Etapa S112: cálculo de cantidad de refrigerante)

A continuación, se carga refrigerante adicional al interior del circuito de refrigerante 110 mientras que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente. En este momento, el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante calcula la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o del refrigerante

que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la carga de refrigerante adicional en la etapa S112.

En primer lugar, se describen los medios de cálculo de cantidad de refrigerante en el presente modo de realización. Los medios de cálculo de cantidad de refrigerante dividen el circuito de refrigerante 110 en una pluralidad de porciones, calcula la cantidad de refrigerante para cada porción dividida y, de ese modo, calcula la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110. Más específicamente, una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante en cada porción y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se define para cada porción dividida, y la cantidad de refrigerante en cada porción puede calcularse usando estas expresiones de relación. En el presente modo de realización, en un estado en el que la válvula de conmutación de cuatro vías 22 está representada mediante las líneas continuas en la figura 16, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 121 está conectada en el lado de gas del intercambiador de calor de exterior 123 y en el que el lado de succión del compresor 121 está conectado a las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 127 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, el circuito de refrigerante 110 se divide en las siguientes porciones y una expresión de relación se define para cada porción: una porción que corresponde al compresor 121 y una porción desde el compresor 121 hasta el intercambiador de calor de exterior 123 que incluye la válvula de conmutación de cuatro vías 122 (no mostrada en la figura 20) (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de gas a alta presión E"); una porción que corresponde al intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, la porción de condensador A); una porción desde el intercambiador de calor de exterior 123 hasta el subenfriador 125 y una mitad del lado de entrada de la porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 en la porción de distribución de refrigerante líquido B (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de líquido del lado de alta temperatura B1"); una mitad del lado de entrada de una porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 y una porción desde el subenfriador 125 hasta la válvula de cierre del lado de líquido 126 (no mostrado en la figura 20) en la porción de distribución de refrigerante líquido B (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de líquido del lado de baja temperatura B2"); una porción que corresponde a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 en la porción de distribución de refrigerante líquido B (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3"); una porción desde la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 en la porción de distribución de refrigerante líquido B hasta la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 en la porción de distribución refrigerante gaseoso D que incluye porciones que corresponden a las válvulas de expansión de interior 141 y 151 y los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 (es decir, la porción de evaporador C) (a continuación en el presente documento denominada "porción de unidad de interior F"); una porción que corresponde al tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 en la porción de distribución refrigerante gaseoso D (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G"); una porción desde la válvula de cierre del lado de gas 127 (no mostrada en la figura 20) en la porción de distribución refrigerante gaseoso D hasta el compresor 121 que incluye la válvula de conmutación de cuatro vías 122 y el acumulador 124 (a continuación en el presente documento denominada "porción de tubería de gas a baja presión H"); y una porción desde la porción de tubería de líquido del lado de alta temperatura B1 en la porción de distribución de refrigerante líquido B hasta la porción de tubería de gas a baja presión H que incluye la válvula de expansión de derivación 162 y una porción que corresponde al lado de circuito de refrigerante de derivación del subenfriador 125 (a continuación en el presente documento denominada "porción de circuito de derivación I"). A continuación, se describen las expresiones de relación definidas para cada porción descrita anteriormente.

En el presente modo de realización, una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mog 1 en la porción de tubería de gas a alta presión E y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$\text{Mog 1} = \text{Vog 1} \times \rho_d,$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vog 1 de la porción de tubería de gas a alta presión E en la unidad de exterior 2 se multiplica por la densidad  $\rho_d$  del refrigerante en porción de tubería de gas a alta presión E. Obsérvese que el volumen Vog 1 de la porción de tubería de gas a alta presión E es un valor que se conoce antes de la instalación de unidad de exterior 102 en la ubicación de instalación y se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108. Adicionalmente, la densidad  $\rho_d$  del refrigerante en la porción de tubería de gas a alta presión E se obtiene convirtiendo la temperatura de descarga Td y la presión de descarga Pd.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mc en la porción de condensador A y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$\text{Mc} = \text{kc1} \times \text{Ta} + \text{kc2} \times \text{Tc} + \text{kc3} \times \text{SHm} + \text{kc4} \times \text{Wc} + \text{kc5} \times \rho_c + \text{kc6} \times \rho_{co} + \text{kc7},$$

que es una expresión de función de la temperatura de exterior Ta, la temperatura de condensación Tc, el grado de sobrecalentamiento SHm de descarga de compresor, la velocidad de flujo de circulación de refrigerante Wc, la densidad  $\rho_c$  de líquido saturado del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 123, y la densidad  $\rho_{co}$  del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123. Obsérvese que los parámetros kc1 a kc7 en la

expresión de relación descrita anteriormente derivan de un análisis de regresión de los resultados de pruebas y simulaciones detalladas y se almacenan por adelantado en la memoria del controlador 108. Adicionalmente, el grado de sobrecalentamiento SHm de descarga de compresor es el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en el lado de descarga del compresor, y se obtiene convirtiendo la presión de descarga Pd a un valor de temperatura de saturación de refrigerante y restando este valor de temperatura de saturación de refrigerante de la temperatura de descarga Td. La velocidad de flujo de circulación de refrigerante Wc se expresa como función de la temperatura de evaporación Te y la temperatura de condensación Tc (es decir,  $Wc = f(Te, Tc)$ ). La densidad  $\rho_c$  de líquido saturado del refrigerante se obtiene convirtiendo la temperatura de condensación Tc. La densidad  $\rho_{co}$  del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 se obtiene convirtiendo la presión de condensación Pc y la temperatura de refrigerante Tco que se obtienen convirtiendo la temperatura de condensación Tc.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mol1 en la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1 y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mol1 = Vol1 \times \rho_{co},$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vol1 de la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1 en la unidad de exterior 102 se multiplica por la densidad  $\rho_{co}$  del refrigerante en la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1 (es decir, la densidad descrita anteriormente del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123). Obsérvese que el volumen Vol1 de la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1 es un valor que se conoce antes de la instalación de unidad de exterior 102 en la ubicación de instalación y se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mol2 en la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2 y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mol2 = Vol2 \times \rho_{lp},$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vol2 de la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2 en la unidad de exterior 102 se multiplica por la densidad  $\rho_{lp}$  del refrigerante en la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2. Obsérvese que el volumen Vol2 de la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2 es un valor que se conoce antes de la instalación de unidad de exterior 102 en la ubicación de instalación y se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108. Adicionalmente, la densidad  $\rho_{lp}$  del refrigerante en la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2 es la densidad del refrigerante en la salida del subenfriador 125, y se obtiene convirtiendo la presión de condensación Pc y la temperatura de refrigerante Tlp en la salida del subenfriador 125.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mlp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mlp = Vlp \times \rho_{lp},$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 se multiplica por la densidad  $\rho_{lp}$  del refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 (es decir, la densidad del refrigerante en la salida del subenfriador 125). Obsérvese que, con respecto al volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106, dado que la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 es una tubería de refrigerante dispuesta *in situ* cuando se instala el acondicionador de aire 101 en una ubicación de instalación tal como un edificio, se introduce un valor calculado *in situ* a partir de la información en cuanto a la longitud y el diámetro de tubería y similares o se introduce información en cuanto a la longitud de la tubería, el diámetro de tubería y similares *in situ*, y el controlador 108 calcula el volumen Vlp a partir de la información introducida de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106. O, tal como se describe a continuación, el volumen Vlp se calcula usando los resultados de operación de la operación de evaluación de volumen de tubería.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mr en la porción de unidad de interior F y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mr = kr1 \times Tlp + kr2 \times \Delta T + kr3 \times SHr + kr4 \times Wr + kr5,$$

que es una expresión de función de la temperatura de refrigerante Tlp en la salida del subenfriador 125, la diferencia de temperatura  $\Delta T$  en la que la temperatura de evaporación Te se resta de la temperatura ambiente Tr, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHr en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152, y la velocidad de flujo de aire Wr de los ventiladores de interior 143 y 153. Obsérvese que los parámetros kr1 a kr5 en la

expresión de relación descrita anteriormente derivan de un análisis de regresión de los resultados de pruebas y simulaciones detalladas y se almacenan por adelantado en la memoria del controlador 108. Obsérvese que, en el presente documento, la expresión de relación para la cantidad de refrigerante Mr se define para cada una de las dos unidades de interior 104 y 105, y la cantidad de refrigerante total en la porción de unidad de interior F se calcula añadiendo la cantidad de refrigerante Mr a la unidad de interior 104 y la cantidad de refrigerante Mr a la unidad de interior 105. Obsérvese que, cuando el modelo y la capacidad son diferentes entre la unidad de interior 104 y la unidad de interior 105, se usarán expresiones de relación que tienen parámetros kr1 a kr5 con valores diferentes.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mgp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mgp = Vgp \times \rho_{gp},$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 se multiplica por la densidad  $\rho_{gp}$  del refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso H. Obsérvese que, con respecto al volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, como es el caso con la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106, dado que la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 es una tubería de refrigerante dispuesta *in situ* cuando se instala el acondicionador de aire 101 en una ubicación de instalación tal como un edificio, se introduce un valor calculado *in situ* a partir de la información en cuanto a la longitud y el diámetro de tubería y similares o se introduce información en cuanto a la longitud y el diámetro de tubería y similares *in situ*, y el controlador 108 calcula el volumen Vgp a partir de la información introducida de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107. O, tal como se describe a continuación, el volumen Vgp se calcula usando los resultados de operación de la operación de evaluación de volumen de tubería. Adicionalmente, la densidad  $\rho_{gp}$  del refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G es un valor promedio entre la densidad  $\rho_s$  del refrigerante en el lado de succión del compresor 121 y la densidad  $\rho_{eo}$  del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 (es decir, la entrada de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107). La densidad  $\rho_s$  del refrigerante se obtiene convirtiendo la presión de succión Ps y la temperatura de succión Ts, y la densidad  $\rho_{eo}$  del refrigerante se obtiene convirtiendo la presión de evaporación Pe, que es un valor convertido de la temperatura de evaporación Te, y la salida temperatura Teo de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mog 2 en la porción de tubería de gas a baja presión H y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mog\ 2 = Vog\ 2 \times \rho_s,$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vog 2 de la porción de tubería de gas a baja presión H en la unidad de exterior 102 se multiplica por la densidad  $\rho_s$  del refrigerante en la porción de tubería de gas a baja presión H. Obsérvese que el volumen Vog 2 de la porción de tubería de gas a baja presión H es un valor que se conoce antes del traslado a la ubicación de instalación y se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108.

Una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante Mob en la porción de circuito de derivación I y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 se expresa, por ejemplo, mediante

$$Mob = kob\ 1 \times \rho_{co} + kob\ 2 \times \rho_s + kob\ 3 \times Pe + kob\ 4,$$

que es una expresión de función de la densidad  $\rho_{co}$  del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123, y la densidad  $\rho_s$  y presión de evaporación Pe del refrigerante en la salida en el lado de circuito de derivación del subenfriador 125. Obsérvese que los parámetros kob 1 a kob 3 en la expresión de relación descrita anteriormente derivan de un análisis de regresión de los resultados de pruebas y simulaciones detalladas y se almacenan por adelantado en la memoria del controlador 108. Adicionalmente, la cantidad de refrigerante Mob de la porción de circuito de derivación I puede calcularse usando una expresión de relación más simple dado que la cantidad de refrigerante es más pequeña en comparación con otras porciones. Por ejemplo, se expresa tal como sigue:

$$Mob = Vob \times \rho_e \times kob\ 5,$$

que es una expresión de función en la que el volumen Vob de la porción de circuito de derivación I se multiplica por la densidad de líquido saturado  $\rho_e$  en la porción que corresponde al lado de circuito de derivación del subenfriador 125 y al coeficiente kob correcto. Obsérvese que el volumen Vob de la porción de circuito de derivación I es un valor que se conoce antes de la instalación de unidad de exterior 102 en la ubicación de instalación y se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108. Adicionalmente, la densidad de líquido saturado  $\rho_e$  en la porción que corresponde al lado de circuito de derivación del subenfriador 125 se obtiene convirtiendo la presión de succión Ps o la temperatura de evaporación Te.

Obsérvese que en el presente modo de realización existe una unidad de exterior 102. Sin embargo, cuando se conectan una pluralidad de unidades de exterior, con respecto a la cantidad de refrigerante en la unidad de exterior tal como Mog 1, Mc, Mol1, Mol2, Mog 2, y Mob, una expresión de relación para tal cantidad de refrigerante en cada porción se define para cada una de la pluralidad de unidades de exterior, y la cantidad de refrigerante total de las unidades de exterior se calcula añadiendo la cantidad de refrigerante en cada porción de la pluralidad de las unidades de exterior. Obsérvese que, cuando se conectan una pluralidad de unidades de exterior con diferentes modelos y capacidades, se usarán expresiones de relación que tienen parámetros con valores diferentes para la cantidad de refrigerante en cada porción.

Tal como se describió anteriormente, en el presente modo de realización, usando las expresiones de relación para cada porción en el circuito de refrigerante 110, se calcula la cantidad de refrigerante en cada porción a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante y, de ese modo, puede calcularse la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110.

Esta etapa S112 se repite hasta que se satisface la condición para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante en la etapa S113 descrita a continuación. Por tanto, en el periodo desde que se comienza hasta que se termina la carga de refrigerante adicional, se calcula la cantidad de refrigerante en cada porción a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la carga de refrigerante usando las expresiones de relación para cada porción en el circuito de refrigerante 110. Más específicamente, se calculan la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante Mr en cada una de las unidades de interior 104 y 105 (es decir, la cantidad de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante 110 excluyendo las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107) necesaria para la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante en la etapa S113 descrita a continuación. En el presente documento, la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 se calcula añadiendo Mog1, Mc, Mol1, Mol2, Mog2, y Mob descritas anteriormente, cada uno de los cuales es la cantidad de refrigerante en cada porción en la unidad de exterior 102.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S112 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante para calcular la cantidad de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante 110 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de carga de refrigerante automática.

(Etapa S113: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante)

Tal como se describió anteriormente, cuando comienza la carga de refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 110, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 aumenta gradualmente. En el presente documento, cuando se desconocen los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, la cantidad de refrigerante que debe cargarse al interior del circuito de refrigerante 110 después de la carga de refrigerante adicional no puede prescribirse como la cantidad de refrigerante del circuito de refrigerante 110 completo. Sin embargo, cuando el centro de atención se sitúa solo sobre la unidad de exterior 102 y las unidades de interior 104 y 105 (es decir, el circuito de refrigerante 110 excluyendo las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107), es posible conocer por adelantado la cantidad óptima de refrigerante de la unidad de exterior 102 en el modo de funcionamiento normal mediante pruebas y simulaciones detalladas. Por tanto, un valor de esta cantidad de refrigerante se almacena por adelantado en la memoria del controlador 108 como el valor de carga Ms objetivo; usando las expresiones de relación descritas anteriormente, la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante Mr en las unidades de interior 104 y 105 se calculan a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de carga de refrigerante automática; y se carga refrigerante adicional hasta que un valor de la cantidad de refrigerante evaluado, añadiendo la cantidad de refrigerante Mo y la cantidad de refrigerante Mr, alcance el valor de carga Ms objetivo. En otras palabras, la etapa S113 es un procedimiento en el que se evalúa si la cantidad de refrigerante, que se obtiene añadiendo la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante Mr en las unidades de interior 104 y 105 durante la operación de carga de refrigerante automática, ha alcanzado el valor de carga Ms objetivo o no y, de ese modo, se evalúa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 110 mediante carga de refrigerante adicional.

Después, en la etapa S113, cuando un valor de la cantidad de refrigerante obtenidos añadiendo la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante Mr en las unidades de interior 104 y 105 es más pequeño que el valor de carga Ms objetivo y la carga de refrigerante adicional no se ha completado, el procedimiento en la etapa S113 se repite hasta que se alcanza el valor de carga Ms objetivo. Adicionalmente, cuando un valor de la cantidad de refrigerante obtenido añadiendo la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante Mr en las unidades de interior 104 y 105 alcance el valor de carga Ms objetivo, se termina la carga de refrigerante adicional, y se termina la etapa S101, así como el procedimiento de operación de carga de refrigerante automática.

Obsérvese que, en la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente, a medida que el refrigerante adicional se carga en el circuito de refrigerante 110, aparece una tendencia de aumento en el grado de subenfriamiento SCo en la salida del intercambiador de calor de exterior 123, causando que aumente la cantidad de

refrigerante Mc en el intercambiador de calor de exterior 123, y la cantidad de refrigerante en las otras porciones tiende a mantenerse sustancialmente constante. Por tanto, el valor de carga Ms objetivo puede definirse como un valor que solo corresponde a la cantidad de refrigerante Mo en la unidad de exterior 102, pero no a la unidad de exterior 102 y las unidades de interior 104 y 105, o puede definirse como un valor que corresponde a la cantidad de refrigerante Mc en el intercambiador de calor de exterior 123, y puede cargarse refrigerante adicional hasta que se alcanza el valor de carga Ms objetivo.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S113 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en la operación de carga de refrigerante automática (es decir, para evaluar si ha alcanzado la cantidad de refrigerante o no el valor de carga Ms objetivo).

(Etapa S102: operación de evaluación de volumen de tubería)

Cuando se termina la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente de la etapa S101, el procedimiento avanza a la operación de evaluación de volumen de tubería de la etapa S102. En la operación de evaluación de volumen de tubería, el procedimiento desde la etapa S121 hasta la etapa S125 tal como se muestra en la figura 21 se lleva a cabo mediante el controlador 108. En el presente documento, la figura 21 es un diagrama de flujo de la operación de evaluación de volumen de tubería.

(Etapas S121, S122: operación de evaluación de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante líquido y cálculo del volumen)

En la etapa S121, como es el caso con la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente de la etapa S111 durante la operación de carga de refrigerante automática, la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106, que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, se realiza el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación. En el presente documento, el valor de temperatura de tubería de líquido Tlps objetivo de la temperatura del refrigerante Tlp en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 bajo el control de temperatura de tubería de líquido se considera como un primer valor Tlps1 objetivo, y el estado en el que la operación de evaluación de cantidad de refrigerante es estable en este primer valor Tlps1 objetivo se considera como un primer estado (véase el ciclo de refrigeración indicado por las líneas que incluyen las líneas de puntos en la figura 22). Obsérvese que la figura 22 es un diagrama de Mollier para mostrar un ciclo de refrigeración del acondicionador de aire 101 durante la operación de evaluación de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante líquido.

A continuación, el primer estado en el que la temperatura del refrigerante Tlp en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 125 bajo control de temperatura de tubería de líquido es estable en el primer valor Tlps1 objetivo se conmuta a un segundo estado (véase el ciclo de refrigeración indicada por las líneas continuas en la figura 22) en el que el valor de temperatura de tubería de líquido Tlps objetivo se cambia a un segundo valor Tlps2 objetivo diferente del primer valor Tlps1 objetivo y se estabiliza sin cambiar las condiciones de otros controles del equipo, es decir, las condiciones del control de presión de condensación, el control de grado de sobrecalentamiento, y el control de presión de evaporación (es decir, sin cambiar el grado de sobrecalentamiento SHrs objetivo y el valor de baja presión Tes objetivo). En el presente modo de realización, el segundo valor Tlps2 objetivo es una temperatura más alta que el primer valor Tlps1 objetivo.

De esta manera, cambiando la temperatura de refrigerante Tlp del estado estable en el primer estado al segundo estado, la densidad del refrigerante en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 disminuye, y por tanto la cantidad de refrigerante Mlp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 en el segundo estado disminuye en comparación con la cantidad de refrigerante en el primer estado. Después, el refrigerante cuya cantidad ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 se mueve a otras porciones en el circuito de refrigerante 110. Más específicamente, tal como se describió anteriormente, las condiciones de otros controles del equipo distintos del control de temperatura de tubería de líquido no se cambian, y por tanto la cantidad de refrigerante Mog 1 en la porción de tubería de gas a alta presión E, la cantidad de refrigerante Mog 2 en la porción de tubería de gas a baja presión H, y la cantidad de refrigerante Mgp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G se mantienen sustancialmente constantes, y el refrigerante cuya cantidad ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 se moverá a la porción de condensador A, la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1, la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2, la porción de unidad de interior F y la porción de circuito de derivación I. En otras palabras, la cantidad de refrigerante Mc en la porción de condensador A, la cantidad de refrigerante Mol1 en la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1, la cantidad de refrigerante Mol2 en la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2, la cantidad de refrigerante Mr en la porción de unidad de interior F, y la cantidad de refrigerante Mob en la porción de circuito de derivación I aumentarán por la cantidad del refrigerante que ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3.

Un control de este tipo, tal como se describió anteriormente, se realiza como el procedimiento en la etapa S121 mediante el controlador 108 (más específicamente, mediante los controladores del lado de interior 147 y 157, el controlador del lado de exterior 137, y la línea de transmisión 108a que se conecta entre los controladores 137, 147 y 157) que funciona como medios de control de operación de evaluación de volumen de tubería para llevar a cabo una operación de evaluación de volumen de tubería para calcular la cantidad de refrigerante Mlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106.

A continuación, en la etapa S122, el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 se calcula utilizando el fenómeno de que la cantidad de refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 disminuye y el refrigerante cuya cantidad ha disminuido se mueve a otras porciones en el circuito de refrigerante 110 debido al cambio del primer estado al segundo estado.

En primer lugar, se describe una fórmula de cálculo usada con el fin de calcular el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106. Siempre y cuando la cantidad del refrigerante que ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 y se ha movido a las otras porciones en el circuito de refrigerante 110 mediante la operación de evaluación de volumen de tubería descrita anteriormente es la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta Mlp$ , y esta cantidad de aumento/disminución del refrigerante en cada porción entre el primer estado y el segundo estado es  $\Delta Mc$ ,  $\Delta Mol1$ ,  $\Delta Mol2$ ,  $\Delta Mr$  y  $\Delta Mob$  (en el presente documento, la cantidad de refrigerante Mog 1, la cantidad de refrigerante Mog 2, y la cantidad de refrigerante Mgp se omiten dado que se mantienen sustancialmente constantes), la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta Mlp$  puede calcularse, por ejemplo, mediante la siguiente expresión de función:

$$\Delta Mlp = -(\Delta Mc + \Delta Mol1 + \Delta Mol2 + \Delta Mr + \Delta Mob)$$

Después, este valor  $\Delta Mlp$  se divide por la cantidad de cambio de densidad del refrigerante  $\Delta \rho lp$  entre el primer estado y el segundo estado en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 6 y, de ese modo, puede calcularse el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106. Obsérvese que, aunque existe un pequeño efecto en un resultado de cálculo de la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta Mlp$ , la cantidad de refrigerante Mog 1 y la cantidad de refrigerante Mog 2 pueden incluirse en la expresión de función descrita anteriormente.

$$Vlp = \Delta Mlp / \Delta \rho lp$$

Obsérvese que  $\Delta Mc$ ,  $\Delta Mol1$ ,  $\Delta Mol2$ ,  $\Delta Mr$ , y  $\Delta Mob$  pueden obtenerse calculando la cantidad de refrigerante en el primer estado y la cantidad de refrigerante en el segundo estado usando la expresión de relación descrita anteriormente para cada porción en el circuito de refrigerante 110 y restando además la cantidad de refrigerante en el primer estado a partir de la cantidad de refrigerante en el segundo estado. Adicionalmente, la cantidad de cambio de densidad  $\Delta \rho lp$  puede obtenerse calculando la densidad del refrigerante en la salida del subenfriador 125 en el primer estado y la densidad del refrigerante en la salida del subenfriador 125 en el segundo estado y restando además la densidad del refrigerante en el primer estado de la densidad del refrigerante en el segundo estado.

Usando la fórmula de cálculo tal como se describió anteriormente, el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 puede calcularse a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 en los estados primero y segundo.

Obsérvese que, en el presente modo de realización, el estado se cambia de modo que el segundo valor Tlps2 objetivo en el segundo estado se vuelve una temperatura más alta que el primer valor Tlps1 objetivo en el primer estado y por tanto el refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 se mueve a otras porciones para aumentar la cantidad de refrigerante en las otras porciones; se calcula de ese modo el volumen Vlp en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 a partir de la cantidad aumentada. Sin embargo, el estado puede cambiarse de modo que el segundo valor Tlps2 objetivo en el segundo estado se vuelve una temperatura más baja que el primer valor Tlps1 objetivo en el primer estado y por tanto el refrigerante se mueve desde otras porciones hasta la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 con el fin de disminuir la cantidad de refrigerante en las otras porciones; se calcula de ese modo el volumen Vlp en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 a partir de la cantidad disminuida.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S122 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante líquido, que calcula el volumen Vlp de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106.

(Etapas S123, S124: operación de evaluación de volumen de tubería y cálculo de volumen para la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso)

Después de que se terminen la etapa S121 y la etapa S122 descrita anteriormente, se realiza en la etapa S123 la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, que

incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación. En el presente documento, el valor de baja presión Pes objetivo de la presión de succión Ps del compresor 121 bajo el control de presión de evaporación se considera como un primer valor Pes1 objetivo, y el estado en el que la operación de evaluación de cantidad de refrigerante es estable en este primer valor Pes1 objetivo se considera como un primer estado (véase el ciclo de refrigeración indicado por las líneas que incluye las líneas de puntos en la figura 23). Obsérvese que la figura 23 es un diagrama de Mollier para mostrar un ciclo de refrigeración del acondicionador de aire 101 durante la operación de evaluación de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso.

A continuación, el primer estado en el que el valor de baja presión Pes objetivo de la presión de succión Ps en el compresor 121 bajo control de presión de evaporación es estable en el primer valor Pes1 objetivo se conmuta a un segundo estado (véase el ciclo de refrigeración solo indicado por las líneas continuas en la figura 23) en el que el valor de baja presión Pes objetivo se cambia a un segundo valor Pes2 objetivo diferente del primer valor Pes1 objetivo y se estabiliza sin cambiar las condiciones de otros controles del equipo, es decir, sin las condiciones del control de temperatura de tubería de líquido, el control de presión de condensación, y el control de grado de sobrecalentamiento (es decir, sin cambiar el valor de temperatura de tubería de líquido Tlps objetivo y el grado de sobrecalentamiento SHrs objetivo). En el presente modo de realización, el segundo valor Pes2 objetivo está a presión más baja que el primer valor Pes1 objetivo.

De esta manera, cambiando la temperatura de refrigerante Tlp del estado estable en el primer estado al segundo estado, la densidad del refrigerante en la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 disminuye, y por tanto la cantidad de refrigerante Mgp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G en el segundo estado disminuye en comparación con la cantidad de refrigerante en el primer estado. Después, el refrigerante cuya cantidad ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G se moverá a otras porciones en el circuito de refrigerante 110. Más específicamente, tal como se describió anteriormente, las condiciones de otros controles del equipo distintos el control de presión de evaporación no se cambian, y por tanto la cantidad de refrigerante Mog 1 en la porción de tubería de líquido a alta presión E, la cantidad de refrigerante Mol1 en la porción de tubería de líquido a alta temperatura B1, la cantidad de refrigerante Mol2 en la porción de tubería de líquido a baja temperatura B2, y la cantidad de refrigerante Mlp en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 se mantienen sustancialmente constantes, y el refrigerante cuya cantidad ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G se moverán a la porción de tubería de gas a baja presión H, la porción de condensador A, la porción de unidad de interior F y la porción de circuito de derivación I. En otras palabras, la cantidad de refrigerante Mog 2 en la porción de tubería de gas a baja presión H, la cantidad de refrigerante Mc en la porción de condensador A, la cantidad de refrigerante Mr en la porción de unidad de interior F, y la cantidad de refrigerante Mob en la porción de circuito de derivación I aumentarán por la cantidad del refrigerante que ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G.

Un control de este tipo, tal como se describió anteriormente, se realiza como el procedimiento en la etapa S123 mediante el controlador 108 (más específicamente, mediante los controladores del lado de interior 147 y 157, el controlador del lado de exterior 137, y la línea de transmisión 108a que se conecta entre y los controladores 137 y 147, y 157) que funciona como medios de control de operación de evaluación de volumen de tubería para llevar a cabo una operación de evaluación de volumen de tubería para calcular el volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

A continuación, en la etapa S124, el volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 se calcula utilizando el fenómeno de que la cantidad de refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G disminuye y el refrigerante cuya cantidad ha disminuido se mueve a otras porciones en el circuito de refrigerante 110 debido al cambio del primer estado al segundo estado.

En primer lugar, se describe una fórmula de cálculo usada con el fin de calcular el volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107. Siempre y cuando la cantidad del refrigerante que ha disminuido en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G y se ha movido a las otras porciones en el circuito de refrigerante 110 mediante la operación de evaluación de volumen de tubería descrita anteriormente sea la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta M_{gp}$ , y esta cantidad de aumento/disminución del refrigerante en cada porción entre el primer estado y el segundo estado es  $\Delta M_c$ ,  $\Delta M_{og2}$ ,  $\Delta M_r$  y  $\Delta M_{ob}$  (en el presente documento, la cantidad de refrigerante Mog 1, la cantidad de refrigerante Mol1, la cantidad de refrigerante Mol2 y la cantidad de refrigerante Mlp se omiten dado que se mantienen sustancialmente constantes), puede calcularse la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta M_{gp}$ , por ejemplo, mediante la siguiente expresión de función:

$$\Delta M_{gp} = - (\Delta M_c + \Delta M_{og2} + \Delta M_r + \Delta M_{ob}).$$

Después, este valor  $\Delta M_{gp}$  se divide por la cantidad de cambio de densidad  $\Delta \rho_{gp}$  del refrigerante entre el primer estado y el segundo estado en la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 y, de ese modo, puede calcularse el volumen Vgp de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107. Obsérvese que, aunque existe un pequeño efecto en un resultado de cálculo de la cantidad de aumento/disminución de refrigerante  $\Delta M_{gp}$ , la

cantidad de refrigerante Mog 1, la cantidad de refrigerante Mol1, y la cantidad de refrigerante Mol2 pueden incluirse en la expresión de función descrita anteriormente.

$$Vg p = \Delta M_{gp} / \Delta \rho_{gp}$$

5 Obsérvese que,  $\Delta M_c$ ,  $\Delta M_{og}$  2,  $\Delta M_r$  y  $\Delta M_{ob}$  pueden obtenerse calculando la cantidad de refrigerante en el primer estado y la cantidad de refrigerante en el segundo estado usando la expresión de relación descrita anteriormente para cada porción en el circuito de refrigerante 110 y restando además la cantidad de refrigerante en el primer estado a partir de la cantidad de refrigerante en el segundo estado. Adicionalmente, la cantidad de cambio de densidad  $\Delta \rho_{gp}$  puede obtenerse calculando una densidad promedio entre la densidad  $\rho_s$  del refrigerante en el lado de succión del compresor 121 en el primer estado y la densidad  $\rho_{eo}$  del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 y restando la densidad promedio en el primer estado de la densidad promedio en el segundo estado.

Usando tal fórmula de cálculo tal como se describió anteriormente, el volumen  $V_{gp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 puede calcularse a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 en los estados primero y segundo.

15 Obsérvese que, en el presente modo de realización, se cambia el estado de modo que el segundo valor  $Pes_2$  objetivo en el segundo estado se vuelve de una presión más baja que el primer valor  $Pes_1$  objetivo en el primer estado y por tanto el refrigerante en la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G se mueve a otras porciones con el fin de aumentar la cantidad de refrigerante en las otras porciones; se calcula de ese modo el volumen  $V_{lp}$  en la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 a partir de la cantidad aumentada. Sin embargo, el estado puede cambiarse de modo que el segundo valor  $Pes_2$  objetivo en el segundo estado se vuelve de una presión más alta que el primer valor  $Pes_1$  objetivo en el primer estado y por tanto el refrigerante se mueve desde otras porciones hasta la porción de tubería de comunicación de refrigerante gaseoso G con el fin de disminuir el refrigerante cantidad en las otras porciones; se calcula de ese modo el volumen  $V_{lp}$  en la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 a partir de la cantidad disminuida.

25 De esta manera, el procedimiento en la etapa S124 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de volumen de tubería para una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso, que calcula el volumen  $V_{gp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

30 (Etapa S125: evaluación de la adecuación de un resultado de la operación de evaluación de volumen de tubería)

Después de que se terminen la etapa S121 hasta la etapa S124 descritas anteriormente, en la etapa S125, si un resultado de operación de evaluación de volumen de tubería es apropiado o no, en otras palabras, se evalúa si los volúmenes  $V_{lp}$ ,  $V_{gp}$  de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 calculados por medios de cálculo de volumen de tubería son apropiados o no.

35 Específicamente, tal como se muestra en una expresión de desigualdad a continuación, se evalúa si la relación del volumen  $V_{lp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 con el volumen  $V_{gp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 obtenidos está en intervalo de valor numérico predeterminado o no mediante los cálculos.

$$\varepsilon_1 < V_{lp} / V_{gp} < \varepsilon_2$$

40 En el presente documento,  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$  son valores que se cambian basándose en el valor mínimo y el valor máximo de la relación de volumen de tubería en combinaciones factibles de la unidad de fuente de calor y la unidad de aprovechamiento.

Después, cuando la relación de volumen  $V_{lp}/V_{gp}$  satisface el intervalo de valores numéricos descrito anteriormente, se termina el procedimiento en la etapa S102 para la operación de evaluación de volumen de tubería. Cuando la relación de volumen  $V_{lp}/V_{gp}$  no satisface el intervalo de valores numéricos, se realiza de nuevo el procedimiento para la operación de evaluación de volumen de tubería y el cálculo de volumen en la etapa S121 hasta la etapa S124.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S125 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de evaluación de adecuación para evaluar si es apropiado un resultado de la operación de evaluación de volumen de tubería descrita anteriormente o no, en otras palabras, si son apropiados o no los volúmenes  $V_{lp}$ ,  $V_{gp}$  de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 calculados por medios de cálculo de volumen de tubería.

Obsérvese que, en el presente modo de realización, la operación de evaluación de volumen de tubería (etapas S121, S122) para la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 se realiza en primer lugar y después se realiza la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 (etapas S123, S124). Sin embargo, la operación de evaluación de volumen de tubería para la tubería de

comunicación de refrigerante gaseoso 107 puede realizarse en primer lugar.

Adicionalmente, en la etapa S125 descrita anteriormente, cuando un resultado de operación de evaluación de volumen de tubería en las etapas S121 a S124 se evalúa que no es apropiado para una pluralidad de momentos, o cuando evaluar de manera más simple los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, aunque no se muestra en la figura 21, por ejemplo, en la etapa S125, después de que se evalúa que un resultado de la operación de evaluación de volumen de tubería en las etapas S121 a S124 no es apropiado, es posible avanzar a los procedimientos para estimar las longitudes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 a partir de la pérdida de presión en las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 y para calcular los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 a partir de la longitud estimada de las tuberías y una relación de volumen promedio, obteniendo de ese modo los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107.

Adicionalmente, en el presente modo de realización, el caso en el que se realiza la operación de evaluación de volumen de tubería para calcular los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 se describe de acuerdo con la premisa de que no hay información en cuanto a longitudes, diámetro de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 y se desconocen los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107. Sin embargo, cuando medios de cálculo de volumen de tubería tienen una función para calcular los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 introduciendo información en cuanto a longitudes, diámetro de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, tal función puede usarse de manera conjunta.

Además, cuando no se usa la función descrita anteriormente para calcular los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 mediante la operación de evaluación de volumen de tubería y usando los resultados de operación si no que se usa solo la función para calcular los volúmenes V<sub>lp</sub>, V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 introduciendo información en cuanto a longitudes, diámetro de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, los medios de evaluación de adecuación descritos anteriormente (etapa S125) pueden usarse para evaluar si la información introducida en cuanto a longitudes, diámetros de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 es apropiada o no.

(Etapa S103: operación de detección de cantidad de refrigerante inicial)

Cuando se termina la operación de evaluación de volumen de tubería descrita anteriormente de la etapa S102, el procedimiento avanza a la operación de evaluación de cantidad de refrigerante inicial de la etapa S103. En la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial, el procedimiento en la etapa S131 y la etapa S132 mostrado en la figura 24 se lleva a cabo mediante el controlador 108. En el presente documento, la figura 24 es un diagrama de flujo de la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial.

(Etapa S131: operación de evaluación de cantidad de refrigerante)

En la etapa S131, como es el caso con la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente de la etapa S111 en la operación de carga de refrigerante automática, se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación. En el presente documento, como norma, los valores que van a usarse para el valor de temperatura de tubería de líquido T<sub>lps</sub> objetivo bajo el control de temperatura de tubería de líquido, el valor de grado de sobrecalentamiento SHrs objetivo bajo el control de grado de sobrecalentamiento, y el valor de baja presión P<sub>es</sub> objetivo bajo el control de presión de evaporación son los mismos que los valores objetivo durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante de la etapa S11 en la operación de carga de refrigerante automática.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S131 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación.

(Etapa S132: cálculo de cantidad de refrigerante)

A continuación, mientras que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se calcula en la etapa S132 mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante inicial. El cálculo de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se realiza usando la expresión de relación descrita anteriormente entre la cantidad de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante 110 y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110. Sin embargo, en este momento,

los volúmenes V<sub>lp</sub> y V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, que se desconocían en el momento de después de la instalación de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 101, se han calculado y se conocen los valores de los mismos. Por tanto, multiplicando los volúmenes V<sub>lp</sub> y V<sub>gp</sub> de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 por la densidad del refrigerante, pueden calcularse las cantidades M<sub>lp</sub>, M<sub>gp</sub> de refrigerante en las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, y añadiendo además la cantidad de refrigerante en la otra porción, puede detectarse la cantidad de refrigerante inicial en el circuito de refrigerante 110 completo. Esta cantidad de refrigerante inicial se usa como cantidad M<sub>i</sub> de refrigerante de referencia del circuito de refrigerante 110 completo, que sirve como una referencia para evaluar si hay una fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110 o no durante la operación de detección de fuga de refrigerante descrita a continuación. Por tanto, se almacena como valor de la cantidad de estado de funcionamiento en la memoria del controlador 108 como medios de almacenamiento de cantidad de estado.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S132 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante para calcular la cantidad de refrigerante de cada porción en el circuito de refrigerante 110 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial.

<Modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante>

A continuación, un modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante se describe con referencia a las figuras 16, 17, 20, y 25. En el presente documento, la figura 25 es un diagrama de flujo del modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que, si el refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se fuga al exterior o no debido a un factor imprevisto se detecta periódicamente (por ejemplo, durante un periodo de tiempo tal como en vacaciones o en mitad de la noche cuando no se necesita acondicionamiento de aire).

(Etapa S141: operación de evaluación de cantidad de refrigerante)

En primer lugar, cuando la operación en el modo de funcionamiento normal tal como la operación de enfriamiento y operación de calentamiento descritas anteriormente han funcionado durante un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, de medio año a un año), el modo de funcionamiento normal se conmuta automática o manualmente al modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante, y como es el caso con la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial, se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación. En el presente documento, como norma, los valores que van a usarse para el valor de temperatura de tubería de líquido T<sub>lps</sub> objetivo bajo el control de temperatura de tubería de líquido, el valor de grado de sobrecalentamiento S<sub>Hrs</sub> objetivo bajo el control de grado de sobrecalentamiento, y el valor de baja presión P<sub>es</sub> objetivo bajo el control de presión de evaporación son los mismos que los valores objetivo en la etapa S131 de la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial.

Obsérvese que, esta operación de evaluación de cantidad de refrigerante se realiza para cada operación de detección de fuga de refrigerante. Incluso cuando la temperatura de refrigerante T<sub>co</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 fluctúa debido a las diferentes condiciones de funcionamiento, por ejemplo, tal como cuando la presión de condensación P<sub>c</sub> es diferente o cuando existe una fuga de refrigerante, la temperatura de refrigerante T<sub>lp</sub> en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 se mantiene constante al mismo valor de temperatura de tubería de líquido T<sub>lps</sub> objetivo mediante el control de temperatura de tubería de líquido.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S141 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control de presión de condensación, el control de temperatura de tubería de líquido, el control de grado de sobrecalentamiento y el control de presión de evaporación.

(Etapa S142: cálculo de cantidad de refrigerante)

A continuación, mientras que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se calcula mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de fuga de refrigerante en la etapa S142. El cálculo de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 se realiza usando la expresión de relación descrita anteriormente entre la cantidad de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante 110 y la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110. Sin embargo, en este momento,

como es el caso con operación de evaluación de cantidad de refrigerante inicial, los volúmenes  $V_{lp}$  y  $V_{gp}$  de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, que se desconocían en el momento de después de la instalación de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 101, se han calculado y se conocen los valores de los mismos. Por tanto, multiplicando los volúmenes  $V_{lp}$  y  $V_{gp}$  de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 por la densidad del refrigerante, pueden calcularse las cantidades  $M_{lp}$ ,  $M_{gp}$  de refrigerante en las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, y añadiendo además la cantidad de refrigerante en la otra porción, puede calcularse la cantidad de refrigerante  $M$  en el circuito de refrigerante 110 completo.

En el presente documento, tal como se describió anteriormente, la temperatura de refrigerante  $T_{lp}$  en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 se mantiene constante en el valor de temperatura de tubería de líquido  $T_{lps}$  objetivo mediante el control de temperatura de tubería de líquido. Por tanto, independientemente de la diferencia en las condiciones de funcionamiento de la operación de detección de fuga de refrigerante, la cantidad de refrigerante  $M_{lp}$  en la porción de tubería de comunicación de refrigerante líquido B3 se mantendrá constante incluso cuando la temperatura de refrigerante  $T_{co}$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 cambia.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S142 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de cálculo de cantidad de refrigerante para calcular la cantidad de refrigerante en cada porción en el circuito de refrigerante 110 a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de fuga de refrigerante.

(Etapas S143, S144: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante, elemento de visualización de alerta)

Cuando hay fuga de refrigerante hacia fuera del circuito de refrigerante 110, disminuye la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110. Después, cuando disminuye la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110, principalmente, aparece una tendencia a disminuir en el grado de subenfriamiento  $SC_o$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 123. Junto con esto, la cantidad de refrigerante  $M_c$  en el intercambiador de calor de exterior 123 disminuye, y la cantidad de refrigerante en diferentes porciones tiende a mantenerse sustancialmente constante. En consecuencia, la cantidad de refrigerante  $M$  del circuito de refrigerante 110 completo calculada en la etapa S142 descrita anteriormente es más pequeña que la cantidad  $M_i$  de refrigerante de referencia detectada durante la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial cuando existe una fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110; mientras que cuando no existe fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110, la cantidad de refrigerante  $M$  es sustancialmente la misma que la cantidad  $M_i$  de refrigerante de referencia.

Utilizando las características descritas anteriormente, se evalúa si hay una fuga de refrigerante o no en la etapa S143. Cuando se evalúa en la etapa S143 que no existe fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110, se termina el modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante.

Por otra porción, cuando se evalúa en la etapa S143 que existe una fuga de refrigerante del circuito de refrigerante 110, el procedimiento avanza a la etapa S144, y una alerta que indica que una fuga de refrigerante se detecta se visualiza en un elemento de visualización de alerta 109. Por consiguiente, se termina el modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante.

De esta manera, el procedimiento de las etapas S142 a S144 se lleva a cabo mediante el controlador 108 que funciona como medios de detección de fuga de refrigerante, que es uno de los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y que detecta si hay una fuga de refrigerante o no evaluando la adecuación de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en el modo de funcionamiento de detección de fuga de refrigerante.

Tal como se describió anteriormente, en el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, el controlador 108 funciona como medios de operación de evaluación de cantidad de refrigerante de los medios de cálculo de cantidad de refrigerante, los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, los medios de operación de evaluación de volumen de tubería, los medios de cálculo de volumen de tubería, los medios de evaluación de adecuación, y los medios de almacenamiento de cantidad de estado y, de ese modo, configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 110.

(3) Características del acondicionador de aire

El acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización tiene las siguientes características.

(A)

En el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, el circuito de refrigerante 110 está dividido en una pluralidad de porciones, y se define una expresión de relación entre la cantidad de refrigerante en cada porción y la cantidad de estado de funcionamiento. En consecuencia, en comparación con el caso convencional en el que se realiza una simulación de características de un ciclo de refrigeración, la carga de cálculo puede reducirse, y un valor de la cantidad de estado de funcionamiento que es importante para el cálculo de la cantidad de refrigerante en cada

porción puede incorporarse de manera selectiva como una variable de la expresión de relación, mejorando por tanto la precisión de cálculo de la cantidad de refrigerante en cada porción. Como resultado, la adecuación de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 puede evaluarse con alta precisión.

5 Por ejemplo, usando la expresión de relación, el controlador 108 como medios de cálculo de cantidad de refrigerante puede calcular rápidamente la cantidad de refrigerante en cada porción a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de carga de refrigerante automática para cargar refrigerante al interior del circuito de refrigerante 110. Además, usando la cantidad de refrigerante calculada en cada porción, el controlador 108 como medios de evaluación de cantidad de refrigerante puede evaluar con alta precisión si la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 (específicamente, un valor obtenidos añadiendo la cantidad de refrigerante  $M_o$  en la unidad de exterior 102 y la cantidad de refrigerante  $M_r$  en las unidades de interior 104 y 1 05) ha alcanzado el valor de carga  $M_s$  objetivo o no.

15 Adicionalmente, usando la expresión de relación, el controlador 108 puede calcular rápidamente la cantidad de refrigerante inicial como una cantidad  $M_i$  de refrigerante de referencia calculando cantidad de refrigerante en cada porción a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial para detectar la cantidad de refrigerante inicial después de que se instalen los equipos constituyentes o después de que se cargue el refrigerante en el circuito de refrigerante 110. Además, es posible detectar de manera altamente precisa la cantidad de refrigerante inicial.

20 Además, usando la expresión de relación, el controlador 108 puede calcular rápidamente la cantidad de refrigerante en cada porción a partir de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de fuga de refrigerante para evaluar si hay una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 o no. Además, el controlador 108 puede evaluar con alta precisión si hay una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 o no comparando la cantidad de refrigerante calculada en cada porción con la cantidad  $M_i$  de refrigerante de referencia que sirve como una referencia para evaluar si hay una fuga de refrigerante o no.

(B)

30 En el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, el subenfriador 125 está dispuesto como el mecanismo de ajuste de temperatura que puede ajustar la temperatura del refrigerante enviada desde el intercambiador de calor de exterior 123 como condensador hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 como mecanismos de expansión. El rendimiento del subenfriador 125 se controla de modo que la temperatura del refrigerante  $T_{ip}$  enviada desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 como mecanismos de expansión se mantiene constante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, impidiendo de ese modo un cambio en la densidad  $\rho_{lp}$  del refrigerante en las tuberías de refrigerante desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151. Por tanto, incluso cuando la temperatura de refrigerante  $T_{co}$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 como condensador es diferente en cada momento, se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, el efecto de la diferencia de temperatura tal como se describió anteriormente se extenderá solo dentro de la tuberías de refrigerante desde la salida del intercambiador de calor de exterior 123 hasta el subenfriador 125, y el error de evaluación debido a la diferencia en la temperatura  $T_{co}$  del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, la diferencia en la densidad del refrigerante) puede reducirse al evaluar la cantidad de refrigerante.

35 En particular, como es el caso con el presente modo de realización en la que la unidad de exterior 102 como unidad de fuente de calor y las unidades de interior 104 y 105 como unidades de aprovechamiento están interconectadas por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, longitudes, diámetros de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 que se conectan entre la unidad de exterior 102 y las unidades de interior 104 y 105 son diferentes dependiendo de condiciones tales como la ubicación de instalación. Por tanto, cuando los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 son grandes, la diferencia en la temperatura de refrigerante  $T_{co}$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 será la diferencia en la temperatura del refrigerante en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 que constituye una porción grande de la tuberías de refrigerante desde la salida del intercambiador de calor de exterior 123 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151 y por tanto el error de evaluación tiende a aumentar. Sin embargo, tal como se describió anteriormente, junto con la disposición del subenfriador 125, el rendimiento del subenfriador 125 se controla de modo que la temperatura  $T_{ip}$  del refrigerante en la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 es constante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, impidiendo de ese modo un cambio en la densidad  $\rho_{lp}$  del refrigerante en la tuberías de refrigerante desde el subenfriador 125 hasta las válvulas de expansión de interior 141 y 151. Como resultado, el error de evaluación debido a la diferencia en la temperatura  $T_{co}$  del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 123 (es decir, la diferencia en la densidad del refrigerante) puede reducirse al evaluar la cantidad de refrigerante.

60 Por ejemplo, durante la operación de carga de refrigerante automática para cargar refrigerante al interior del circuito

de refrigerante 110, es posible evaluar con alta precisión si la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 ha alcanzado el valor de carga  $M_s$  objetivo o no. Adicionalmente, durante la operación de detección de cantidad de refrigerante inicial para detectar la cantidad de refrigerante inicial después de que se instalen los equipos constituyentes o después de que se cargue el refrigerante en el circuito de refrigerante 110, la cantidad de refrigerante inicial puede detectarse con alta precisión. Adicionalmente, durante la operación de detección de fuga de refrigerante para evaluar si hay una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 o no, puede evaluarse con alta precisión si hay una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 o no.

Adicionalmente, en el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, controlando los equipos constituyentes de modo que la presión (por ejemplo, la presión de succión  $P_s$  y la presión de evaporación  $P_e$ ) del refrigerante enviado desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 como evaporadores hasta el compresor 121 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante o de modo que la cantidad de estado de funcionamiento (por ejemplo, la temperatura de evaporación  $T_e$ ) equivalente a la presión se vuelve constante, impidiendo de ese modo un cambio en la densidad  $\rho_{gp}$  del refrigerante enviado desde los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 hasta el compresor 121. Como resultado, el error de evaluación debido a la diferencia en la presión del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 142 y 152 o la cantidad de estado de funcionamiento equivalente a la presión (es decir, la diferencia en la densidad del refrigerante) puede reducirse al evaluar la cantidad de refrigerante.

(C)

En el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, se realiza la operación de evaluación de volumen de tubería en la que se crean dos estados en los que la densidad del refrigerante que fluye en las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 es diferente entre los dos estados. Después, se calcula la cantidad de aumento/disminución del refrigerante entre estos dos estados a partir de la cantidad de refrigerante en las porciones distintas de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, y la cantidad de aumento/disminución del refrigerante se divide por la cantidad de cambio de densidad del refrigerante en las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 entre el primer estado y el segundo estado, se calculan de ese modo los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107. Por tanto, por ejemplo, incluso cuando se desconocen los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 en el momento después de la instalación de los equipos constituyentes, pueden detectarse los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107. Por consiguiente, los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 pueden obtenerse al tiempo que se reduce la tarea laboriosa de introducir información de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107.

Además, en el acondicionador de aire 101, puede evaluarse la adecuación de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 usando los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 calculados por medios de cálculo de volumen de tubería, y, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 110. Por tanto, incluso cuando se desconocen los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 en el momento después de la instalación de los equipos constituyentes, puede evaluarse la adecuación de la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 con alta precisión.

Por ejemplo, incluso cuando se desconocen los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 en el momento después de la instalación de los equipos constituyentes, puede calcularse la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante inicial usando los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 calculados por medios de cálculo de volumen de tubería. Adicionalmente, incluso cuando se desconocen los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 en el momento después de la instalación de los equipos constituyentes, puede calcularse la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 durante la operación de detección de fuga de refrigerante usando los volúmenes de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107 calculados por medios de cálculo de volumen de tubería. Por consiguiente, es posible detectar la cantidad de refrigerante inicial necesaria para detectar una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 y evaluar con alta precisión si hay una fuga de refrigerante en el circuito de refrigerante 110 o no al tiempo que se reduce la tarea laboriosa de introducir información de las tuberías de comunicación de refrigerante.

(D)

En el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, se calculan el volumen  $V_{lp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen  $V_{gp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 a partir de la información en cuanto a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 (por ejemplo, la operación que resulta de la operación de evaluación de volumen de tubería y la información en cuanto a longitudes, diámetros de las tuberías y similares de las tuberías de comunicación de refrigerante 106 y 107, que introduce el operario y similares). Después, basándose en los resultados obtenidos calculando el volumen  $V_{lp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen  $V_{gp}$  de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, se evalúa si la información en cuanto a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107

usadas para el cálculo es apropiada o no. Por tanto, cuando se evalúa que es apropiada, el volumen V<sub>lp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen V<sub>gp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 puede obtenerse de manera precisa; mientras que cuando se evalúa que no es apropiado, es posible manejar la situación, por ejemplo, volviendo a introducir información apropiada en cuanto a la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y a la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107, volviendo a realizar la operación de evaluación de volumen de tubería, y similares. Además, tal método de evaluación no está configurado para evaluar comprobando individualmente el volumen V<sub>lp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen V<sub>gp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 obtenidos mediante el cálculo, sino que está configurado para evaluar comprobando si el volumen V<sub>lp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen V<sub>gp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107 satisfacen una relación predeterminada o no. Por tanto, puede realizarse una evaluación apropiada que también tiene en consideración una relación relativa entre el volumen V<sub>lp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 106 y el volumen V<sub>gp</sub> de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 107.

(4) Modo de realización alternativo

También para el acondicionador de aire 101 en el presente modo de realización, como es el caso con el modo de realización alternativo 9 en el primer modo de realización, puede configurarse el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante logrando una conexión entre el acondicionador de aire 101 y el controlador local como dispositivo de gestión que gestiona cada equipos constituyentes del acondicionador de aire y obtiene los datos de funcionamiento, conectando el controlador local por medio de una red a un servidor remoto de un centro de gestión de información que recibe los datos de funcionamiento del acondicionador de aire 101, y conectando un dispositivo de memoria tal como un dispositivo de disco como medios de almacenamiento de cantidad de estado al servidor remoto.

<Tercer modo de realización>

Un tercer modo de realización de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención se describe a continuación con referencia a los dibujos.

(1) Configuración del acondicionador de aire

La figura 26 es un diagrama de circuito de refrigerante esquemático de un acondicionador de aire 201 de acuerdo con el tercer modo de realización de la presente invención. El acondicionador de aire 201 es un dispositivo que se usa para enfriar y calentar el interior de un edificio y similares llevando a cabo una operación de ciclo de refrigeración de tipo compresión de vapor. El acondicionador de aire 201 comprende principalmente una o más unidades de exterior 202 como unidad de fuente de calor (dos en el presente modo de realización) unidades de interior 204 y 205 como unidades de aprovechamiento conectadas en paralelo a las mismas, y una tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207 como tuberías de comunicación de refrigerante que interconectan la unidad de exterior 202 y las unidades de interior 204 y 205. En otras palabras, un tipo de compresión de vapor del circuito de refrigerante 210 del acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización está configurado por la interconexión de la unidad de exterior 202, las unidades de interior 204 y 205, y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207.

<Unidad de interior>

Las unidades de interior 204 y 205 se instalan embebiéndose en o colgándose de un techo en el interior de una sala en un edificio y similares o que están montadas en una superficie de pared en el interior de una sala. Las unidades de interior 204 y 205 se conectan a la unidad de exterior 202 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207, y se configuran a parte del circuito de refrigerante 210.

Obsérvese que, dado que las unidades de interior 204 y 205 tienen la misma configuración que la de las unidades de interior 4 y 5 en el primer modo de realización, se usan los números de referencia en la decena del 240 y en la decena del 250 en lugar de números de referencia en la decena del 40 y en la decena del 50 que representan las porciones respectivas de las unidades de interior 4 y 5, y se omite la descripción de aquellas porciones respectivas.

<Unidad de exterior>

La unidad de exterior 202 está instalada en el tejado y similares de un edificio y similares, está conectada a las unidades de interior 204 y 205 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207, y configura el circuito de refrigerante 210 con las unidades de interior 204 y 205.

A continuación, se describe la configuración de la unidad de exterior 202. La unidad de exterior 202 comprende principalmente un circuito de refrigerante del lado de exterior 210c que configura una parte del circuito de refrigerante 210. El circuito de refrigerante del lado de exterior 210c comprende principalmente un compresor 221, una válvula de conmutación de cuatro vías 222, un intercambiador de calor de exterior 223 como intercambiador de

calor del lado de fuente de calor, una válvula de expansión de exterior 224 como válvula de expansión del lado de fuente de calor, un receptor 225, una válvula de cierre del lado de líquido 236, y una válvula de cierre del lado de gas 237. En el presente documento, el compresor 221, la válvula de conmutación de cuatro vías 222, el intercambiador de calor de exterior 223, la válvula de cierre del lado de líquido 236, y la válvula de cierre del lado de gas 237 son los mismos que el compresor 21, la válvula de conmutación de cuatro vías 22, el intercambiador de calor de exterior 23, la válvula de cierre del lado de líquido 36, y la válvula de cierre del lado de gas 37 que constituyen la unidad de exterior 2 en el primer modo de realización, y se omitirán por tanto descripciones de los mismos.

En el presente modo de realización, la unidad de exterior 202 comprende un ventilador de exterior 227 para tomar aire de exterior al interior de la unidad, suministrar el aire al intercambiador de calor de exterior 223, y entonces descargar el aire al exterior, de manera que la unidad de exterior 202 puede llevar a cabo intercambio de calor entre el aire de exterior y el refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 223. El ventilador de exterior 227 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo del aire que suministra al intercambiador de calor de exterior 223, y en el presente modo de realización es un ventilador helicoidal accionado por un motor 227a que comprende un motor de ventilador de CC.

En el presente modo de realización, la válvula de expansión de exterior 224 es una válvula de expansión con alimentación eléctrica conectada a un lado líquido del intercambiador de calor de exterior 223 para ajustar la velocidad de flujo o similar del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante del lado de exterior 210c.

El receptor 225 está conectado entre la válvula de expansión de exterior 224 y la válvula de cierre del lado de líquido 236, y es un contenedor que puede acumular refrigerante de exceso generado en el circuito de refrigerante 210 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 204 y 205. Como el receptor 225, por ejemplo, se usa un contenedor que tiene una forma cilíndrica vertical tal como se muestra en la figura 27. En el presente documento, la figura 27 es una vista en sección transversal lateral esquemática del receptor 225.

En el presente modo de realización, los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239 como medios de detección de nivel de líquido para detectar el nivel de líquido en el receptor 225 se conectan al receptor 225. Cada uno de los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239 está configurado de modo que es posible extraer una porción del refrigerante en el receptor 225 desde una posición predeterminada en el receptor 225, despresurizar al mismo, medir la temperatura de refrigerante, y por consiguiente se devuelve la porción de vuelta al lado de succión del compresor 221. Más específicamente, tal como se muestra en las figuras 26 y 27, principalmente, el circuito de detección de nivel de líquido 238 incluye un tubo de detección 238a que interconecta una posición de una primera altura de nivel de líquido  $L_1$  en una porción lateral del receptor 225 y el lado de succión del compresor 221; una válvula magnética 238b dispuesta en el tubo de detección 238a; un tubo capilar 238c dispuesto en el lado corriente abajo de la válvula magnética 238b; y un sensor de temperatura de detección de nivel de líquido 238d que detecta la temperatura de refrigerante en el lado corriente abajo del tubo capilar 238c. El circuito de detección de nivel de líquido 239 tiene la misma configuración que el circuito de detección de nivel de líquido 238, y tal como se muestra en las figuras 26 y 27, principalmente, el circuito de detección de nivel de líquido 239 incluye un tubo capilar 239c que interconecta una posición de un segunda altura de nivel de líquido  $L_2$  en la porción lateral del receptor 225 y el lado de succión del compresor 221; una válvula magnética 239b dispuesta en el tubo capilar 239c; un tubo capilar 239c dispuesto en el lado corriente abajo de la válvula magnética 239b; y un sensor de temperatura de detección de nivel de líquido 239d que detecta la temperatura de refrigerante en el lado corriente abajo del tubo capilar 239c. Adicionalmente, pueden usarse válvulas de expansión en lugar de las válvulas magnéticas 238b y 239b y los tubos capilares 238c y 239c de los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239.

Adicionalmente, la segunda altura de nivel de líquido  $L_2$  se establece en una posición un poco más alta que la primera altura de nivel de líquido  $L_1$ . Además, la primera altura de nivel de líquido  $L_1$  y la segunda altura de nivel de líquido  $L_2$  se establecen en posiciones más altas que la altura de nivel de líquido en el modo de funcionamiento normal descrito a continuación (más específicamente, una posible altura de nivel de líquido  $L_3$  máxima del nivel de líquido en el modo de funcionamiento normal).

Adicionalmente, la unidad de exterior 202 está dispuesta con diversos sensores a porción de los sensores de temperatura de detección de nivel de líquido 238d y 239d descritos anteriormente. Específicamente, están dispuestos en la unidad de exterior 202 un sensor de presión de succión 228 que detecta la presión de succión  $P_s$  del compresor 221, un sensor de presión de descarga 229 que detecta la presión de descarga  $P_d$  del compresor 221, un sensor de temperatura de succión 232 que detecta la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 221; y un sensor de temperatura de descarga 233 que detecta la temperatura de descarga  $T_d$  del compresor 221. Un sensor de temperatura de intercambiador de calor 230 que detecta la temperatura de refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 223 (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  durante la operación de enfriamiento o la temperatura de evaporación  $T_e$  durante la operación de calentamiento) está dispuesto en el intercambiador de calor de exterior 223. Un sensor de temperatura del lado de líquido 231 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o un estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 223. Un sensor de temperatura de exterior 234 que detecta la temperatura del aire de exterior que fluye en el interior de la unidad (es decir, la temperatura de exterior  $T_a$ ) está dispuesto en un lado de toma de aire de exterior de la unidad de exterior 202. Adicionalmente, la unidad de exterior 202 está dispuesta con un controlador del lado de exterior 235 que controla el

funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de exterior 202. Además, el controlador del lado de exterior 235 incluye un microordenador dispuesto para controlar la unidad de exterior 202, una memoria, un circuito de inversor que controla un motor 221a, y similares, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con los controladores del lado de interior 247 y 257 de las unidades de interior 204 y 205. En otras palabras, un controlador 208 que realiza una operación de control de todo el acondicionador de aire 201 está configurado por los controladores del lado de interior 247 y 257 y el controlador del lado de exterior 235. Tal como se muestra en la figura 28, el controlador 208 está conectado para poder recibir señales de detección de los sensores 229 a 234, 238d, 239d, 244 a 246, y 254 a 256, y para poder controlar los diversos equipos y las válvulas 221, 222, 224, 227a, 238b, 239b, 241, 243a, 251, y 253a basándose en estas señales de detección y similares. Adicionalmente, una porción de elemento de visualización de alerta 209 que comprende LED y similares, que está configurado para indicar que se detecta una fuga de refrigerante durante el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación, está conectado al controlador 208. En el presente documento, la figura 28 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire 201.

Tal como se describió anteriormente, el circuito de refrigerante 210 del acondicionador de aire 201 está configurado por la interconexión de los circuitos de refrigerante del lado de interior 210a y 210b, el circuito de refrigerante del lado de exterior 210c, y las tuberías de comunicación de refrigerante 206 y 207. Además, con el controlador 208 que comprende los controladores del lado de interior 247 y 257 y el controlador del lado de exterior 235, el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización está configurado para conmutar y funcionar entre la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 222 y para controlar cada equipo de la unidad de exterior 202 y las unidades de interior 204 y 205 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 204 y 205.

## (2) Funcionamiento del acondicionador de aire

A continuación, se describe el funcionamiento del acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización.

Los modos de funcionamiento del acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización incluyen: un modo de funcionamiento normal en el que el control de cada equipo de la unidad de exterior 202 y las unidades de interior 204 y 205 se realiza dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 204 y 205; se realiza un modo de funcionamiento de prueba en el que va a realizarse la operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire 201; y un modo de detección de fuga de refrigerante en el que, después de que se termina la operación de prueba y ha empezado la operación normal, se evalúa si la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210 es adecuada o no detectando el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de intercambiadores de calor de interior 242 y 252 que funcionan como evaporadores mientras que provocan que todas las unidades de interior 204 y 205 realicen la operación de enfriamiento. El modo de funcionamiento normal incluye principalmente la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento. Adicionalmente, el modo de funcionamiento de prueba incluye la operación de carga de refrigerante automática y la operación de cambio de variables de control.

El funcionamiento en cada modo de funcionamiento del acondicionador de aire 201 se describe a continuación.

### <Modo de funcionamiento normal>

En primer lugar, se describe la operación de enfriamiento en el modo de funcionamiento normal con referencia a las figuras 26 a 28.

Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 222 está en el estado representado por las líneas continuas en la figura 26, es decir, un estado en el que un lado de descarga del compresor 221 está conectado a un lado de gas del intercambiador de calor de exterior 223 y también un lado de succión del compresor 221 está conectado a lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252. Adicionalmente, la válvula de expansión de exterior 224, la válvula de cierre del lado de líquido 236 y la válvula de cierre del lado de gas 237 están abiertas, y las válvulas magnéticas 238b y 238b están cerradas, y el grado de apertura de válvulas de expansión de interior 241 y 251 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 244 y 254 a partir de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255, o se detecta convirtiendo la presión de succión Ps del compresor 221 detectada mediante el sensor de presión de succión 228 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación Te, y restando este valor de temperatura saturado del refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 puede detectarse restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de evaporación Te que se detecta mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 244 y 254 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255; o puede disponerse un sensor de temperatura que

detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 de modo que se detecta el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255.

Cuando el compresor 221, el ventilador de exterior 227, los ventiladores de interior 243 y 253 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 210, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 221 y se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión. Por consiguiente, el refrigerante gaseoso a alta presión se envía al intercambiador de calor de exterior 223 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 222, intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 227, y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión.

Después, este refrigerante líquido a alta presión se envía al receptor 225 por medio de la válvula de expansión de exterior 224, acumulado temporalmente en el receptor 225, y se envía a las unidades de interior 204 y 205 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 236 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206. En el presente documento, con respecto al interior del receptor 225, cuando se genera refrigerante de exceso en el circuito de refrigerante 210 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 204 y 205, por ejemplo, tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 204 y 205 es pequeña o una de ellas se detiene o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 204 y 205 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el receptor 225, y la altura de nivel de líquido en el receptor 225 es igual a o más baja que la altura de nivel de líquido  $L_3$  máxima.

El refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades de interior 204 y 205 se despresuriza mediante las válvulas de expansión de interior 241 y 251, pasa a ser refrigerante en un estado de baja presión bifásico de líquido-gas, se envía a los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, y se evapora para dar refrigerante gaseoso a baja presión. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 241 y 251 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 de modo que el grado de sobrecalentamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante gaseoso a baja presión evaporado en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 está en un estado que tiene un grado de sobrecalentamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que cada una de las unidades de interior 204 y 205 que se instala fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252.

Este refrigerante gaseoso a baja presión se envía a la unidad de exterior 202 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207 y se aspira de nuevo al interior del compresor 221 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 237 y la válvula de conmutación de cuatro vías 222.

A continuación, se describe la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal.

Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 222 está en el estado representado por las líneas de puntos en la figura 26, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 221 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 y también el lado de succión del compresor 221 está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 223. Adicionalmente, la válvula de expansión de exterior 224, la válvula de cierre del lado de líquido 236 y la válvula de cierre del lado de gas 237 están abiertas, las válvulas magnéticas 238a y 238b están cerradas, y el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 241 y 251 se ajusta de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se detecta convirtiendo la presión de descarga  $P_d$  del compresor 221 detectadas mediante el sensor de presión de descarga 229 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$ , y restando de este valor de temperatura saturado del refrigerante un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 244 y 254. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 puede estar dispuesto también de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 244 y 254.

Cuando el compresor 221, el ventilador de exterior 227, y los ventiladores de interior 243 y 253 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 210, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 221, se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión y se envía a las unidades de interior 204 y 205 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 222, la válvula de cierre del lado de gas 237 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207.

Después, el refrigerante gaseoso a alta presión enviado a las unidades de interior 204 y 205 intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de exterior 242 y 252 y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión. Por consiguiente, se despresuriza mediante las válvulas de expansión de interior 241 y 251 y pasa a ser refrigerante en un estado de baja presión bifásico de líquido-gas. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 241 y 251 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 de modo que el grado de subenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante líquido a alta presión condensado en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 está en un estado que tiene un grado de subenfriamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que cada una de las unidades de interior 204 y 205 que se instala fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252.

Este refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión se envía a la unidad de exterior 202 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y fluye al interior del receptor 225 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 236. El refrigerante que fluye al interior de receptor 225 se acumula temporalmente en el receptor 225, y por consiguiente fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 223 por medio de la válvula de expansión de exterior 224. En el presente documento, con respecto al interior del receptor 225, cuando se genera refrigerante de exceso en el circuito de refrigerante 210 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 204 y 205, por ejemplo, tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 204 y 205 es pequeña o una de ellas se detiene o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 204 y 205 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el receptor 225, y la altura de nivel de líquido en el receptor 225 es igual a o más baja que la altura de nivel de líquido L<sub>3</sub> máxima. Después, el refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión que fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 223 intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 227, se condensa para dar refrigerante gaseoso a baja presión y se aspira de nuevo al interior del compresor 221 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 222.

De esta manera, el procedimiento normal de operación que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento descritas anteriormente se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de control de operación normal para llevar a cabo una operación normal que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

<Modo de funcionamiento de prueba>

A continuación, el modo de funcionamiento de prueba se describe con referencia a las figuras 26 a 28 y la figura 3. En el presente modo de realización, en el modo de funcionamiento de prueba, como es el caso con el primer modo de realización, la operación de carga de refrigerante automática de la etapa S1 se realiza en primer lugar. Por consiguiente, se realiza la operación de cambio de variables de control de la etapa S2.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que, la unidad de exterior 202 en la que una cantidad de refrigerante prescrita se carga por adelantado y las unidades de interior 204 y 205 se instalan y están interconectadas por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207 para configurar el circuito de refrigerante 210 *in situ*, y por consiguiente se carga refrigerante adicional al interior del circuito de refrigerante 210 cuya cantidad de refrigerante es insuficiente dependiendo de las longitudes de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207.

<Etapa S1: operación de carga de refrigerante automática>

En primer lugar, la válvula de cierre del lado de líquido 236 y la válvula de cierre del lado de gas 237 de la unidad de exterior 202 se abren y el circuito de refrigerante 210 se llena con la carga de refrigerante en la unidad de exterior 202 por adelantado.

A continuación, cuando una persona que lleva a cabo la operación de prueba genera un comando para iniciar la operación de prueba directamente al controlador 208 o de manera remota mediante un controlador remoto (no mostrado) y similares, el controlador 208 comienza el procedimiento desde la etapa S11 hasta la etapa S13 mostrado en la figura 4, como es el caso con el primer modo de realización.

<Etapa S11: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

Cuando se genera un comando para iniciar la operación de carga de refrigerante automática, el circuito de refrigerante 210, con la válvula de conmutación de cuatro vías 222 de la unidad de exterior 202 en el estado representado por las líneas continuas en la figura 26, pasa a ser un estado en el que las válvulas de expansión de interior 241 y 251 de las unidades de interior 204 y 205 están abiertas, el compresor 221, el ventilador de exterior 227 y los ventiladores de interior 243 y 253 se inician, y la operación de enfriamiento se llevan a cabo de manera forzosa con respecto a todas las unidades de interior 204 y 205 (a continuación en el presente documento denominados "funcionamiento de todas las unidades de interior").

En consecuencia, en el circuito de refrigerante 210, el refrigerante gaseoso a alta presión que se ha comprimido y descargado en el compresor 221 fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el compresor 221 hasta el intercambiador de calor de exterior 223 que funciona como condensador, el refrigerante a alta presión que experimenta un cambio de fase de un estado gaseoso a un estado líquido mediante el intercambio de calor con el aire de exterior fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 223 que funciona como condensador, el refrigerante líquido a alta presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 223 hasta las válvulas de expansión de interior 241 y 251 que incluye el receptor 225 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 206, el refrigerante a baja presión que experimenta un cambio de fase desde un estado bifásico de líquido-gas hasta un estado gaseoso mediante el intercambio de calor con el aire de la sala fluye al interior de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 que funcionan como evaporadores, y el refrigerante gaseoso a baja presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 hasta el compresor 221 que incluye la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 207.

A continuación, se lleva a cabo el control del equipo descrito a continuación para avanzar a la operación para estabilizar el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 210. Específicamente, el motor 221a del compresor 221 se controla de modo que la frecuencia de rotación  $f$  se vuelve constante a un valor predeterminado (a continuación en el presente documento denominado "control constante de frecuencia de rotación de compresor") y las válvulas de expansión de interior 241 y 251 se controlan de modo que el nivel de líquido en el receptor 225 se vuelve constante entre la altura de nivel de líquido  $L_1$  y la altura de nivel de líquido  $L_2$  (a continuación en el presente documento denominado "control constante de nivel de líquido de receptor"). En el presente documento, el motivo para realizar el control constante de frecuencia de rotación es estabilizar la velocidad de flujo del refrigerante aspirado al interior y se descarga desde el compresor 221. Adicionalmente, el motivo para realizar el control constante de nivel de líquido es mantener una cantidad de refrigerante de exceso constante en el receptor 225, y al mismo tiempo provocar el efecto de una fuga de refrigerante para aparecer como un cambio en la cantidad de estado de funcionamiento, tal como el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 que funcionan como evaporadores, que fluctúa no debido al efecto de un cambio en la cantidad de líquido en el receptor 225 si no debido al efecto de un cambio en la cantidad de refrigerante.

En consecuencia, en el circuito de refrigerante 210, el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 210 se estabiliza, y la cantidad de refrigerante en un equipo distinto del intercambiador de calor de exterior 223 y en las tuberías se hace sustancialmente constante. Por tanto, cuando el refrigerante comienza a cargarse al interior del circuito de refrigerante 210 cargando refrigerante adicional, que, por consiguiente, se lleva a cabo, es posible crear un estado en el que la cantidad de estado de funcionamiento tal como el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 que funcionan como evaporadores cambia de acuerdo con un cambio en la cantidad de refrigerante (a continuación en el presente documento esta operación se denomina "operación de evaluación de cantidad de refrigerante").

En el presente documento, se describe el control constante de nivel de líquido de receptor mencionado anteriormente incluyendo un método para detectar el nivel de líquido en el receptor 225 mediante los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239, con referencia a la figura 29. En el presente documento, la figura 29 es un diagrama de flujo del control constante de nivel de líquido de receptor.

En primer lugar, cuando se genera un comando para la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, las válvulas magnéticas 238b y 239b se abren, y se logra un estado en el que el refrigerante fluye hacia el lado de succión del compresor 221 desde las posiciones en la altura de nivel de líquido  $L_1$  y la altura de nivel de líquido  $L_2$  del receptor 225. En el presente documento, el nivel de líquido en el receptor 225 en un estado antes de cargarse refrigerante adicional es más bajo que la altura de nivel de líquido  $L_1$  dado que la altura de nivel de líquido  $L_1$  y la altura de nivel de líquido  $L_2$  se establece más alta que la altura de nivel de líquido  $L_3$  en el modo de funcionamiento normal. En otras palabras, dado que el refrigerante que fluye desde la posición de la altura de nivel de líquido  $L_1$  en el receptor 225 hacia el lado de succión del compresor 221 está en el estado gaseoso; se despresuriza por el tubo capilar 238c en el circuito de detección de nivel de líquido 238, y fluye al interior del lado de succión del compresor 221 después de que se produzca una disminución en la temperatura del mismo en cierto grado. Sin embargo, la disminución en la temperatura que se produce en este momento está causada por la operación de despresurización del refrigerante en un estado gaseoso, y por tanto la disminución es relativamente pequeña. La temperatura del refrigerante después de someterse a la operación de despresurización disminuye solo a una temperatura más alta que la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 221. Por consiguiente, en la etapa S241, se evalúa que el nivel de líquido en el receptor 225 es más bajo que la altura de nivel de líquido  $L_1$ , por ejemplo, basándose en que la temperatura del refrigerante detectada mediante el sensor de temperatura de detección de nivel de líquido 238d en el circuito de detección de nivel de líquido 238 es más alta que la temperatura de succión  $T_s$  una diferencia de temperatura predeterminada. Entonces, en este caso, se realiza el control para disminuir el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 241 y 251 (etapa S242).

A continuación, realizando el control para disminuir el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 241 y 251, el nivel de líquido del receptor 225 se eleva, y cuando el nivel de líquido del receptor 225 alcanza la altura de nivel de líquido  $L_1$ , el refrigerante que fluye desde la posición de la altura de nivel de líquido  $L_1$  en el receptor 225 hasta el lado de succión del compresor 221 pasa a un estado líquido. En consecuencia, la disminución en la

temperatura cuando el refrigerante en un estado líquido se despresuriza es mayor que la disminución en la temperatura cuando el refrigerante en un estado gaseoso se despresuriza mediante la evaporación del refrigerante en el momento la operación de despresurización, y la temperatura disminuye hasta una temperatura que es sustancialmente la misma que la temperatura de succión  $T_s$  en el compresor 221. Por consiguiente, en la etapa S241, se evalúa que el nivel de líquido en el receptor 225 es igual a o más alto que la altura de nivel de líquido  $L_1$ , por ejemplo, basándose en que la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante detectada mediante el sensor de temperatura de detección de nivel de líquido 238d en el circuito de detección de nivel de líquido 238 y la temperatura de succión  $T_s$  es más pequeña que una diferencia de temperatura predeterminada. Entonces, en este caso, el procedimiento avanza a la etapa S243.

10 En la etapa S243, se evalúa si el nivel de líquido en el receptor 225 ha alcanzado la altura de nivel de líquido  $L_2$  o no usando el circuito de detección de nivel de líquido 239. En primer lugar, en el caso en el que el nivel de líquido en el receptor 225 es más bajo que la altura de nivel de líquido  $L_2$ , el refrigerante que fluye desde la posición de la altura de nivel de líquido  $L_2$  en el receptor 225 hacia el lado de succión del compresor 221 está en un estado gaseoso, y por tanto la temperatura del refrigerante después de someterse a la operación de despresurización en el circuito de  
15 detección de nivel de líquido 239 disminuye solo hasta una temperatura más alta que la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 221. Por consiguiente, se evalúa que el nivel de líquido en el receptor 225 es igual a o más alto que la altura de nivel de líquido  $L_1$  y también más baja que la altura de nivel de líquido  $L_2$ . Entonces, en este caso, se evalúa que el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 242 y 252 es adecuado, y se realiza el control para mantener el grado de apertura actual (etapa S244).

20 Sin embargo, en el caso en el que el nivel de líquido en el receptor 225 se vuelve igual a o más alto que la altura de nivel de líquido  $L_2$ , y el refrigerante que fluye desde la posición de la altura de nivel de líquido  $L_2$  en el receptor 225 hacia el lado de succión del compresor 221 pasa a un estado líquido, se evalúa, en la etapa S243, que el nivel de líquido en el receptor 225 es igual a o más alto que la altura de nivel de líquido  $L_2$ , por ejemplo, basándose en que la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante detectada mediante el sensor de temperatura de  
25 detección de nivel de líquido 239d en el circuito de detección de nivel de líquido 239 y la temperatura de succión  $T_s$  es más pequeña que una diferencia de temperatura predeterminada. Entonces, en este caso, se realiza el control para aumentar el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 241 y 251 (etapa S245).

De esta manera, los procedimientos en la etapa S11 se llevan a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de  
30 evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor y el control constante de nivel de líquido de receptor.

Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando no se carga refrigerante por adelantado en la unidad de exterior 202, es necesario antes de la etapa S11 cargar refrigerante hasta que la cantidad de refrigerante alcance un nivel en el que pueda realizarse la operación de ciclo de refrigeración.

35 <Etapa S12: almacenamiento de datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante>

A continuación, se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 210 mientras que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente. En este momento, en la etapa S12, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 durante la carga de refrigerante adicional se obtiene como datos de funcionamiento y se almacena en la memoria  
40 del controlador 208. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, la temperatura de exterior  $T_a$ , la temperatura ambiente  $T_r$ , la presión de descarga  $P_d$ , y la presión de succión  $P_s$  se almacenan en la memoria del controlador 208 como datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante. Obsérvese que, en el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se detecta, tal como se describió anteriormente, restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante  
45 los sensores de temperatura del lado de líquido 244 y 254 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255, o se detecta convirtiendo la presión de succión  $P_s$  del compresor 221 detectada mediante el sensor de presión de succión 228 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  y restando este valor de temperatura saturado de refrigerante  
50 del valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 245 y 255.

Esta etapa S12 se repite hasta que se satisface la condición para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante en la etapa S13 descrita a continuación. Por tanto, en el periodo desde el comienzo hasta terminar la carga de refrigerante adicional, se almacena la cantidad de estado de funcionamiento descrita anteriormente durante la carga de refrigerante, como datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante, en la memoria del controlador 208. Obsérvese que, con respecto a los datos de funcionamiento almacenados en la memoria del controlador 208, pueden almacenarse los datos de funcionamiento reducidos apropiadamente. Por ejemplo, para los  
55 datos de funcionamiento en el periodo desde el comienzo hasta terminar la carga de refrigerante adicional, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  puede almacenarse en cada intervalo de temperatura apropiado y también un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento que corresponde a estos grados de sobrecalentamiento  $SH_i$  pueden almacenarse, etc.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S12 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 durante la operación que implica cargar refrigerante. Por tanto, es posible obtener, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante después de que se termine la carga de refrigerante adicional (a continuación, en el presente documento denominada "cantidad de refrigerante inicial") se carga en el circuito de refrigerante 210.

<Etapa S13: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante>

Tal como se describió anteriormente, cuando comienza la carga de refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 210, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210 aumenta gradualmente. En consecuencia, aparece una tendencia a un aumento en la cantidad de refrigerante que fluye desde el intercambiador de calor de exterior 223 al interior del receptor 225. Sin embargo, la cantidad de refrigerante acumulada en el receptor 225 se mantiene constante mediante el control constante de nivel de líquido de receptor. Como resultado, aparece una tendencia a una disminución en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252. Esta tendencia indica que hay una correlación tal como se muestra en la figura 30 entre el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210. En el presente documento, la figura 30 es un gráfico para mostrar una relación entre el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, y la temperatura ambiente  $T_r$  y la cantidad de refrigerante  $Ch$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Esta correlación indica una relación entre la temperatura ambiente  $T_r$  y un valor del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 cuando refrigerante se carga en el circuito de refrigerante 210 por adelantado hasta que una cantidad de refrigerante prescrita se alcanza (a continuación en el presente documento denominada "valor prescrito del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ "), en el caso en el que se realizó la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente usando el acondicionador de aire 201 en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, significa que un valor prescrito del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se determina mediante la temperatura ambiente  $T_r$  durante la operación de prueba (específicamente, durante la carga de refrigerante automática), y la comparación entre este valor prescrito del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  y el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  detectado durante la carga de refrigerante permite la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante que va a cargarse al interior del circuito de refrigerante 210 cargando refrigerante adicional.

La etapa S13 es un procedimiento para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210 cargando refrigerante adicional, usando la correlación tal como se describió anteriormente.

En otras palabras, cuando la cantidad de refrigerante adicional que va a cargarse es pequeña y la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210 no ha alcanzado la cantidad de refrigerante inicial, es un estado en el que la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210 es pequeña. En el presente documento, el estado en el que la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210 es pequeña significa que el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 es mayor que el valor prescrito del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ . Por consiguiente, cuando el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 es mayor que el valor prescrito y no se termina la carga de refrigerante adicional, el procedimiento en la etapa S13 se repite hasta que el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  alcanza el valor prescrito. Adicionalmente, cuando el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  alcanza el valor prescrito, se termina la carga de refrigerante adicional y se termina la etapa S1 como un procedimiento de operación de carga de cantidad de refrigerante. Obsérvese que, se considera que la cantidad de refrigerante inicial después de que se termine la carga de refrigerante adicional ha alcanzado la cantidad de refrigerante cercana a la cantidad de refrigerante prescrita. Sin embargo, el valor de la cantidad de refrigerante prescrita por sí misma es la cantidad de refrigerante determinada basándose en la longitud de tubería, las capacidades de los equipos constituyentes, y similares, que se miden *in situ*. Por tanto, es posible, como resultado, que la cantidad de refrigerante prescrita sea inconsistente con la cantidad de refrigerante inicial en algunos casos. Por consiguiente, en el presente modo de realización, se usan un valor del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  y un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento al terminar la carga de refrigerante adicional como valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento tal como el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S13 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210 durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando la carga de refrigerante adicional no es necesaria y la cantidad de refrigerante que se carga por adelantado en la unidad de exterior 202 es suficiente como la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210, en la práctica, la operación de carga de refrigerante automática será una operación solo para almacenar los datos de la cantidad de estado de funcionamiento con

respecto a la cantidad de refrigerante inicial. Obsérvese que existen casos en los que la cantidad de refrigerante prescrita calculada *in situ* a partir de la longitud de tubería, las capacidades de los equipos constituyentes, y similares es inconsistente con la cantidad de refrigerante inicial después de que se termine la carga de refrigerante adicional. Sin embargo, en el presente modo de realización, se usan un valor del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  y un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento al terminar la carga de refrigerante adicional como valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento tal como el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación.

<Etapa S2: operación de cambio de variables de control>

Cuando se termina la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente de la etapa S1, el procedimiento avanza a la operación de cambio de variables de control de la etapa S2. Durante la operación de cambio de variables de control, se lleva a cabo el procedimiento en la etapa S21 hasta la etapa S23 mostrado en la figura 6 mediante el controlador 208, como es el caso con el primer modo de realización.

<Etapa S21 a S23: operación de cambio de variables de control y almacenamiento de datos de funcionamiento durante la operación de cambio de variables de control>

En la etapa S21, después de finalizar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, la operación de evaluación de cantidad de refrigerante al igual que en la etapa S11 se realiza con la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 210.

En el presente documento, en un estado en el que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante con refrigerante ya cargado hasta la cantidad de refrigerante inicial, se cambia la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 227 y, de ese modo, se realiza la operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 durante la operación de prueba es decir, después de la instalación del acondicionador de aire 201. Además, cambiando la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 243 y 253, se realiza la operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 (a continuación, en el presente documento tal operación se denomina "operación de cambio de variables de control").

Por ejemplo, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando se reduce la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 227, el coeficiente de transferencia de calor  $K$  del intercambiador de calor de exterior 223 pasa a ser más pequeño y cae el rendimiento de intercambio de calor. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 7, aumenta la temperatura de condensación  $T_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 223. Esto da como resultado una tendencia a un aumento en la presión de descarga  $P_d$  del compresor 221 que corresponde a la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 223. Adicionalmente, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando se reduce la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 243 y 253, el coeficiente de transferencia de calor  $K$  de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 pasa a ser más pequeño y cae el rendimiento de intercambio de calor. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 8, disminuye la temperatura de evaporación  $T_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252. Esto da como resultado una tendencia a una disminución en la presión de succión  $P_s$  del compresor 221 que corresponde a la presión de evaporación  $P_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252. Cuando se lleva a cabo tal operación de cambio de variables de control, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 cambia dependiendo de cada una de las condiciones de funcionamiento, mientras que la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 210 permanece constante. En el presente documento, la figura 7 es un gráfico para mostrar una relación entre la presión de descarga  $P_d$  y la temperatura de exterior  $T_a$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. La figura 8 es un gráfico para mostrar una relación entre la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de exterior  $T_a$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

En la etapa S22, se obtiene la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 bajo cada condición de funcionamiento durante la operación de cambio de variables de control como datos de funcionamiento y se almacena en la memoria del controlador 208. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, la temperatura de exterior  $T_a$ , la temperatura ambiente  $T_r$ , la presión de descarga  $P_d$  y la presión de succión  $P_s$  se almacenan, en la memoria del controlador 208, como datos de funcionamiento al comienzo de la carga de refrigerante.

Esta etapa S22 se repite hasta que se determina que se han ejecutado todas las condiciones de funcionamiento para la operación de cambio de variables de control en la etapa S23.

De esta manera, el procedimiento en las etapas S21 y S23 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de operación de cambio de variables de control para llevar a cabo una operación de cambio de variables de control que incluye la operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y

252, cambiando la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 227 y los ventiladores de interior 243 y 253 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Adicionalmente, el procedimiento en la etapa S22 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 durante la operación de cambio de variables de control. Por tanto, es posible obtener, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252.

5

10 <Modo de detección de fuga de refrigerante>

A continuación, se describe el modo de detección de fuga de refrigerante con referencia a las figuras 26, 27 y 9.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que, en el momento operación de enfriamiento o la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal, se detecta periódicamente si el refrigerante en el circuito de refrigerante 210 se fuga al exterior debido a un factor imprevisto o no (por ejemplo, una vez cada mes cuando no se requiere una carga para un espacio de aire acondicionado).

15

<Etapa S31: evaluar si el modo de funcionamiento normal ha funcionado o no durante un determinado periodo de tiempo>

En primer lugar, se evalúa si la operación en el modo de funcionamiento normal tal como la operación de enfriamiento o la operación de calentamiento descritas anteriormente ha funcionado o no durante un determinado periodo de tiempo (cada mes, etc.), y cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha funcionado durante un determinado periodo de tiempo, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S32.

20

<Etapa S32: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

Cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha funcionado durante un determinado periodo de tiempo, como es el caso con la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente de la etapa S11, se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor y el control constante de nivel de líquido de receptor. En el presente documento, un valor que va a usarse para la frecuencia de rotación  $f$  del compresor 221 es el mismo que un valor predeterminado de la frecuencia de rotación  $f$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante de la etapa S11 en la operación de carga de refrigerante automática. Adicionalmente, la altura de nivel de líquido del receptor 225 se controla para que sea la altura de nivel de líquido entre la altura de nivel de líquido  $L_1$  y la altura de nivel de líquido  $L_2$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante de la etapa S11 en la operación de carga de refrigerante automática.

25

30

De esta manera, el procedimiento en la etapa S32 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye el funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor y el control constante de nivel de líquido de receptor.

35

<Etapa S33 a S35: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante, volver al funcionamiento normal, elemento de visualización de alerta>

Cuando el refrigerante en el circuito de refrigerante 210 se fuga, disminuye la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 210. En consecuencia, aparece una tendencia a un aumento en el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 (véase la figura 30). En otras palabras, significa que la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210 puede evaluarse a través de una comparación que usa el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252. En el presente modo de realización, se hace la comparación entre el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 durante la operación de detección de fuga de refrigerante y el valor de referencia (valor prescrito) del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 210 al terminar de la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, de ese modo la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante es decir, se realiza la detección de una fuga de refrigerante.

40

45

50

En el presente documento, cuando se usa el valor de referencia del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ , que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 210 al terminar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente como valor de referencia del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante, una caída en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, provocada por la degradación relacionada con el paso del tiempo, plantea un problema.

55

Por tanto, en el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, como es el caso con el acondicionador de aire 1 en el primer modo de realización, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en los coeficientes KA del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación Pc en el intercambiador de calor de exterior 223 y la temperatura de exterior Ta (véase la figura 7) y en la correlación entre la presión de evaporación Pe en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 y la temperatura ambiente Tr (véase la figura 8), que se producen junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Después, el valor actual del grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> o el valor de referencia del grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub>, que se usa cuando se evalúa la adecuación de la cantidad de refrigerante, se corrige usando la presión de descarga Pd del compresor 221 que corresponde a la presión de condensación Pc en el intercambiador de calor de exterior 223, la temperatura de exterior Ta, la presión de succión Ps del compresor 221 que corresponde a la presión de evaporación Pe en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, y la temperatura ambiente Tr. De ese modo, los diferentes grados de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub>, que se detectan en el acondicionador de aire 201 que comprende el intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 cuyos coeficientes KA permanecen iguales, pueden compararse entre sí. De esta manera, se elimina el efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> por degradación relacionada con el paso del tiempo.

Obsérvese que, puede producirse la fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 debido al efecto de condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc., a porción de la degradación relacionada con el paso del tiempo. Específicamente, en caso de lluvia, las aletas de placa y el tubo de transferencia de calor del intercambiador de calor de exterior 223 se mojan con la lluvia, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el coeficiente KA. Adicionalmente, en caso de fuertes vendavales, la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 227 pasa a ser mayor o menor por los fuertes vendavales, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el coeficiente KA. Tal efecto de condiciones climáticas en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 223 aparecerá como fluctuación en la correlación entre la presión de condensación Pc en el intercambiador de calor de exterior 223 y la temperatura de exterior Ta de acuerdo con la fluctuación en el coeficiente KA (véase la figura 7). En consecuencia, la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> por la degradación relacionada con el paso del tiempo puede dar como resultado la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> por condiciones climáticas.

Como método de corrección específico, por ejemplo, hay un método en el que la cantidad de refrigerante Ch cargada en el circuito de refrigerante 210 se expresa como función del grado de sobrecalentamiento SH<sub>b</sub> la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior Ta, la presión de succión Ps y la temperatura ambiente Tr. Después, se calcula la cantidad de refrigerante Ch a partir del valor actual del grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> durante la operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga Pd, la temperatura de exterior Ta, la presión de succión Ps y la temperatura ambiente Tr durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, se compensa el efecto de degradación relacionada con el paso del tiempo y condiciones climáticas sobre el grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 223.

En el presente documento, la cantidad de refrigerante Ch cargada en el circuito de refrigerante 210 puede expresarse como la siguiente función de regresión múltiple:

$$Ch = k1 \times SH_i + k2 \times Pd + k3 \times Ta + k4 \times Ps + k5 \times Tr + k6,$$

y por consiguiente, usando los datos de funcionamiento (es decir, datos del grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> en la salida del intercambiador de calor de exterior 223, la temperatura de exterior Ta, la temperatura ambiente Tr, la presión de descarga Pd y la presión de succión Ps) almacenados en la memoria del controlador 208 durante la carga de refrigerante y la operación de cambio de variables de control en el modo de funcionamiento de prueba descrita anteriormente, se lleva a cabo un análisis de regresión múltiple con el fin de calcular los parámetros k1 a k6 y de ese modo puede definirse una función de la cantidad de refrigerante Ch.

Obsérvese que, en el presente modo de realización, a función de la cantidad de refrigerante Ch se define mediante el controlador 208 en el periodo desde después de que se realiza la operación de cambio de variables de control en el modo de funcionamiento de prueba descrito anteriormente hasta que el modo se conmuta a la cantidad de modo de detección de fuga de refrigerante la primera vez.

Adicionalmente, un procedimiento para determinar una fórmula de corrección se realiza por la definición de una función con el fin de compensar los efectos en el grado de sobrecalentamiento SH<sub>i</sub> por la degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 y condiciones climáticas cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante o no.

Después, se calcula el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  a partir del valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 223 durante la operación de detección de fuga de refrigerante. Cuando el valor actual es sustancialmente el mismo que el valor de referencia de la cantidad de refrigerante  $Ch$  (es decir, cantidad de refrigerante inicial) para el valor de referencia del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  y la cantidad de refrigerante inicial es menor que un valor predeterminado), se evalúa que no hay fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

Por otra porción, se calcula el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  a partir del valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 durante la operación de detección de fuga de refrigerante, y cuando el valor actual es menor que la cantidad de refrigerante inicial (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  y la cantidad de refrigerante inicial es igual a o superior a un valor predeterminado), se evalúa que hay una fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la etapa S35 y se visualiza una alerta que indica que una fuga de refrigerante se detecta en el elemento de visualización de alerta 209. Por consiguiente, el procedimiento avanza a la etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

Por consiguiente, es posible obtener un resultado similar al obtenido cuando el valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  se compara con el valor de referencia del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  bajo condiciones que son sustancialmente las mismas que aquellas bajo las que se detectan los diferentes grados de sobrecalentamiento  $SH_i$  en el acondicionador de aire 201 que comprende el intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 cuyos coeficientes  $KA$  permanecen iguales se comparan entre sí. En consecuencia, puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  por degradación relacionada con el paso del tiempo.

De esta manera, el procedimiento de las etapas S33 a S35 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de detección de fuga de refrigerante, que es uno de los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y que detecta si hay una fuga de refrigerante o no evaluando la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210 mientras que se realiza la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante. Adicionalmente, una parte del procedimiento en la etapa S33 se lleva a cabo mediante el controlador 208 que funciona como medios de corrección de cantidad de estado para compensar el efecto en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  por la degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante o no en el modo de detección de fuga de refrigerante.

Tal como se describió anteriormente, en el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, el controlador 208 funciona como medios de operación de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de almacenamiento de cantidad de estado, medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de operación de cambio de variables de control, medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado y medios de corrección de cantidad de estado y, de ese modo, configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 210.

### 40 (3) Características del acondicionador de aire

El acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización tiene las siguientes características.

#### (A)

En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, en el modo de funcionamiento de evaluación de cantidad de refrigerante, se lleva a cabo la operación (control constante de nivel de líquido del receptor) en la que el nivel de líquido en el receptor 225 se mantiene constante basándose en los valores detectados de los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239 como medios de detección de nivel de líquido. Por tanto, una cantidad constante de refrigerante de exceso se mantiene en el receptor 225 y, a la vez, es posible provocar que el efecto de una fuga de refrigerante aparezca como un cambio en la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 210 (específicamente, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 242 y 252), no como fluctuación en la cantidad de refrigerante en el receptor 225. Por tanto, a diferencia del caso convencional en el que la operación para drenar refrigerante del receptor 225, es posible suprimir un rápido aumento en la temperatura de descarga  $T_d$  y la presión de descarga  $P_d$  del compresor 221 en el modo de funcionamiento de evaluación de cantidad de refrigerante, una rápida caída en la presión de succión  $P_s$  y la aparición de compresión húmeda del compresor 221.

Obsérvese que, en el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, el nivel de líquido en el receptor 225 en el modo de funcionamiento de evaluación de cantidad de refrigerante se controla para que sea constante a un nivel de líquido mayor (específicamente, a una altura de nivel de líquido entre la altura de nivel de líquido  $L_1$  y la altura de nivel de líquido  $L_2$ ) que el nivel de líquido en el receptor 225 en el modo de funcionamiento

normal (específicamente, la altura de nivel de líquido  $L_3$ ). Por tanto, especialmente, puede suprimirse la aparición del aumento rápido en la temperatura de descarga  $T_d$  y la presión de descarga  $P_d$  del compresor 221.

5 Posteriormente, en el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, incluso cuando hay un refrigerante de exceso en el receptor 225, es posible evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire mientras que se mantiene una operación estable del compresor 221.

(B)

10 En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, la velocidad de flujo del refrigerante que fluye hacia fuera del receptor 225 se controla directamente mediante las válvulas de expansión de interior 241 y 251 y, de ese modo, se controla el nivel de líquido en el receptor 225. En consecuencia, puede lograrse un control relativamente alto y puede mejorarse la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

(C)

15 En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, el nivel de líquido en el receptor 225 se detecta basándose en la temperatura del refrigerante medido después de que el refrigerante se despresurice; específicamente, se detecta disponiendo los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239 que evalúan si el refrigerante se acumula o no hasta una posición predeterminada en el receptor 225 (específicamente, las alturas de nivel de líquido  $L_1$ ,  $L_2$ ) utilizando la diferencia en la disminución en la temperatura en el momento de la despresurización entre el caso en el que se despresuriza el refrigerante gaseoso y el caso en el que se despresuriza el refrigerante líquido. Como es el caso con el presente modo de realización, los circuitos de detección de nivel de líquido 238 y 239 pueden realizarse con una configuración simple que comprende el tubo capilar 238c que interconecta el receptor 225 y el lado de succión del compresor 221, la válvula magnética 239b dispuesta en el tubo capilar 238c, el tubo capilar 239c dispuesto en el lado corriente abajo de la válvula magnética 239b, y el sensor de temperatura de detección de nivel de líquido 239d que detecta la temperatura del refrigerante en el lado corriente abajo del tubo capilar 239c, y por tanto el nivel de líquido puede detectarse con fiabilidad y bajo coste.

25 (D)

30 En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, el centro de atención está colocado en la fluctuación en los coeficientes KA del intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo que se ha producido dado que el intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 (es decir, el acondicionador de aire 201) estaban en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$ , que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 223, y la temperatura de exterior  $T_a$  y en la correlación entre la presión de evaporación  $P_e$ , que es la presión de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 242 y 252, y la temperatura de la sala  $T_r$ , que se producen junto con la fluctuación en el coeficiente KA (véanse las figuras 10 y 11). Después, mediante el controlador 208 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante y medios de corrección de cantidad de estado, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se expresa como función del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ , y el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$  durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  como cantidad de estado de funcionamiento, que se provoca por la degradación relacionada con el paso del tiempo. Posteriormente, en este acondicionador de aire 201, incluso si el intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se degradan debido al paso del tiempo, es posible evaluar de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, es decir, si hay una fuga de refrigerante o no.

50 Adicionalmente, el coeficiente KA del intercambiador de calor de exterior 223 puede fluctuar debido a la fluctuación en condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc. Como es el caso con la degradación relacionada con el paso del tiempo, la fluctuación en condiciones climáticas provoca una fluctuación en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 223, y la temperatura de exterior  $T_a$ , junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Como resultado, también puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  en un caso de este tipo.

55 (E)

En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, durante la operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire 201, el controlador 208 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, los valores de referencia

del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ ) en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial mediante la carga de refrigerante *in situ*, y compara tal cantidad de estado de funcionamiento como valor de referencia con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento durante el modo de

5 detección de fuga de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, es decir, si hay una fuga de refrigerante o no. Por tanto, la cantidad de refrigerante que se ha cargado en realidad en el acondicionador de aire, es decir, la cantidad de refrigerante inicial puede compararse con la cantidad de refrigerante actual durante la detección de fuga de refrigerante.

Posteriormente, en este acondicionador de aire 201, incluso cuando la cantidad de refrigerante prescrita especificada por adelantado antes de que se cargue el refrigerante es inconsistente con la cantidad de refrigerante inicial cargada *in situ* o incluso cuando el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ ) usado para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante 206 y 207, la combinación de la pluralidad de unidades de interior 204 y 205 y la diferencia en la altura de instalación entre las

10 unidades 202, 204, y 205, es posible evaluar de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

(F)

En el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, no se cambia solo la cantidad de estado de funcionamiento en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial (específicamente, los valores de referencia del grado de sobrecalentamiento  $SH_i$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ ) sino que se cambian también las variables de control de equipos constituyentes del acondicionador de aire 201 tal como el ventilador de exterior 227 y los ventiladores de interior 243 y 253. De esta manera, se lleva a cabo una operación para simular condiciones de funcionamiento diferentes de aquellas durante la operación de prueba, y la cantidad de estado de funcionamiento

20 durante esta operación puede almacenarse en el controlador 208 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado.

Posteriormente, en el acondicionador de aire 201, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de equipos constituyentes tal como el ventilador de exterior 227, los ventiladores de interior 243 y 253, y similares cambiados, se determinan una fórmula de correlación y una de corrección y similares de diversos valores de la cantidad de estado de funcionamiento para las diferentes condiciones de funcionamiento, tales como cuando el intercambiador de calor de exterior 223 y los intercambiadores de calor de interior 242 y 252 se degradan debido al paso del tiempo. Mediante el uso de una fórmula de correlación y una de corrección de este tipo, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el

30 valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. De esta manera, en este acondicionador de aire 201, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con las variables de control de equipos constituyentes cambiadas, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, puede mejorarse

35 adicionalmente la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

(4) Modo de realización alternativo

También para el acondicionador de aire 201 en el presente modo de realización, como es el caso con el modo de realización alternativo 9 en el primer modo de realización, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante

45 puede configurarse logrando una conexión entre el acondicionador de aire 201 y el controlador local como dispositivo de gestión para gestionar cada uno de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 201 y obtener los datos de funcionamiento, conectando el controlador local por medio de una red a un servidor remoto de un centro de gestión de información que recibe los datos de funcionamiento del acondicionador de aire 201, y conectando un dispositivo de memoria tal como un dispositivo de disco como medios de almacenamiento de

50 cantidad de estado al servidor remoto.

<Cuarto modo de realización>

Un cuarto modo de realización de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención se describe a continuación con referencia a los dibujos.

(1) Configuración del acondicionador de aire

La figura 31 es un diagrama de un circuito de refrigerante esquemático de un acondicionador de aire 301 de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El acondicionador de aire 301 es un dispositivo que se usa para enfriar y calentar el interior de un edificio y similares llevando a cabo una operación de ciclo de refrigeración de tipo de compresión de vapor. El acondicionador de aire 301 comprende principalmente una unidad de exterior 302

5 como unidad de fuente de calor, una pluralidad de (dos en el presente modo de realización) unidades de interior 304 y 305 como unidades de aprovechamiento conectadas en paralelo a las mismas, y una tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y una tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307 como tuberías de comunicación de refrigerante que interconectan la unidad de exterior 302 y las unidades de interior 304 y 305. En otras palabras, un circuito de refrigerante 310 de tipo de compresión de vapor del acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización está configurado por la interconexión de la unidad de exterior 302, las unidades de interior 304 y 305, y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307.

<Unidad de interior>

10 Las unidades de interior 304 y 305 se instalan embebiéndose en o colgándose de un techo en el interior de los edificios y similares o que están montadas en una superficie de pared en el interior de una sala. Las unidades de interior 304 y 305 están conectadas a la unidad de exterior 302 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307, y configura una parte del circuito de refrigerante 310.

15 A continuación, se describen las configuraciones de las unidades de interior 304 y 305. Obsérvese que, dado que las unidades de interior 304 y 305 tienen la misma configuración, solo la configuración de la unidad de interior 304 se describe en el presente documento, y con respecto a la configuración de la unidad de interior 305, se usan los números de referencia en la decena del 350 en lugar de números de referencia en la decena del 340 que representan las porciones respectivas de la unidad de interior 304, y se omite la descripción de aquellas porciones respectivas.

20 <Unidad de exterior>

La unidad de exterior 302 se instala en el tejado o similar de un edificio y similares, está conectada a las unidades de interior 304 y 305 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307, y configura el circuito de refrigerante 310 con las unidades de interior 304 y 305.

25 A continuación, se describe la configuración de la unidad de exterior 302. La unidad de exterior 302 comprende principalmente un circuito de refrigerante del lado de exterior 310c que configura una parte del circuito de refrigerante 310. El circuito de refrigerante del lado de exterior 310c comprende principalmente un compresor 321, una válvula de conmutación de cuatro vías 322, un intercambiador de calor de exterior 323 como intercambiador de calor del lado de fuente de calor, una válvula de expansión de exterior 324 como válvula de expansión del lado de fuente de calor, un receptor 325, un subenfriador 326, una válvula de cierre del lado de líquido 336, y una válvula de cierre del lado de gas 337. En el presente documento, dado que el compresor 321, la válvula de conmutación de cuatro vías 322, y el intercambiador de calor de exterior 323 son los mismos que el compresor 21, la válvula de conmutación de cuatro vías 22, y el intercambiador de calor de exterior 23 que constituye la unidad de exterior 2 en el primer modo de realización, se omitirán las descripciones de los mismos.

35 En el presente modo de realización, la unidad de exterior 302 comprende un ventilador de exterior 327 para tomar aire de exterior al interior de la unidad, que suministra el aire de exterior al intercambiador de calor de exterior 323, y expulsando luego el aire al exterior, y puede llevar a cabo intercambio de calor entre el aire de exterior y el refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 323. El ventilador de exterior 327 es un ventilador que puede variar la velocidad de flujo del aire que suministra al intercambiador de calor de exterior 323, y en el presente modo de realización es un ventilador helicoidal, que se activa mediante un motor 327a que comprende un motor de ventilador de CC.

En el presente modo de realización, la válvula de expansión de exterior 324 es una válvula de expansión energizada eléctricamente conectada a un lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 323 para ajustar la velocidad de flujo o similar del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante del lado de interior 310a.

45 El receptor 325 está conectado entre la válvula de expansión de exterior 324 y la válvula de cierre del lado de líquido 336, y es un contenedor que puede acumular refrigerante de exceso generado en el circuito de refrigerante 310 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 304 y 305.

50 En el presente modo de realización, el subenfriador 326 es un intercambiador de calor de doble tubo, y está dispuesto para enfriar el refrigerante enviado a las válvulas de expansión de interior 341 y 351 después de que el refrigerante se condense en el intercambiador de calor de exterior 323 y se acumule temporalmente en el receptor 325. En el presente modo de realización, el subenfriador 326 está conectado entre el receptor 325 y la válvula de cierre del lado de líquido 336.

55 En el presente modo de realización, un circuito de refrigerante de derivación 371 está dispuesto como fuente de enfriamiento del subenfriador 326. Obsérvese que, en la descripción a continuación, una porción que corresponde al circuito de refrigerante 310 excluyendo el circuito de refrigerante de derivación 371 se denomina un circuito de refrigerante principal por comodidad.

El circuito de refrigerante de derivación 371 está conectado al circuito de refrigerante principal para provocar que

una porción del refrigerante enviado desde el intercambiador de calor de exterior 323 a los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se bifurque del circuito de refrigerante principal y se devuelva a un lado de succión del compresor 321. Específicamente, el circuito de refrigerante de derivación 371 tiene un circuito de bifurcación 371a conectado a una salida del receptor 325 y una entrada en un circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326, y un circuito de convergencia 371b conectado al lado de succión del compresor 321 para que se devuelva el refrigerante de una salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 al lado de succión del compresor 321. Además, el circuito de bifurcación 371a está dispuesto con una válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 para ajustar la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 371. En el presente documento, la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 es una válvula de expansión activada por un motor para ajustar la velocidad de flujo del refrigerante que va a fluir al subenfriador 326. De esta manera, el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante principal se enfría en el subenfriador 326 mediante el refrigerante devuelto al lado de succión del compresor 321 desde una salida de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372.

La válvula de cierre del lado de líquido 336 y la válvula de cierre del lado de gas 337 son válvulas dispuestas en orificios conectadas al equipo externo y a las tuberías (específicamente, la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307). La válvula de cierre del lado de líquido 336 está conectada al subenfriador 326. La válvula de cierre del lado de gas 337 está conectada a la válvula de conmutación de cuatro vías 322.

Adicionalmente, están dispuestos diversos tipos de sensores en la unidad de exterior 302. Específicamente, un sensor de presión de succión 328 que detecta la presión de succión  $P_s$  del compresor 321, un sensor de presión de descarga 329 que detecta la presión de descarga  $P_d$  del compresor 321, un sensor de temperatura de succión 332 que detecta la temperatura de succión  $T_s$  del compresor 321, y un sensor de temperatura de descarga 333 que detecta la temperatura de descarga  $T_d$  del compresor 321 están dispuestos en la unidad de exterior 302. Un sensor de temperatura de intercambiador de calor 330 que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 323 (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación  $T_c$  durante la operación de enfriamiento o la temperatura de evaporación  $T_e$  durante la operación de calentamiento) está dispuesto en el intercambiador de calor de exterior 323. Un sensor de temperatura del lado de líquido 331 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 323. Un sensor de temperatura de salida de receptor 338 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en la salida del receptor 325. Un sensor de temperatura de salida de subenfriador 339 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326. El circuito de convergencia 371b del circuito de refrigerante de derivación 371 está dispuesto con un sensor de temperatura de circuito de refrigerante de derivación 373 para detectar el grado de sobrecalentamiento del refrigerante que fluye en la salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326. Un sensor de temperatura de exterior 334 que detecta la temperatura del aire de exterior que fluye en el interior de la unidad (es decir, la temperatura de exterior  $T_a$ ) está dispuesto en un lado de toma de aire de exterior de la unidad de exterior 302. Adicionalmente, la unidad de exterior 302 comprende un controlador del lado de exterior 335 que controla el funcionamiento de cada porción que constituye la unidad de exterior 302. Adicionalmente, el controlador del lado de exterior 335 incluye un microordenador y una memoria dispuesta con el fin de controlar la unidad de exterior 302, un circuito de inversor que controla el motor 321a, y similares, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con los controladores del lado de interior 347 y 357 de las unidades de interior 304 y 305. En otras palabras, se configura un controlador 308 que realiza el control de funcionamiento de todo el acondicionador de aire 301 mediante los controladores 347 y 357 y el controlador del lado de exterior 335. Tal como se muestra en la figura 32, el controlador 308 está conectado para poder recibir señales de detección de los sensores 329 a 334, 338, 339, 344 a 346, 354 a 356, y 373, y para poder controlar diversos equipos y válvulas 321, 322, 324, 327a, 341, 343a, 351, 353a, y 372 basándose en estas señales de detección. Adicionalmente, un elemento de visualización de alerta 309 que comprende LED y similares, que está configurado para indicar que se detecta una fuga de refrigerante durante el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación, está conectado al controlador 308. En el presente documento, la figura 32 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire 301.

Tal como se describió anteriormente, el circuito de refrigerante 310 del acondicionador de aire 301 está configurado por la interconexión de los circuitos de refrigerante del lado de interior 310a y 310b, el circuito de refrigerante del lado de exterior 310c, y las tuberías de comunicación de refrigerante 306 y 307. También puede decirse que el circuito de refrigerante 310 comprende el circuito de refrigerante de derivación 371 y el circuito de refrigerante principal excluyendo el circuito de refrigerante de derivación 371. Además, con el controlador 308 que comprende los controladores del lado de interior 347 y 357 y el controlador del lado de exterior 335, el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización está configurado para conmutar y funcionar entre la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 322 y controlar cada equipo de la unidad de exterior 302 y las unidades de interior 304 y 305 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 304 y 305.

(2) Funcionamiento del acondicionador de aire

A continuación, se describe el funcionamiento del acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización.

Los modos de funcionamiento del acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización incluyen: un modo de funcionamiento normal en el que se lleva a cabo el control de cada equipo de la unidad de exterior 302 y las unidades de interior 304 y 305 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 304 y 305; un modo de funcionamiento de prueba en el que la operación de prueba que va a llevarse a cabo después de que se lleve a cabo la instalación del acondicionador de aire 301; y un modo de detección de fuga de refrigerante en el que, después de que finalice la operación de prueba y haya empezado la operación normal, se evalúa si la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 es adecuada o no detectando el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 que funcionan como evaporadores mientras que se provoca que las unidades de interior 304 y 305 realicen la operación de enfriamiento. El modo de funcionamiento normal incluye principalmente la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento. Adicionalmente, el modo de funcionamiento de prueba incluye la operación de carga de refrigerante automática y la operación de cambio de variables de control.

El funcionamiento en cada modo de funcionamiento del acondicionador de aire 301 se describe a continuación.

<Modo de funcionamiento normal>

En primer lugar, la operación de enfriamiento en el modo de funcionamiento normal se describe con referencia a las figuras 31 y 32.

Durante la operación de enfriamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 322 está en el estado representado por las líneas continuas en la figura 31, es decir, un estado en el que un lado de descarga del compresor 321 está conectado a un lado de gas del intercambiador de calor de exterior 323 y también el lado de succión del compresor 321 está conectado a lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352. Adicionalmente, la válvula de expansión de exterior 324, la válvula de cierre del lado de líquido 336 y la válvula de cierre del lado de gas 337 se abren y la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se cierra. Posteriormente, el subenfriador 326 está en un estado en el que intercambio de calor entre el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante principal y el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 371 no se realiza. Además, el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 341 y 351 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 344 y 354 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 345 y 355, o se detecta convirtiendo la presión de succión Ps del compresor 321 detectada mediante el sensor de presión de succión 328 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ , y restando este valor de temperatura saturado del refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 345 y 355. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 puede detectarse restando un valor de temperatura de refrigerante, que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ , detectadas mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 344 y 354 de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 345, 355; o un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 puede disponerse de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se detecta restando la valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$  que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de gas 345 y 355.

Cuando el compresor 321, el ventilador de exterior 327, los ventiladores de interior 343 y 353 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 310, el refrigerante gaseoso a baja presión se aspira al interior del compresor 321 y se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión. Posteriormente, el refrigerante gaseoso a alta presión se envía al intercambiador de calor de exterior 323 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 322, intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 327, y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión.

Después, este refrigerante líquido a alta presión se envía al receptor 325 por medio de la válvula de expansión de exterior 324, se acumula temporalmente en el receptor 325, y se envía a las unidades de interior 304 y 305 por medio del subenfriador 326, la válvula de cierre del lado de líquido 336 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306. En el presente documento, con respecto al interior del receptor 325, cuando el refrigerante de exceso se genera en el circuito de refrigerante 310 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 304 y 305, por ejemplo, tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 304 y 305 es pequeña o uno de ellos se detiene o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 304 y 305 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el receptor 325.

El refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades de interior 304 y 305 se despresuriza mediante las

válvulas de expansión de interior 341 y 351, pasa a ser refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas de baja presión, se envía a los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, y se evapora para dar refrigerante gaseoso a baja presión. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 341 y 351 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 de modo que el grado de sobrecalentamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante gaseoso a baja presión evaporado en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 está en un estado que tiene un grado de sobrecalentamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que está instalada cada una de las unidades de interior 304 y 305 fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352.

Este refrigerante gaseoso a baja presión se envía a la unidad de exterior 302 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307 y se aspira de nuevo al interior del compresor 321 por medio de la válvula de cierre del lado de gas 337 y la válvula de conmutación de cuatro vías 322.

A continuación, se describe la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal.

Durante la operación de calentamiento, la válvula de conmutación de cuatro vías 322 está en el estado representado por las líneas de puntos en la figura 31, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 321 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 y también el lado de succión del compresor 321 está conectada al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 323. Adicionalmente, la válvula de expansión de exterior 324, la válvula de cierre del lado de líquido 336 y la válvula de cierre del lado de gas 337 se abren, y la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se cierra. Posteriormente, el subenfriador 326 está en un estado en el que no se realiza intercambio de calor entre el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante principal y el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 371. Además, el grado de apertura de las válvulas de expansión de interior 341 y 351 se ajusta de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se detecta convirtiendo la presión de descarga Pd del compresor 321 detectada mediante el sensor de presión de descarga 329 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de condensación Tc, y restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 344 y 354 de este valor de temperatura saturado del refrigerante. Aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura que detecta la temperatura del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 puede disponerse de modo que el grado de subenfriamiento del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación Tc que se detecta mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante los sensores de temperatura del lado de líquido 344 y 354.

Cuando el compresor 321, el ventilador de exterior 327, y los ventiladores de interior 343 y 353 comienzan en este estado del circuito de refrigerante 310, se aspira refrigerante gaseoso a baja presión al interior del compresor 321, se comprime para dar el refrigerante gaseoso a alta presión, y se envía a las unidades de interior 304 y 305 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 322, la válvula de cierre del lado de gas 337 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307.

Después, el refrigerante gaseoso a alta presión enviado a las unidades de interior 304 y 305 intercambia calor con el aire de la sala en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 y se condensa para dar refrigerante líquido a alta presión. Posteriormente, se despresuriza mediante las válvulas de expansión de interior 341 y 351 y pasa a ser refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas de baja presión. En el presente documento, las válvulas de expansión de interior 341 y 351 controlan la velocidad de flujo del refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 de modo que el grado de subenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 pasa a ser un valor predeterminado. En consecuencia, el refrigerante líquido a alta presión condensado en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 está en un estado que tiene un grado de subenfriamiento predeterminado. De esta manera, el refrigerante cuya velocidad de flujo corresponde a las cargas de operación requeridas para el espacio de aire acondicionado en el que cada de las unidades de interior 304 y 305 que se instala fluye en cada uno de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352.

Este refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión se envía a la unidad de exterior 302 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y fluye al interior del receptor 325 por medio de la válvula de cierre del lado de líquido 336 y el subenfriador 326. El refrigerante que fluyó al interior del receptor 325 se acumula temporalmente en el receptor 325, y posteriormente fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 323 por medio de la válvula de expansión de exterior 324. En el presente documento, con respecto al interior del receptor 325, cuando se genera el refrigerante de exceso en el circuito de refrigerante 310 dependiendo de las cargas de operación de las unidades de interior 304 y 305, por ejemplo, tal como cuando la carga de operación de una de las unidades de interior 304 y 305 es pequeña o una de ellas se detiene o cuando las cargas de operación de ambas unidades de interior 304 y 305 son pequeñas, el refrigerante de exceso se acumula en el receptor 325.

Después, el refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas a baja presión que fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 323 intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 327, se condensa para dar refrigerante gaseoso a baja presión, y se aspira de nuevo al interior del compresor 321 por medio de la válvula de conmutación de cuatro vías 322.

- 5 De esta manera, el procedimiento de funcionamiento normal que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento descritas anteriormente se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de control de funcionamiento normal para llevar a cabo un funcionamiento normal que incluye la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento.

<Modo de funcionamiento de prueba>

- 10 A continuación, el modo de funcionamiento de prueba se describe con referencia a las figuras 31, 32, y 3. En el presente modo de realización, en el modo de funcionamiento de prueba, como es el caso con el primer modo de realización, en primer lugar, se lleva a cabo la operación de carga de refrigerante automática en la etapa S1. Posteriormente, se lleva a cabo la operación de cambio de variables de control en la etapa S2.

- 15 En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que la unidad de exterior 302 en la que se carga una cantidad de refrigerante prescrita por adelantado y las unidades de interior 304 y 305 se instalan e interconectan por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307 para configurar el circuito de refrigerante 310 *in situ*, y posteriormente se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 310 cuya cantidad de refrigerante es insuficiente dependiendo de las longitudes de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307.

20

<Etapa S1: operación de carga de refrigerante automática>

En primer lugar, la válvula de cierre del lado de líquido 336 y la válvula de cierre del lado de gas 337 de la unidad de exterior 302 se abren y el circuito de refrigerante 310 se llena con el refrigerante que se carga en la unidad de exterior 302 por adelantado.

- 25 A continuación, cuando una persona que lleva a cabo la operación de prueba emite una orden para iniciar operación de prueba directamente al controlador 308 o de manera remota mediante un controlador remoto (no mostrado) y similares, el controlador 308 comienza el procedimiento desde la etapa S11 a la etapa S13 mostrada en la figura 4, como es el caso con el primer modo de realización.

<Etapa S11: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

- 30 Cuando se emite una orden para iniciar la operación de carga de refrigerante automática, el circuito de refrigerante 310, con la válvula de conmutación de cuatro vías 322 de la unidad de exterior 302 en el estado representado mediante las líneas continuas en la figura 31, pasa a ser un estado en el que las válvulas de expansión de interior 341 y 351 de las unidades de interior 304 y 305 se abren, el compresor 321, el ventilador de exterior 327, y los ventiladores de interior 343 y 353 se encienden, y la operación de enfriamiento se lleva a cabo de manera forzada con respecto a todas las unidades de interior 304 y 305 (denominada continuación en el presente documento "funcionamiento de todas las unidades de interior").

35

- 40 En consecuencia, en el circuito de refrigerante 310, el refrigerante gaseoso a alta presión que se ha comprimido y descargado en el compresor 321 fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el compresor 321 hasta el intercambiador de calor de exterior 323 que funciona como condensador, el refrigerante a alta presión que experimenta un cambio de fase de un estado gaseoso a un estado líquido mediante el intercambio de calor con el aire de exterior fluye al interior del intercambiador de calor de exterior 323 que funciona como condensador, el refrigerante líquido a alta presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde el intercambiador de calor de exterior 323 hasta las válvulas de expansión de interior 341 y 351 que incluyen el receptor 325 y la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306, el refrigerante a baja presión que experimenta un cambio de fase de un estado bifásico de líquido-gas a un estado gaseoso mediante el intercambio de calor con el aire de la sala fluye al interior de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 que funcionan como evaporadores, y el refrigerante gaseoso a baja presión fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 hasta el compresor 321 que incluye la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307.

45

- 50 A continuación, el control de equipo tal como se describe a continuación se lleva a cabo para avanzar a la operación para estabilizar el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 310. De manera específica, el motor 321a del compresor 321 se controla de modo que la frecuencia de rotación  $f$  se vuelve constante a un valor predeterminado (control constante de frecuencia de rotación de compresor), y el control se lleva a cabo de manera que el refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante del receptor 325 pasa a estar subenfriado ("control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor"). En el presente documento, el motivo para realizar el control constante de frecuencia de rotación es estabilizar la velocidad de flujo del refrigerante aspirado y se descarga desde el compresor 321. Adicionalmente, el motivo para realizar el control de subenfriamiento es sellar la porción del subenfriador 326 a las válvulas de expansión de interior 341 y 351 por medio de la tubería de

55

comunicación de refrigerante líquido 306 con refrigerante líquido; para mantener las condiciones en las que la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 pasa a ser máxima; y para provocar la fluctuación en la calidad de vapor húmedo del refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del receptor 325 debido a la fluctuación en la cantidad de refrigerante que aparece como fluctuación en la cantidad de estado de funcionamiento que fluctúa de acuerdo con la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  y el grado de subenfriamiento  $SC_s$

Además, cuando la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323, es decir, la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante (que corresponde a la presión de descarga  $P_d$  en el compresor 321) es más baja que un valor predeterminado, se lleva a cabo el control para aumentar la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323 (control de presión de condensación), de acuerdo con se necesite, controlando la velocidad de flujo de air mediante el ventilador de exterior 327 que se suministra al intercambiador de calor de exterior 323. En el presente documento, el motivo para realizar el control de presión de condensación es crear condiciones en las que el calor se intercambie suficientemente entre el refrigerante en el lado de circuito de refrigerante principal y el refrigerante en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326.

En consecuencia, en el circuito de refrigerante 310, el estado del refrigerante que circula en el circuito de refrigerante 310 se estabiliza, y la cantidad de refrigerante en un equipo distinto del intercambiador de calor de exterior 323 y en las tuberías pasa a mantenerse sustancialmente constante. Por tanto, cuando la carga de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 comienza por la carga de refrigerante adicional, que, posteriormente, se lleva a cabo, es posible crear un estado en el que la cantidad de estado de funcionamiento tal como el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 cambia de acuerdo con un cambio en la cantidad de refrigerante (a continuación en el presente documento esta operación se denomina "operación de evaluación de cantidad de refrigerante").

En el presente documento, se describe el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor mencionado anteriormente.

En primer lugar, cuando se emite una orden para iniciar la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se abre. En consecuencia, se forma un flujo en el que una porción del refrigerante que fluye desde el receptor 325 hacia el subenfriador 326 se bifurca del circuito de refrigerante principal y se devuelve al lado de succión del compresor 321 por medio del circuito de refrigerante de derivación 371 mientras que su velocidad de flujo se ajusta mediante la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372. En el presente documento, el refrigerante que pasa a través de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se despresuriza cerca de la presión de succión  $P_s$  del compresor 321 y, de ese modo, una porción del mismo se evapora y pasa a esta en un estado bifásico de líquido-gas. Después, el refrigerante en un estado bifásico de líquido-gas que fluye desde la salida de una válvula 72 de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación del circuito de refrigerante de derivación 371 hacia el lado de succión del compresor 321 intercambiará calor con el refrigerante que fluye en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326, que se envía desde el intercambiador de calor de exterior 323 hasta los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, cuando pasa a través del circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326.

En el presente documento, el grado de apertura de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante  $SH_b$  en la salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 pasa a ser un valor predeterminado. En el presente modo de realización, el grado de sobrecalentamiento del refrigerante  $SH_b$  en la salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 se detecta convirtiendo la presión de succión  $P_s$  del compresor 321 detectadas mediante el sensor de presión de succión 328 en un valor de temperatura saturado que corresponde a la temperatura de evaporación  $T_e$ , y restando este valor de temperatura de saturación de refrigerante de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura de circuito de refrigerante de derivación 373. Obsérvese que, aunque no se emplea en el presente modo de realización, un sensor de temperatura puede estar dispuesto de manera independiente en una entrada en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante  $SH_b$  en la salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 se detecta restando un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante este sensor de temperatura de un valor de temperatura de refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura de circuito de refrigerante de derivación 373. En consecuencia, el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante de derivación 371 se devuelve al lado de succión del compresor 321 después de pasar a través del subenfriador 326 y después calentándose de modo que el grado de sobrecalentamiento  $SH_b$  pasa a ser un valor predeterminado.

En consecuencia, el refrigerante que fluye en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 desde que la salida del receptor 325 pasa a estar subenfriada como resultado del intercambio de calor con el refrigerante que fluye en el lado de circuito de refrigerante de derivación 371, y por tanto el refrigerante subenfriado fluirá entre el subenfriador 326 y las válvulas de expansión de interior 341 y 351 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante 306.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S11 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor y el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor (control de presión de condensación de acuerdo con se necesite).

Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando no se carga refrigerante por adelantado en la unidad de exterior 302, es necesario cargar refrigerante antes de la etapa S11 hasta que la cantidad de refrigerante alcanza un nivel en el que puede llevarse a cabo la operación de ciclo de refrigeración.

<Etapa S12: almacenamiento de datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante>

A continuación, se carga refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 310 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente. En este momento, en la etapa S12, la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 310 durante la carga de refrigerante adicional se obtiene como datos de funcionamiento y almacena en la memoria del controlador 308. En el presente modo de realización, el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326, la temperatura de exterior  $T_a$ , la temperatura de la sala  $T_r$ , la presión de descarga  $P_d$ , y la presión de succión  $P_s$  se almacenan en la memoria del controlador 308 como datos de funcionamiento durante la carga de refrigerante.

Esta etapa S12 se repite hasta que se satisface la condición para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante en la etapa S13 descrita a continuación. Por tanto, en el periodo desde el comienzo hasta terminar la carga de refrigerante adicional, se almacena la cantidad de estado de funcionamiento durante la carga de refrigerante, en la memoria del controlador 308. Obsérvese que, tal como para los datos de funcionamiento almacenados en el controlador 308, pueden almacenarse los datos de funcionamiento reducidos apropiadamente. Por ejemplo, para los datos de funcionamiento en el periodo desde el comienzo hasta terminar la carga de refrigerante adicional, puede almacenarse el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en cada intervalo de temperatura apropiado y también puede almacenarse un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento que corresponde a estos grados de subenfriamiento  $SC_s$ .

De esta manera, el procedimiento en la etapa S12 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar como datos de funcionamiento de la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes en el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 310 durante la operación que implica cargar refrigerante. Por tanto, es posible obtener, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante después de que se termine la carga de refrigerante adicional (denominada a continuación en el presente documento la cantidad de refrigerante inicial) se carga en el circuito de refrigerante 310.

<Etapa S13: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante>

Tal como se describió anteriormente, cuando comienza la carga de refrigerante adicional en el circuito de refrigerante 310, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 aumenta gradualmente. En consecuencia, aparece una tendencia de un aumento en la presión de refrigerante en la salida del receptor 325 de acuerdo con el aumento en la cantidad de refrigerante en tal tiempo (en otras palabras, la temperatura de refrigerante tiende a aumentar). En consecuencia, la temperatura de refrigerante en la salida del receptor 325 aumenta, lo que da como resultado un aumento en la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante que fluye al interior del lado de circuito de refrigerante principal y la temperatura del refrigerante que fluye al interior del circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326. Como resultado, la cantidad de intercambio de calor en el subenfriador 326 aumenta, y aparece una tendencia de un aumento en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326. Esta tendencia indica que hay una correlación tal como se muestra en las figuras 33 y 34 entre el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 y la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310. En el presente documento, la figura 33 es un gráfico para mostrar una relación entre el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal de subenfriador 326, y la temperatura de exterior  $T_a$  y la cantidad de refrigerante  $Ch$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. La figura 34 es un gráfico para mostrar una relación entre el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal de subenfriador 326 y la temperatura de refrigerante en la salida del receptor 325, y la cantidad de refrigerante  $Ch$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Esta correlación en la figura 33 indica una relación entre un valor del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 (denominado a continuación en el presente documento valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_s$ ) y la temperatura de exterior  $T_a$ , cuando se carga refrigerante en el circuito de refrigerante 310 por adelantado hasta que se alcanza una cantidad de refrigerante prescrita, en el caso en el que la operación de evaluación de cantidad de refrigerante descrita anteriormente se realizó usando el acondicionador de aire 301 en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, significa que un valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de

refrigerante principal del subenfriador 326 se determina mediante la temperatura de exterior  $T_a$  durante la operación de prueba (específicamente, durante la carga de refrigerante automática), y la comparación entre este valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_s$  y el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  detectado durante la carga de refrigerante permite la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 mediante la carga de refrigerante adicional.

La etapa S13 es un procedimiento para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 mediante la carga de refrigerante adicional, usando correlación tal como se describió anteriormente.

En otras palabras, cuando la cantidad de refrigerante adicional que va a cargarse es pequeña y la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 no ha alcanzado la cantidad de refrigerante inicial, es un estado en el que la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 es pequeña. En el presente documento, el estado en el que la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 es pequeña significa que el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 es más pequeño que el valor prescrito del grado de subenfriamiento  $SC_s$ . Posteriormente, cuando el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 es más pequeño que el valor prescrito y no se completa la carga de refrigerante adicional, el procedimiento en la etapa S13 se repite hasta que el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  alcanza el valor prescrito, se completa la carga de refrigerante adicional y se finaliza la etapa S1 como procedimiento de operación de carga de refrigerante automática. Obsérvese que existen casos en los que la cantidad de refrigerante prescrita calculada *in situ* basándose en la longitud de tubería, las capacidades de equipos constituyentes, y similares no es consistente con la cantidad de refrigerante inicial después de que se termine la carga de refrigerante adicional. En el presente modo de realización, un valor del grado de subenfriamiento  $SC_s$  y un valor diferente de la cantidad de estado de funcionamiento al terminar la carga de refrigerante adicional se usan como valores de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento tal como el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S13 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 durante cantidad de refrigerante. Obsérvese que, a diferencia del presente modo de realización, cuando la carga de refrigerante adicional no es necesaria y la cantidad de refrigerante que se carga por adelantado en la unidad de exterior 302 es suficiente como cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310, en la práctica, la operación de carga de refrigerante automática será una operación solo para almacenar los datos de la cantidad de estado de funcionamiento con respecto a la cantidad de refrigerante inicial.

<Etapa S2: operación de cambio de variables de control>

Cuando finaliza la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente de la etapa S1, el procedimiento avanza a la operación de cambio de variables de control de la etapa S2. Durante la operación de cambio de variables de control, el procedimiento en la etapa S21 a la etapa S23 mostrada en la figura 6 se lleva a cabo mediante el controlador 308, como es el caso con el primer modo de realización.

<Etapa S21 a S23: operación de cambio de variables de control y almacenamiento de datos de funcionamiento durante la operación de cambio de variables de control>

En la etapa S21, después de finalizar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, la operación de evaluación de cantidad de refrigerante igual a la etapa S11 se lleva a cabo con la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 310.

En el presente documento, en un estado en el que operación de evaluación de cantidad de refrigerante se lleva a cabo con refrigerante ya cargado hasta la cantidad de refrigerante inicial, se cambia la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 327 y, de ese modo, realizan operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 durante la operación de prueba, es decir, después de la instalación del acondicionador de aire 301. Además, cambiando la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 343 y 353, realizan operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 (a continuación, en el presente documento tal operación se denomina "operación de cambio de variables de control").

Por ejemplo, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 327 se reduce, el coeficiente de transferencia de calor  $K$  del intercambiador de calor de exterior 323 pasa a ser más pequeño y el rendimiento de intercambio de calor cae. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 7, la temperatura de condensación  $T_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323 aumenta. Esto da como resultado una tendencia de un aumento en la presión de descarga  $P_d$  del compresor 321 que corresponde a la presión de condensación  $P_c$  del refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323. Adicionalmente, durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, cuando la velocidad de flujo de aire de los ventiladores de interior 343 y 353 se reduce, el coeficiente de transferencia de calor  $K$  de los intercambiadores

de calor de interior 342 y 352 pasa a ser más pequeño y el rendimiento de intercambio de calor cae. En consecuencia, tal como se muestra en la figura 8, la temperatura de evaporación  $T_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 disminuye. Esto da como resultado una tendencia a disminuir en la presión de succión  $P_s$  del compresor 321 que corresponde a la presión de evaporación  $P_e$  del refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352. Cuando se lleva a cabo tal operación de cambio de variables de control, la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 310 cambia dependiendo de cada condición de funcionamiento, mientras que la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 310 permanece constante.

En la etapa S22, la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 310 bajo cada condición de funcionamiento de operación de cambio de variables de control se obtiene como datos de funcionamiento y almacena en la memoria del controlador 308. En el presente modo de realización, se almacenan el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, la temperatura de exterior  $T_a$ , la temperatura de la sala  $T_r$ , la presión de descarga  $P_d$ , y la presión de succión  $P_s$  como datos de funcionamiento al comienzo de la carga de refrigerante, en la memoria del controlador 308.

Esta etapa S22 se repite hasta que se evalúa en la etapa S23 que se han ejecutado todas condiciones de funcionamiento para la operación de cambio de variables de control.

De esta manera, el procedimiento en las etapas S21 y S23 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de operación de cambio de variables de control para llevar a cabo una operación de cambio de variables de control que incluye operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, cambiando la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 327 y los ventiladores de interior 343 y 353 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Adicionalmente, el procedimiento en la etapa S22 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado para almacenar, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento de equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 310 durante la operación de cambio de variables de control. Por tanto, es posible obtener, como datos de funcionamiento, la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación para simular un estado en el que hubo fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352.

<Modo de detección de fuga de refrigerante>

A continuación, el modo de detección de fuga de refrigerante se describe con referencia a las figuras 31, 32 y 9.

En el presente modo de realización, se describe un ejemplo de un caso en el que, en el momento de la operación de enfriamiento o la operación de calentamiento en el modo de funcionamiento normal, si el refrigerante en el circuito de refrigerante 310 está fugándose o no al exterior debido a un factor imprevisto se detecta periódicamente (por ejemplo, durante un periodo de tiempo tal como en vacaciones o en mitad de la noche cuando no se necesita acondicionamiento de aire).

<Etapa S31: evaluar si el modo de funcionamiento normal ha funcionado o no durante un determinado periodo de tiempo>

En primer lugar, se evalúa si la operación en el modo de funcionamiento normal tal como la operación de enfriamiento o la operación de calentamiento descritas anteriormente ha funcionado o no durante un determinado periodo de tiempo (cada mes, etc.), y cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha funcionado durante un determinado periodo de tiempo, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S32.

<Etapa S32: operación de evaluación de cantidad de refrigerante>

Cuando la operación en el modo de funcionamiento normal ha funcionado durante un determinado periodo de tiempo, como es el caso con el procedimiento en la etapa S11 de la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente, incluyendo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor, y el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor se lleva a cabo. En el presente documento, un valor que va a usarse para la frecuencia de rotación  $f$  del compresor 321 es el mismo que el valor predeterminado de la frecuencia de rotación  $f$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante de la etapa S11 en operación de carga de refrigerante automática. Adicionalmente, un valor predeterminado que va a usarse para el grado de sobrecalentamiento  $SH_b$  bajo el control de grado de sobrecalentamiento mediante la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 en el circuito de refrigerante de derivación 371 bajo el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor es el mismo que el valor predeterminado de grado de sobrecalentamiento  $SH_b$  durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en la etapa S11.

De esta manera, el procedimiento en la etapa S32 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como

medios de control de operación de evaluación de cantidad de refrigerante para llevar a cabo una operación de evaluación de cantidad de refrigerante que incluye funcionamiento de todas las unidades de interior, el control constante de frecuencia de rotación de compresor y el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor (control de presión de condensación de acuerdo con se necesite).

- 5 <Etapas S33 a S35: evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante, vuelta a la operación normal, elemento de visualización de alerta>

10 Cuando el refrigerante en el circuito de refrigerante 310 se fuga, disminuye la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310. En consecuencia, aparece una tendencia a disminuir el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 (véanse las figuras 33 y 34). En otras palabras, significa que puede evaluarse la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 comparando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326. En el presente modo de realización, la comparación se hace entre el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 durante la operación de detección de fuga de refrigerante y el valor de referencia (valor prescrito) del grado de subenfriamiento  $SC_s$  que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 310 al terminar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente y, de ese modo, se lleva a cabo la evaluación de la adecuación de la cantidad de refrigerante es decir, la detección de una fuga de refrigerante.

20 En el presente documento, cuando el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$  que corresponde a la cantidad de refrigerante inicial cargada en el circuito de refrigerante 310 al terminar la operación de carga de refrigerante automática descrita anteriormente se usa como valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante, una caída en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, provocada por la degradación relacionada con el paso del tiempo, plantea un problema.

25 Por tanto, en el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, como es el caso con el acondicionador de aire 1 en el primer modo de realización, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en los coeficientes KA del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 323 y la temperatura de exterior  $T_a$  (véase la figura 7) y en la correlación entre la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 y la temperatura de la sala  $T_r$  (véase la figura 8), que se producen junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Después, el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  o el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$ , que se usa cuando se evalúa la adecuación de la cantidad de refrigerante, se corrige usando la presión de descarga  $P_d$  del compresor 321 que corresponde a la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 323, la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  del compresor 321 que corresponde a la presión de evaporación  $P_e$  en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, y la temperatura de la sala  $T_r$ . De ese modo, diferentes grados de subenfriamiento  $SC_s$ , que se detectan en el acondicionador de aire 301 que comprende el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 entre sí. De esta manera, se elimina el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  por degradación relacionada con el paso del tiempo.

45 Obsérvese que la fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 puede producirse debido al efecto de condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc., además de la degradación relacionada con el paso del tiempo. Específicamente, en caso de lluvia, las aletas de placa y el tubo de transferencia de calor del intercambiador de calor de exterior 323 se mojan con lluvia, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el coeficiente KA. Adicionalmente, en caso de fuertes vendavales, la velocidad de flujo de aire del ventilador de exterior 327 pasa a ser mayor o menor por los fuertes vendavales, lo que, por tanto, puede provocar una fluctuación en el rendimiento de intercambio de calor, es decir, una fluctuación en el coeficiente KA. Tal efecto de las condiciones climáticas en el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor de exterior 323 aparecerá como fluctuación en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  en el intercambiador de calor de exterior 323 y la temperatura de exterior  $T_a$  de acuerdo con la fluctuación en el coeficiente KA (véase la figura 7). En consecuencia, la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  por degradación relacionada con el paso del tiempo puede dar como resultado la eliminación del efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  por condiciones climáticas.

55 Como método de corrección específico, por ejemplo, hay un método en el que la cantidad de refrigerante  $Ch$  cargada en el circuito de refrigerante 310 se expresa como función del grado de subenfriamiento  $SC_s$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ . Después, la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  durante la operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$  durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de

referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, se compensa el efecto de degradación relacionada con el paso del tiempo y las condiciones climáticas en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 323.

5 En el presente documento, la cantidad de refrigerante  $Ch$  cargada en el circuito de refrigerante 310 puede expresarse como la siguiente función de regresión múltiple:

$$Ch = k1xSC_s + k2xPd + k3xTa + xk4xPs + k5xTr + k6,$$

10 y posteriormente, usando los datos de funcionamiento (es decir, datos del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 323, la temperatura de exterior  $Ta$ , la temperatura de la sala  $Tr$ , la presión de descarga  $Pd$ , y la presión de succión  $Ps$ ) almacenados en la memoria del controlador 308 durante la carga de refrigerante y operación de cambio de variable de control en el modo de funcionamiento de prueba descrito anteriormente, se lleva a cabo un análisis de regresión múltiple con el fin de calcular parámetros  $k1$  a  $k6$  y de ese modo puede definirse una función de la cantidad de refrigerante  $Ch$ .

15 Obsérvese que, en el presente modo de realización, se define una función de la cantidad de refrigerante  $Ch$  mediante el controlador 308 en el periodo desde después de que se lleve a cabo la operación de cambio de variables de control en el modo de funcionamiento de prueba descrito anteriormente hasta que el modo se conmuta al modo de detección de fuga de cantidad de refrigerante la primera vez.

20 De esta manera, se lleva a cabo un procedimiento para determinar una fórmula de corrección mediante el controlador 308 que funciona como medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado para definir una función con el fin de compensar los efectos en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  por degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 y condiciones climáticas cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante o no en el modo de detección de fuga de refrigerante.

25 Después, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en la salida del intercambiador de calor de exterior 323 durante la operación de detección de fuga de refrigerante. Cuando el valor actual es sustancialmente el mismo que el valor de referencia de la cantidad de refrigerante  $Ch$  (es decir, cantidad de refrigerante inicial) para el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$  (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  y la cantidad de refrigerante inicial es menor que un valor predeterminado), se evalúa que no haya fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la siguiente etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

30 Por otra porción, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 durante la operación de detección de fuga de refrigerante, y cuando el valor actual es menor que la cantidad de refrigerante inicial (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  y la cantidad de refrigerante inicial es igual a o superior a un valor predeterminado), se evalúa que hay una fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la etapa S35 y se detecta una alerta que indica que una fuga de refrigerante se visualiza en el elemento de visualización de alerta 309. Posteriormente el procedimiento avanza a la siguiente etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

35 Por otra porción, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 durante la operación de detección de fuga de refrigerante, y cuando el valor actual es menor que la cantidad de refrigerante inicial (por ejemplo, el valor absoluto de la diferencia entre la cantidad de refrigerante  $Ch$  que corresponde al valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  y la cantidad de refrigerante inicial es igual a o superior a un valor predeterminado), se evalúa que hay una fuga de refrigerante. Después, el procedimiento avanza a la etapa S35 y se detecta una alerta que indica que una fuga de refrigerante se visualiza en el elemento de visualización de alerta 309. Posteriormente el procedimiento avanza a la siguiente etapa S34 y el modo de funcionamiento se devuelve al modo de funcionamiento normal.

40 Posteriormente, es posible obtener un resultado similar al obtenido cuando el valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  se compara con el valor de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$  bajo condiciones sustancialmente iguales a aquellas bajo las que los diferentes grados de subenfriamiento  $SC_s$ , que se detectan en el acondicionador de aire 301 que comprende el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 cuyos coeficientes  $KA$  permanecen iguales, se comparan entre sí. En consecuencia,

45 puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de sobrecalentamiento  $SH_i$  por degradación relacionada con el paso del tiempo.

De esta manera, el procedimiento de las etapas S33 a S35 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de detección de fuga de refrigerante, que es uno de los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, y que detecta si hay una fuga de refrigerante o no evaluando la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310 mientras que se lleva a cabo la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante. Adicionalmente, una parte del procedimiento en la etapa S33 se lleva a cabo mediante el controlador 308 que funciona como medios de corrección de cantidad de estado para compensar el efecto en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  por degradación relacionada con el paso del tiempo del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 cuando se detecta si hay una fuga de refrigerante o no en el modo de detección de fuga de refrigerante.

50

55

Tal como se describió anteriormente, en el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, el controlador 308 funciona como medios de operación de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de almacenamiento de cantidad de estado, medios de evaluación de cantidad de refrigerante, medios de operación de

cambio de variables de control, medios de computación de fórmula de corrección de cantidad de estado, y medios de corrección de cantidad de estado y, de ese modo, configura el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el circuito de refrigerante 310.

(3) Características del acondicionador de aire

5 El acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización tiene las siguientes características.

(A)

10 El acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización puede realizar una operación para provocar que el intercambiador de calor de exterior 323 como intercambiador de calor del lado de fuente de calor funcione como condensador del refrigerante comprimido en el compresor 321 y también provoque que los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 como intercambiadores de calor del lado de utilización funcionen como evaporador para el refrigerante enviado desde el intercambiador de calor de exterior 323 por medio del receptor 325 y las válvulas de expansión de interior 341 y 351 como válvulas de expansión de utilización. En este momento, cuando la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 comienza a disminuir, el grado de subenfriamiento del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de exterior 323 pasa a ser más pequeño o saturado. En consecuencia, el refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior 323 se satura o pasa a un estado bifásico de líquido-gas antes de que alcance la entrada del receptor 325 debido a que la pérdida de presión en la trayectoria de flujo entre la salida del intercambiador de calor de exterior 323 y la entrada del receptor 325, y fluye al interior del receptor 325. Como resultado, el refrigerante que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo desde la salida del receptor 325 hasta la entrada del subenfriador 326 también se satura. Posteriormente, el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326 disminuye a medida que la calidad de vapor húmedo del refrigerante en la salida del receptor 325 (es decir, la entrada del subenfriador 326) aumenta, y finalmente se alcanza un estado en el que la calidad de vapor húmedo es cero (es decir, refrigerante en un estado líquido saturado). Esto indica que cuando el refrigerante en la salida del receptor 325 se satura y el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326 comienza a disminuir, una cierta cantidad del refrigerante se acumula en el receptor 325, sin embargo, cuando el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326 se vuelve cercano a cero, el refrigerante acumulado en el receptor 325 pasa a ser bajo en la cantidad. En otras palabras, en este acondicionador de aire 301, la fluctuación en la calidad de vapor húmedo del refrigerante en la salida del receptor 325 debida a la fluctuación en la cantidad de refrigerante en el receptor 325 puede entenderse como fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador.

De esta manera, en este acondicionador de aire 301, la fluctuación en la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante principal puede expresarse claramente como fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326. Por tanto, utilizando esta característica, es posible evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, aunque el circuito de refrigerante tenga el receptor 325.

35 (B)

En el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 se controla de modo que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante SHb en la salida en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326 pasa a ser un valor predeterminado. Por tanto, cuando la presión de refrigerante en la salida del receptor 325 disminuye, también lo hace la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante en la salida del receptor 325, que fluye al interior del lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326, y la temperatura del refrigerante en la salida de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372, que fluye al interior del circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326. Posteriormente, la cantidad de intercambio de calor en el subenfriador 326 disminuye, y como resultado, el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 pasa a ser extremadamente baja. En otras palabras, debido a que el efecto de una disminución en la cantidad de intercambio de calor en el subenfriador 326 debido al control de grado de sobrecalentamiento de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 descrito anteriormente, cuando la cantidad de refrigerante acumulada en el receptor 325 es pequeña, el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida en el lado de circuito de refrigerante principal del subenfriador 326 disminuye además comparado a cuando la cantidad de refrigerante acumulada en el receptor 325 es mayor. Por tanto, puede mejorarse la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante.

(C)

55 En el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, cuando la adecuación de la cantidad de refrigerante se evalúa mediante los medios de evaluación de cantidad de refrigerante, la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323 se controla mediante el ventilador de exterior 327 (control de presión de condensación) para ser igual a o mayor que un valor predeterminado, habilitando de ese modo la creación de condiciones en las que el calor se intercambia suficientemente entre el refrigerante en el lado de circuito de refrigerante principal y el refrigerante en el circuito de refrigerante del lado de derivación del subenfriador 326.

Posteriormente, la fluctuación en la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante principal puede expresarse más claramente como fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326, y por tanto puede mejorarse la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante.

(D)

- 5 En el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en los coeficientes KA del intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 de acuerdo con el grado de degradación relacionada con el paso del tiempo que se ha producido dado que el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 (es decir, el
- 10 acondicionador de aire 301) estaban en un estado inmediatamente después de instalarse *in situ* y comenzar a usarse. En otras palabras, se coloca el centro de atención en las fluctuaciones en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$ , que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323, y la temperatura de exterior  $T_a$  y en la correlación entre la presión de evaporación  $P_e$ , que es la presión de refrigerante en los intercambiadores de calor de interior 342 y 352, y la temperatura de la sala  $T_r$ , que se producen junto con la
- 15 fluctuación en el coeficiente KA (véanse las figuras 10 y 11). Después, mediante el controlador 308 que funciona como medios de evaluación de cantidad de refrigerante y medios de corrección de cantidad de estado, el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se expresa como función del grado de subenfriamiento  $SC_s$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ , y el valor actual de la cantidad de refrigerante  $Ch$  se calcula a partir del valor actual del grado de subenfriamiento  $SC_s$  durante la
- 20 operación de detección de fuga de refrigerante y los valores actuales de la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$  y la temperatura de la sala  $T_r$  durante la misma operación. De esta manera, la cantidad de refrigerante actual se compara con la cantidad de refrigerante inicial que sirve como valor de referencia de la cantidad de refrigerante y, de ese modo, puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  como cantidad de estado de funcionamiento, que se provoca por la degradación relacionada con el paso del tiempo.
- 25 Posteriormente, en este acondicionador de aire 301, incluso si el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se degradan debido al paso del tiempo, puede evaluarse de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, es decir, si hay una fuga de refrigerante o no.

Adicionalmente, en particular, el coeficiente KA del intercambiador de calor de exterior 323 puede fluctuar debido a

30 la fluctuación en condiciones climáticas tales como lluvia, fuertes vendavales, etc. Como es el caso con la degradación relacionada con el paso del tiempo, la fluctuación en condiciones climáticas provoca una fluctuación en la correlación entre la presión de condensación  $P_c$  que es la presión de refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 323, y la temperatura de exterior  $T_a$ , junto con la fluctuación en el coeficiente KA. Como resultado, también puede eliminarse el efecto de la fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  en un caso de este tipo.

35 (E)

En el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, durante la operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire 301, el controlador 308 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado almacena la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, los valores de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ ) en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de

40 refrigerante inicial mediante la carga de refrigerante *in situ*, y compara tal cantidad de estado de funcionamiento como valor de referencia con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento durante el modo de detección de fuga de refrigerante para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, es decir, puede compararse la cantidad de refrigerante inicial con la cantidad de refrigerante actual durante la detección de fuga de

45 refrigerante.

Posteriormente, en este acondicionador de aire 301, incluso cuando la cantidad de refrigerante prescrita especificada por adelantado antes de que se cargue el refrigerante es inconsistente con la cantidad de refrigerante inicial cargada *in situ* o incluso cuando el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento (específicamente, el grado de subenfriamiento  $SC_s$ ) usado para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante

50 fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante 306 y 307, la combinación de la pluralidad de unidades de interior 304 y 305, y la diferencia en la altura de instalación entre las unidades 302, 304, y 305, es posible evaluar de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire.

(F)

55 En el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, no se cambia solo la cantidad de estado de funcionamiento en un estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial (específicamente, los valores de referencia del grado de subenfriamiento  $SC_s$ , la presión de descarga  $P_d$ , la temperatura de exterior  $T_a$ , la presión de succión  $P_s$ , y la temperatura de la sala  $T_r$ ) sino que también se cambian

5 las variables de control de equipos constituyentes del acondicionador de aire 301 tal como el ventilador de exterior 327 y los ventiladores de interior 343 y 353. De esta manera, se lleva a cabo una operación para simular condiciones de funcionamiento diferentes de aquellas durante la operación de prueba, y la cantidad de estado de funcionamiento durante esta operación puede almacenarse en el controlador 308 que funciona como medios de almacenamiento de cantidad de estado.

10 Posteriormente, en el acondicionador de aire 301, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con el control variable de equipos constituyentes tal como el ventilador de exterior 327, los ventiladores de interior 343 y 353, y similares cambiados, se determina una correlación o una fórmula de corrección y similares de diversos valores de la cantidad de estado de funcionamiento para las diferentes condiciones de funcionamiento, tales como cuando el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se degradan debido al paso del tiempo. Mediante el uso una fórmula de correlación y una de corrección de este tipo, es posible compensar las diferencias en las condiciones de funcionamiento cuando se compara el valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. De esta manera, en este acondicionador de aire 301, basándose en los datos de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación con una variable de control cambiada de equipos constituyentes, es posible compensar la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba con el valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento. Por tanto, la precisión para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire puede mejorarse adicionalmente.

20 (4) Modo de realización alternativo

También, para el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, como es el caso con el modo de realización alternativo 9 en el primer modo de realización, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante puede configurarse logrando una conexión entre el acondicionador de aire 301 y el controlador local como dispositivo de gestión que gestiona cada uno de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 301 y obtiene los datos de funcionamiento, conectando el controlador local por medio de una red a un servidor remoto de un centro de gestión de información que recibe los datos de funcionamiento del acondicionador de aire 301, y conectando un dispositivo de memoria 65 tal como un dispositivo de disco como medios de almacenamiento de cantidad de estado al servidor remoto.

<Quinto modo de realización>

30 Con referencia a los dibujos a continuación, se describe un método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención y un cuarto modo de realización de un acondicionador de aire a la que se añade una función de evaluación de cantidad de refrigerante.

(1) Configuración del acondicionador de aire existente

35 La figura 35 es un diagrama de un circuito de refrigerante esquemático de un acondicionador de aire 401 existente antes de que se añada una función de evaluación de cantidad de refrigerante mediante un método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire de acuerdo con la presente invención. El acondicionador de aire 401 tiene la configuración del acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización en un estado en el que no se lleva a cabo trabajo para instalar el subenfriador 326 como dispositivo de subenfriamiento (véase la figura 31) en una unidad de exterior 402 (a continuación en el presente documento denominado "trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento") ni trabajo para añadir medios de evaluación de cantidad de refrigerante sustituyendo una placa de control y similares que constituyen el controlador 308 (a continuación en el presente documento denominado "trabajo de instalación de medios de evaluación de cantidad de refrigerante").

<Unidad de interior>

45 Las unidades de interior 304 y 305 se instalan embebiéndose en o colgándose de un techo en el interior de una sala en un edificio y similares o que están montadas sobre una superficie de pared en el interior de una sala o similar. Las unidades de interior 304 y 305 se conectan a la unidad de exterior 402 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307, y configura una parte del circuito de refrigerante 410. Obsérvese que, dado que las unidades de interior 304 y 305 tienen la misma configuración que la de las unidades de interior 304 y 305 en el tercer modo de realización, las descripciones de porciones respectivas se omiten en el presente documento.

<Unidad de exterior>

55 La unidad de exterior 402 se instala en el tejado o similar de un edificio y similares, está conectada a las unidades de interior 304 y 305 por medio de la tubería de comunicación de refrigerante líquido 306 y la tubería de comunicación de refrigerante gaseoso 307, y configura el circuito de refrigerante 410 con las unidades de interior 304 y 305.

A continuación, se describe la configuración de la unidad de exterior 402. La unidad de exterior 402 comprende

principalmente un circuito de refrigerante del lado de exterior 410c que configura una parte del circuito de refrigerante 410. Como es el caso con el circuito de refrigerante del lado de exterior 310c en el tercer modo de realización, el circuito de refrigerante del lado de exterior 410c comprende principalmente el compresor 321, la válvula de conmutación de cuatro vías 322, el intercambiador de calor de exterior 323 como intercambiador de calor del lado de fuente de calor, la válvula de expansión de exterior 324 como válvula de expansión del lado de fuente de calor, el receptor 325, la válvula de cierre del lado de líquido 336, y la válvula de cierre del lado de gas 337.

Como es el caso con el tercer modo de realización, la unidad de exterior 402 está dispuesta con el ventilador de exterior 327 para tomar aire de exterior al interior de la unidad, suministrar el aire al intercambiador de calor de exterior 323, y posteriormente descargar el aire al exterior.

Adicionalmente, diversos tipos de sensores están dispuestos en la unidad de exterior 402. Específicamente, como es el caso con el tercer modo de realización, el sensor de presión de succión 328 que detecta la presión de succión Ps del compresor 321, el sensor de presión de descarga 329 que detecta la presión de descarga Pd del compresor 321, el sensor de temperatura de succión 332 que detecta la temperatura de succión Ts del compresor 321, y el sensor de temperatura de descarga 333 que detecta la temperatura de descarga Td del compresor 321 están dispuestos en la unidad de exterior 402. El sensor de temperatura de intercambiador de calor 330 que detecta la temperatura de refrigerante que fluye en el intercambiador de calor de exterior 323 (es decir, la temperatura de refrigerante que corresponde a la temperatura de condensación Tc durante la operación de enfriamiento o la temperatura de evaporación Te durante la operación de calentamiento) está dispuesta en el intercambiador de calor de exterior 323. El sensor de temperatura del lado de líquido 331 que detecta la temperatura del refrigerante en un estado líquido o estado bifásico de líquido-gas está dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 323. El sensor de temperatura de exterior 334 que detecta la temperatura del aire de exterior que fluye en el interior de la unidad (es decir, la temperatura de exterior Ta) está dispuesto en un lado de toma de aire de exterior de la unidad de exterior 402. Adicionalmente, la unidad de exterior 402 comprende un controlador del lado de exterior 435 que controla la operación de cada porción que constituye la unidad de exterior 402. Además, el controlador del lado de exterior 435 incluye un microordenador y una memoria dispuesta con el fin de controlar la unidad de exterior 402, el circuito de inversor que controla el motor 321a, y similares, y está configurado de modo que puede intercambiar señales de control y similares con los controladores del lado de interior 347 y 357 de las unidades de interior 304 y 305. En otras palabras, un controlador 408 que realiza una operación de control de todo el acondicionador de aire 401 está configurado mediante el controlador del lado de interior 347, 357 y el controlador del lado de exterior 435. Tal como se muestra en la figura 36, el controlador 408 está conectado para poder recibir señales de detección de sensores 329 a 334, 344 a 346, y 354 a 356, y para poder controlar diversos equipos y válvulas 321, 322, 324, 327a, 341, 343a, 351, y 353a basándose en estas señales de detección y similares. En el presente documento, la figura 36 es un diagrama de bloques de control del acondicionador de aire 401.

Tal como se describió anteriormente, el circuito de refrigerante 401 del acondicionador de aire 401 existente se configura mediante la interconexión de los circuitos de refrigerante del lado de interior 310a y 310b, el circuito de refrigerante del lado de exterior 410c, y las tuberías de comunicación de refrigerante 306 y 307. Además, con el controlador 408 que comprende los controladores del lado de interior 347 y 357 y el controlador del lado de exterior 435, el acondicionador de aire 401 existente está configurado para conmutar y funcionar entre la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento mediante la válvula de conmutación de cuatro vías 322 y controlar cada equipo de la unidad de exterior 402 y las unidades de interior 304 y 305 dependiendo de la carga de operación de cada una de las unidades de interior 304 y 305.

(2) Modificación para añadir la función de evaluación de cantidad de refrigerante a un acondicionador de aire existente

A continuación, se describe la modificación para añadir la función de evaluación de cantidad de refrigerante al acondicionador de aire 401 existente descrito anteriormente por el método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el presente modo de realización.

En primer lugar, el acondicionador de aire 401 existente antes de la modificación para añadir la función de evaluación de cantidad de refrigerante es el que tiene historia de uso real. En el presente documento, el acondicionador de aire 401 hace referencia a al menos un acondicionador de aire cuyo procedimiento de fabricación se ha completado y el refrigerante se ha cargado en la unidad de exterior 402, como en un estado de haberse usado para operaciones tales como la operación de enfriamiento, la operación de calentamiento, y similares después de instalarse *in situ* y que constituye el circuito de refrigerante 410.

El método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el presente modo de realización comprende principalmente trabajo para extraer refrigerante del circuito de refrigerante 410 (a continuación en el presente documento denominado "trabajo de extracción de refrigerante"), trabajo para instalar un subenfriador 426 (véase la figura 31) como dispositivo de subenfriamiento en la unidad de exterior 402 (a continuación en el presente documento denominado como "trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento") y trabajo para añadir medios de evaluación de cantidad de refrigerante sustituyendo una placa de control y similares que constituyen el controlador 408 (a continuación en el presente documento denominado "trabajo de instalación de medios de evaluación de cantidad de refrigerante").

<Trabajo de extracción de refrigerante>

El trabajo de extracción de refrigerante es un trabajo que se lleva a cabo antes del trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento principalmente para impedir que el refrigerante se libere al exterior del circuito de refrigerante 410 en el momento del trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento. El trabajo de extracción de refrigerante se lleva a cabo, por ejemplo, extrayendo refrigerante al exterior del circuito de refrigerante 410 usando un dispositivo de recogida de refrigerante y similares (no mostrado) desde un orificio de servicio y similares (no mostrado) instalado en las válvulas de cierre 336 y 337 y similares.

<Trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento>

El trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento comprende principalmente el trabajo para instalar el subenfriador 326 (véase la figura 31) como dispositivo de subenfriamiento y el circuito de refrigerante de derivación 371 (véase la figura 31) como circuito de refrigerante de subenfriamiento que suministra el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 410 como fuente de enfriamiento del subenfriador 326 en la unidad de exterior 402 después del trabajo de extracción de refrigerante. En el presente documento, la figura 31 es un diagrama de un circuito de refrigerante esquemático del acondicionador de aire 401 después de modificación del acondicionador de aire 401 existente añadiendo una función de evaluación de cantidad de refrigerante mediante el método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el presente modo de realización.

El subenfriador 326 es un intercambiador de calor conectado entre el receptor 325 y la válvula de cierre del lado de líquido 336, y tiene la misma configuración que el subenfriador 326 en el tercer modo de realización.

El circuito de refrigerante de derivación 371 está conectado al circuito de refrigerante 410 para provocar una porción del refrigerante enviado desde el intercambiador de calor de exterior 323 a los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se bifurquen del circuito de refrigerante 410 y se devuelve al lado de succión del compresor 321. El circuito de refrigerante de derivación 371 tiene la misma configuración que el circuito de refrigerante de derivación 371 en el tercer modo de realización.

El trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento es trabajo para conectar el subenfriador 326 descrito anteriormente y el circuito de refrigerante de derivación 371 al circuito de refrigerante principal. Mediante la disposición del subenfriador 326 y el circuito de refrigerante de derivación 371 y habilitando por tanto el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 410 (específicamente, el refrigerante se devuelve desde la salida de la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 al lado de succión del compresor 321) que va a suministrarse como fuente de enfriamiento al subenfriador 326, el circuito de refrigerante 410 del acondicionador de aire 401 existente puede modificarse para ser el mismo que el circuito de refrigerante 310 (véase la figura 31) en el tercer modo de realización, que es una configuración de circuito que puede enfriar intercambiadores de calor de interior 342 y 352.

<Trabajo de instalación de medios de evaluación de cantidad de refrigerante>

El trabajo de instalación de medios de evaluación de cantidad de refrigerante comprende principalmente trabajo para añadir sensores para detectar la cantidad de estado de funcionamiento que cambia de acuerdo con un cambio en el grado de subenfriamiento o el grado de subenfriamiento del subenfriador 326; y trabajo para añadir las siguientes funciones al controlador 408: una función para realizar operación de evaluación de cantidad de refrigerante que implica el control para hacer que el refrigerante en la salida del receptor 325 se subenfrie usando el subenfriador 326 y el circuito de refrigerante de derivación 371, y una función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante.

Para el trabajo para añadir sensores, como es el caso con el acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización, se disponen el sensor de temperatura de salida de receptor 338, el sensor de temperatura de salida de subenfriador 339 y el sensor de temperatura de circuito de refrigerante de derivación 373. Obsérvese que, a diferencia del acondicionador de aire 401 existente en el presente modo de realización, en caso de un acondicionador de aire existente que tiene un sensor de temperatura que puede sustituirse por uno de estos sensores de temperatura 338, 339, y 373, basta con añadir solo los sensores de temperatura excluyendo un sensor de temperatura sustituible de este tipo de los sensores de temperatura 338, 339, y 373.

Para el trabajo para añadir al controlador 408 la función para realizar operación de evaluación de cantidad de refrigerante y la función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, la placa de control y similares que constituyen el controlador 408 se sustituyen y, de ese modo, el controlador 408 se modifica para ser el mismo que el controlador 308 (véase la figura 32) del acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización, en el que se añaden la función para realizar operación de evaluación de cantidad de refrigerante y la función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante. Adicionalmente, el elemento de visualización de alerta 309 que comprende LED y similares, que está configurado para indicar que se detecta una fuga de refrigerante durante el modo de detección de fuga de refrigerante descrito a continuación, está conectado al controlador 308.

De esta manera, añadiendo al circuito de refrigerante 410 del acondicionador de aire 401 existente (es decir, el circuito de refrigerante del lado de exterior 410c que constituye la unidad de exterior 402) el subenfriador 326, el circuito de refrigerante de derivación 371 y los sensores 338, 339, y 373, el circuito de refrigerante 410 se modifica para tener una configuración de circuito igual al circuito de refrigerante 310 (es decir, el circuito de refrigerante del lado de exterior 310c que constituye la unidad de exterior 302) del acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización. Además, la placa de control y similares constituyen el controlador 408 (es decir, el controlador del lado de exterior 435 que constituye la unidad de exterior 402) del acondicionador de aire 401 existente se sustituye con una placa de control y similares que tiene la función para realizar la operación de evaluación de cantidad de refrigerante y la función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante. De ese modo, la función para realizar la operación de evaluación de cantidad de refrigerante y la función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante durante la operación de evaluación de cantidad de refrigerante, que son las mismas que funcionan como aquellas del controlador 308 (es decir, el controlador del lado de exterior 335 que constituye la unidad de exterior 302) del acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización, se añaden, lo que da como resultado un acondicionador de aire que tiene la misma configuración que el acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización.

(3) Características del método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire y el acondicionador de aire al que se añade la función de evaluación de cantidad de refrigerante

El método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el presente modo de realización, y el acondicionador de aire 301 modificado al que se añade la función de evaluación de cantidad de refrigerante tienen las siguientes características.

(A)

El acondicionador de aire 301 modificado en el presente modo de realización, como es el caso con el acondicionador de aire 301 en el tercer modo de realización, la fluctuación en la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante 310 puede expresarse claramente como fluctuación en el grado de subenfriamiento  $SC_s$  del refrigerante en la salida del subenfriador 326. Por tanto, utilizando esta característica, es posible evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, aunque el circuito de refrigerante tenga el receptor 325. Adicionalmente, incluso si el intercambiador de calor de exterior 323 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 se degradan debido al paso del tiempo y se produce fluctuación en condiciones climáticas, puede evaluarse de manera precisa la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, es decir, si hay una fuga de refrigerante o no.

(B)

Con el método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el presente modo de realización, en el acondicionador de aire 401 existente de tipo separado que comprende el circuito de refrigerante 410 que tiene el receptor 325, la función descrita anteriormente para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante puede añadirse fácilmente, mediante una simple modificación para añadir al circuito de refrigerante 410 el subenfriador 326 como dispositivo de subenfriamiento y los medios de evaluación de cantidad de refrigerante sustituyendo la placa de control y similares del controlador 408.

Además, dado que el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante 410 se usa como fuente de enfriamiento del subenfriador 326, la función para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante puede añadirse sin una necesidad de añadir una fuente de enfriamiento del exterior.

(4) Modo de realización alternativo 1

En el modo de realización descrito anteriormente, en el trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento, se añade el subenfriador 326 que comprende un intercambiador de calor de doble tubo. Sin embargo, no se limita a esto. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 37, a elemento Peltier 426 como dispositivo de subenfriamiento puede disponerse en la unidad de exterior 402.

El elemento Peltier 426 es un elemento de transferencia de calor que puede provocar transferencia de calor suministrando electricidad de CC, y se une para poder enfriar externamente la tubería de refrigerante que interconecta el receptor 325 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 (específicamente, la válvula de cierre del lado de líquido 336). Posteriormente, el dispositivo de subenfriamiento que comprende el elemento Peltier 426 puede estar dispuesto en la unidad de exterior 402 sin necesidad de realizar el trabajo para extraer el refrigerante del circuito de refrigerante 410 por adelantado.

De esta manera, con el método para añadir una función de evaluación de cantidad de refrigerante de un acondicionador de aire en el modo de realización alternativo, a diferencia del modo de realización descrito anteriormente, el trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento y los trabajos de instalación de medios de evaluación de cantidad de refrigerante pueden llevarse a cabo sin necesidad de trabajo de extracción de refrigerante que se lleva a cabo por adelantado antes del trabajo de instalación de dispositivo de subenfriamiento. Por tanto,

puede llevarse a cabo la modificación en la que la función de evaluación de cantidad de refrigerante se añade fácilmente al acondicionador de aire 401 existente.

5 Obsérvese que, en este modo de realización alternativo, durante la operación de carga de refrigerante automática y la operación de evaluación de cantidad de refrigerante en el modo de detección de fuga de refrigerante, se lleva a cabo el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor controlando la corriente eléctrica y la tensión suministrada al elemento Peltier 426; mientras que en el modo de realización descrito anteriormente, el control de subenfriamiento de refrigerante de salida de receptor se forma controlando la válvula de ajuste de velocidad de flujo de refrigerante del lado de derivación 372 que constituye el circuito de refrigerante de derivación 371. Aunque este modo de realización alternativo es diferente en este punto, otras operaciones son las mismas que las operaciones del modo de realización descrito anteriormente y, por tanto, se omiten las descripciones de las mismas.

10 Adicionalmente, puede emplearse un dispositivo diferente como dispositivo de subenfriamiento en lugar del elemento Peltier 426 siempre que pueda enfriar externamente la tubería de refrigerante que interconecta el receptor 325 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 (específicamente, la válvula de cierre del lado de líquido 336).

15 Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 38, un dispositivo de subenfriamiento que comprende una tubería de calor 526 puede disponerse en la unidad de exterior 402 con el fin de proporcionar intercambio de calor indirecto entre la tubería de refrigerante que interconecta el receptor 325 y los intercambiadores de calor de interior 342 y 352 (específicamente, la válvula de cierre del lado de líquido 336) y la tubería de refrigerante que interconecta la válvula de cierre del lado de gas 337 y el lado de succión del compresor 321.

20 Adicionalmente, tal como se muestra en la figura 39, el enfriando puede llevarse a cabo disponiendo una tubería de agua 626 en un lado de circunferencia exterior de la tubería de refrigerante que interconecta el receptor 325 y la válvula de cierre del lado de líquido 336.

25 Incluso en estos casos, como es el caso en el que se emplea el elemento Peltier 426, basta con unir la tubería de calor 526 y la tubería de agua 626 para hacer contacto con la tubería de refrigerante desde el exterior. Posteriormente, la modificación en la que la función de evaluación de cantidad de refrigerante se añade fácilmente al acondicionador de aire 401 existente puede llevarse a cabo sin llevar a cabo el trabajo para extraer el refrigerante del circuito de refrigerante 410.

(5) Modo de realización alternativo 2

30 Además, para el acondicionador de aire 301 en el presente modo de realización, como es el caso con el modo de realización alternativo 9 en el primer modo de realización, el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante puede configurarse logrando una conexión entre el acondicionador de aire 301 y el controlador local como dispositivo de gestión que gestiona cada uno de los equipos constituyentes del acondicionador de aire 301 y obtiene los datos de funcionamiento, conectando el controlador local por medio de una red a un servidor remoto de un centro de gestión de información que recibe los datos de funcionamiento del acondicionador de aire 301, y conectando un dispositivo de memoria tal como un dispositivo de disco como medios de almacenamiento de cantidad de estado al servidor remoto.

<Otro modo de realización>

40 Aunque los modos de realización preferentes de la presente invención se han descrito con referencia a las figuras, el alcance de la presente invención no se limita a los modos de realización anteriores, y los diversos cambios y modificaciones pueden hacerse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

45 Por ejemplo, en los modos de realización descritos anteriormente, el caso en el que se aplica la presente invención a un acondicionador de aire que puede conmutar y llevar a cabo la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento. Sin embargo, no se limita a los mismos, y la presente invención puede aplicarse a un acondicionador de aire que solo enfría y a un acondicionador de aire que puede realizar simultáneamente la operación de calentamiento y la operación de enfriamiento. Adicionalmente, en los modos de realización descritos anteriormente, el caso en el que la presente invención se aplica a un acondicionador de aire que comprende una unidad de exterior independiente. Sin embargo, no se limita a los mismos, y la presente invención puede aplicarse a un acondicionador de aire que comprende una pluralidad de unidades de exterior.

**Aplicabilidad industrial**

50 La aplicación de la presente invención habilita, en un acondicionador de aire de tipo múltiple en el que una unidad de fuente de calor y una pluralidad de unidades de aprovechamiento están interconectadas por medio de tuberías de comunicación de refrigerante, una evaluación precisa de la adecuación de la cantidad de refrigerante cargada en el acondicionador de aire, incluso cuando la cantidad de refrigerante cargada *in situ* es inconsistente, o incluso cuando un valor de referencia de la cantidad de estado de funcionamiento, que se usa para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, fluctúa dependiendo de la longitud de tubería de las tuberías de comunicación de refrigerante, la combinación de las unidades de aprovechamiento, y la diferencia en la altura de instalación entre

cada unidad.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Acondicionador de aire (1) que incluye un circuito de refrigerante (10) configurado por la interconexión entre una unidad de fuente de calor (2) y una pluralidad de unidades de aprovechamiento (4, 5) por medio de tuberías de comunicación de refrigerante (6, 7) y un sistema de evaluación de cantidad de refrigerante configurado para evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante, comprendiendo el sistema de evaluación de cantidad de refrigerante:
- medios de almacenamiento de cantidad de estado configurados para almacenar la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante (10) en los que el refrigerante se carga hasta la cantidad de refrigerante inicial mediante carga de refrigerante *in situ* durante una operación de prueba después de la instalación del acondicionador de aire (1), y
- 10 medios de evaluación de cantidad de refrigerante configurados para comparar la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba como valor de referencia con un valor actual de la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante (10) y de ese modo evaluar la adecuación de la cantidad de refrigerante,
- caracterizado por que
- 15 la operación de prueba incluye operación que implica cargar el refrigerante en el circuito de refrigerante (10), y
- los medios de almacenamiento de cantidad de estado están configurados para almacenar la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante (10) durante la operación que implica cargar el refrigerante,
- 20 en el que los medios de almacenamiento de cantidad de estado están configurados para almacenar no solo la cantidad de estado de funcionamiento en el estado después de que el refrigerante se cargue hasta la cantidad de refrigerante inicial sino también la cantidad de estado de funcionamiento en un estado en el que se carga el refrigerante con menos cantidad que la cantidad de refrigerante inicial en el circuito de refrigerante (10).
- 2.** Acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- 25 la operación de prueba incluye operación para cambiar variables de control de los equipos constituyentes del acondicionador de aire, y
- los medios de almacenamiento de cantidad de estado están configurados para almacenar la cantidad de estado de funcionamiento de los equipos constituyentes o el refrigerante que fluye en el circuito de refrigerante durante la operación para cambiar variables de control.
- 3.** Acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que
- 30 los medios de obtención de cantidad de estado gestionan el acondicionador de aire (1), y
- los medios de almacenamiento de cantidad de estado y los medios de evaluación de cantidad de refrigerante se ubican a distancia del acondicionador de aire (1) y se conectan a los medios de obtención de cantidad de estado por medio de un circuito de comunicación.
- 4.** Acondicionador de aire de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además
- 35 medios de cálculo de cantidad de refrigerante configurados para calcular la cantidad de refrigerante a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba, y
- la cantidad de refrigerante calculada a partir de la cantidad de estado de funcionamiento durante la operación de prueba se almacena en los medios de almacenamiento de cantidad de estado como valor de referencia.

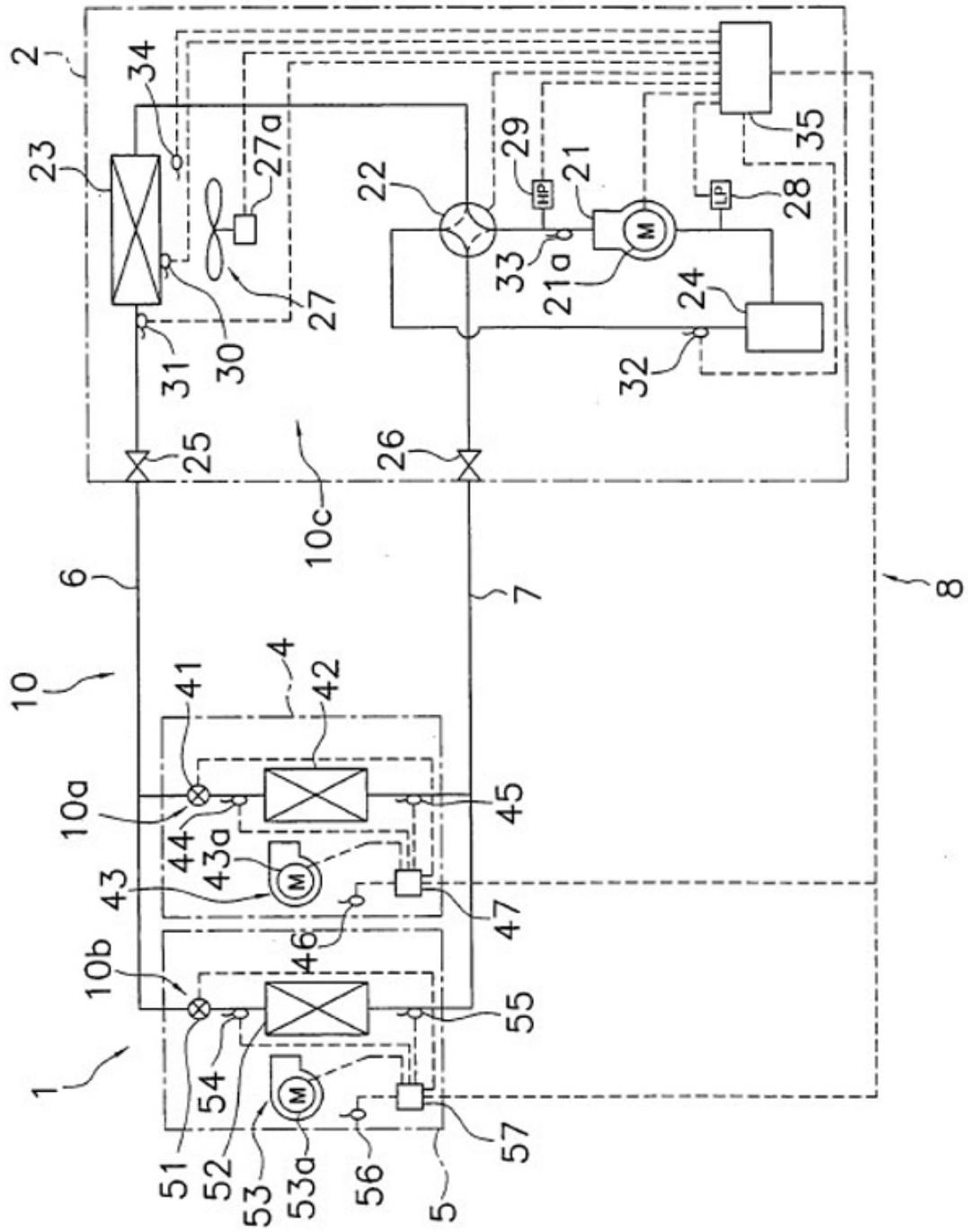
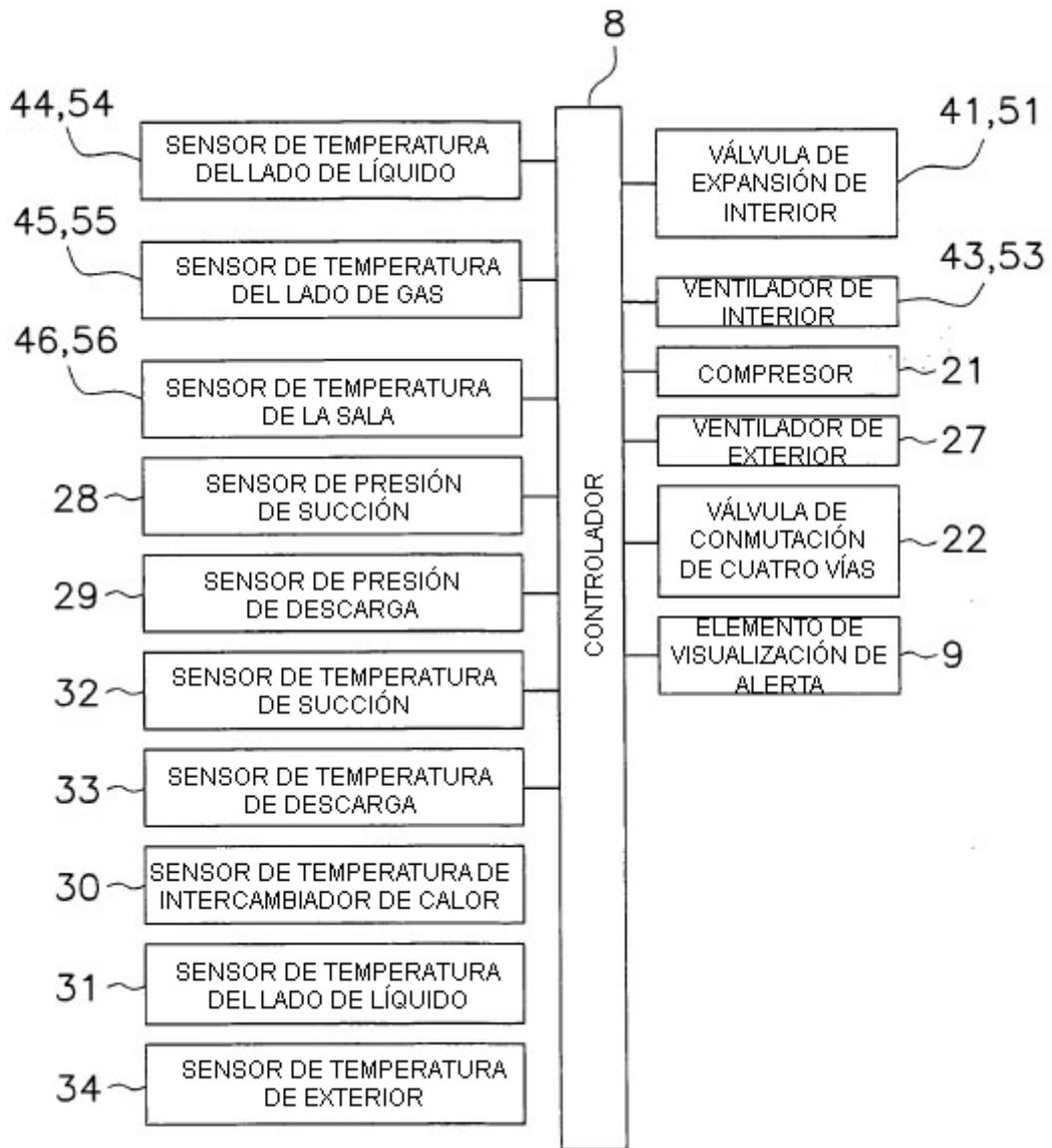
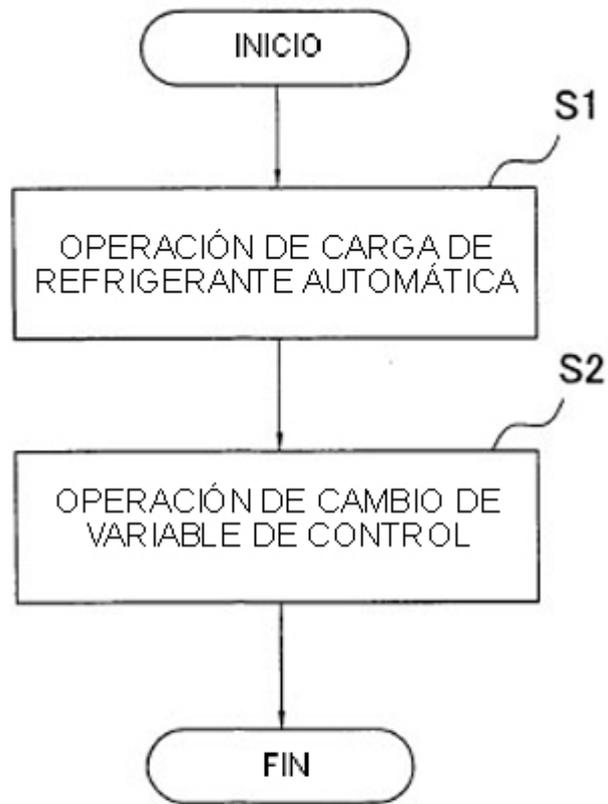


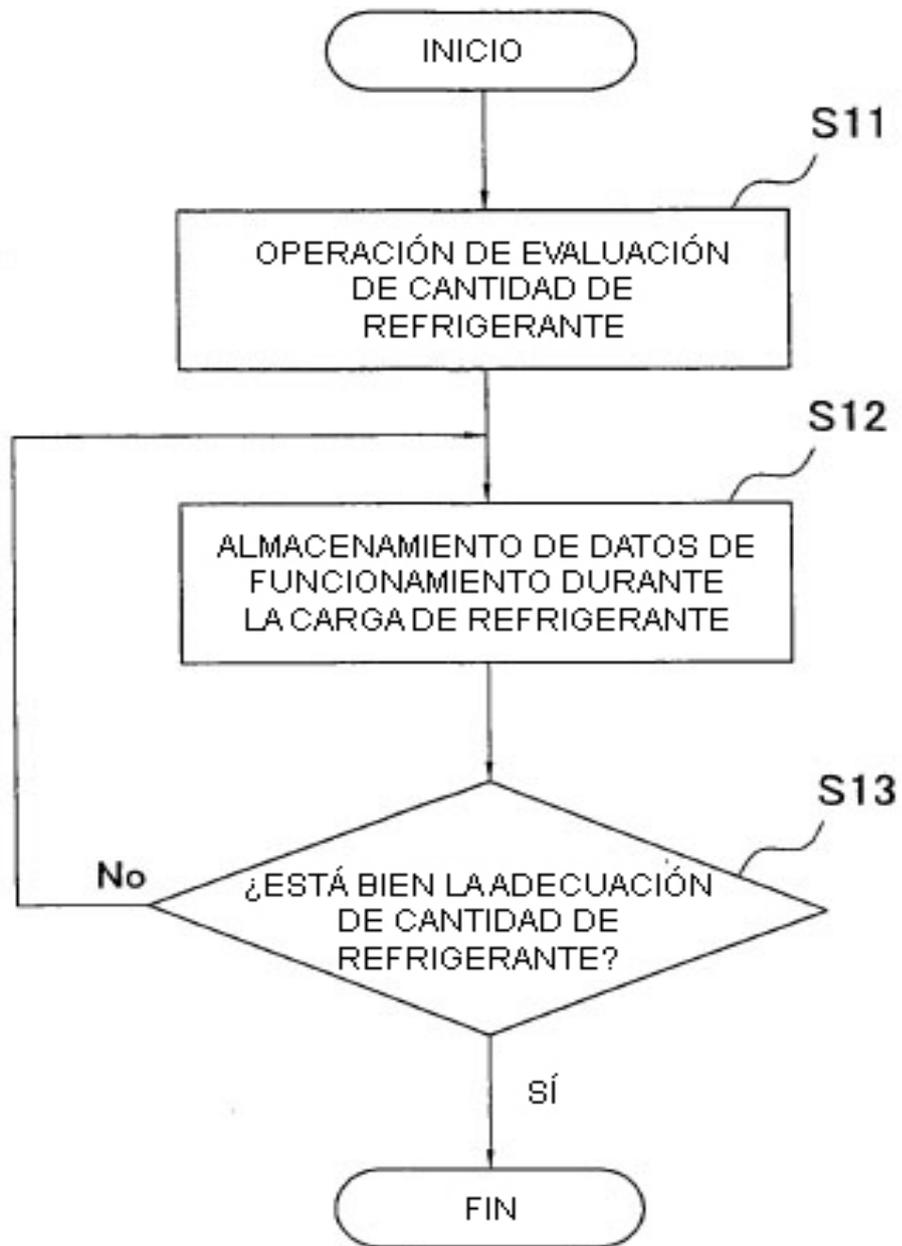
Fig. 1



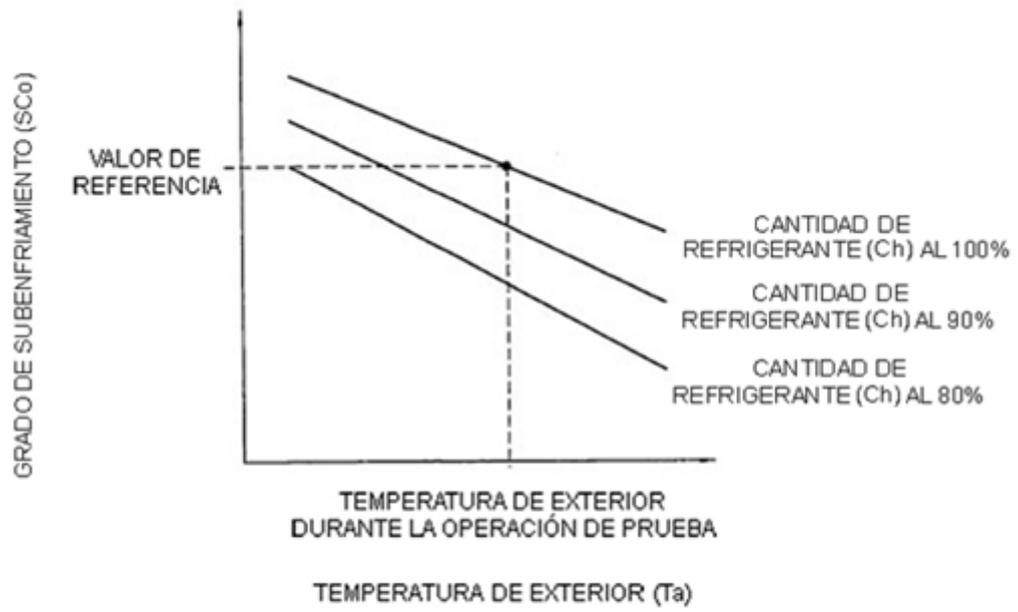
**Fig. 2**



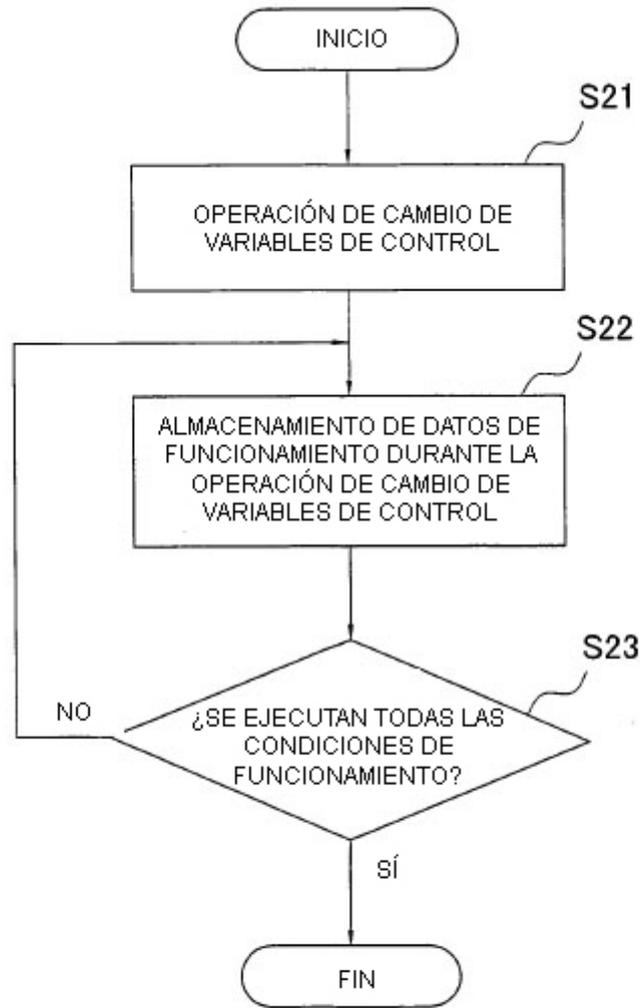
*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*



*Fig. 6*

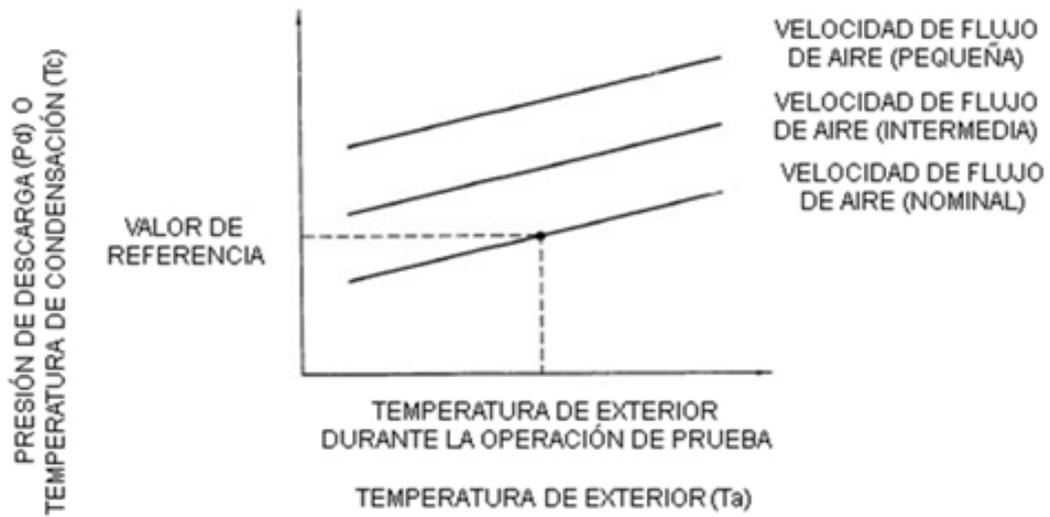


Fig. 7

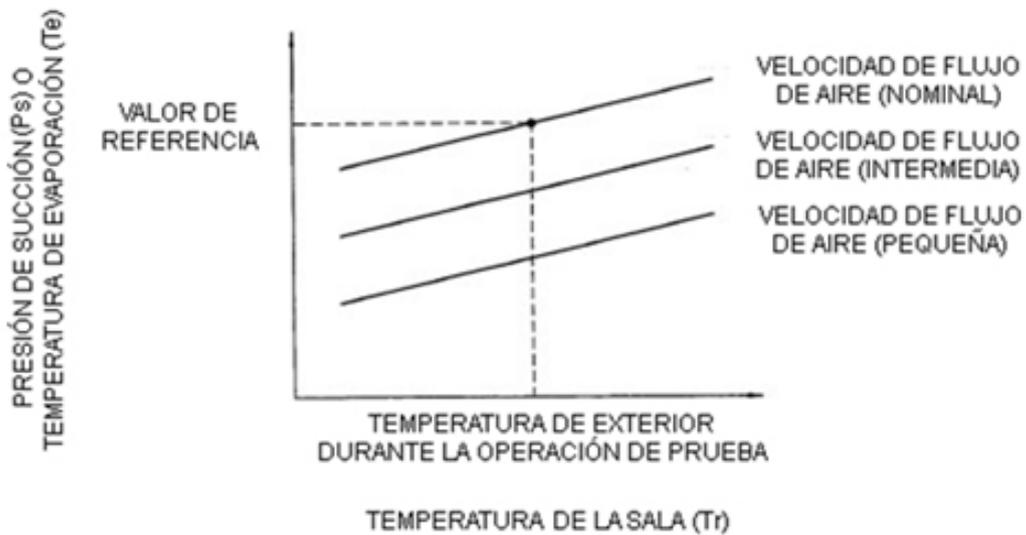
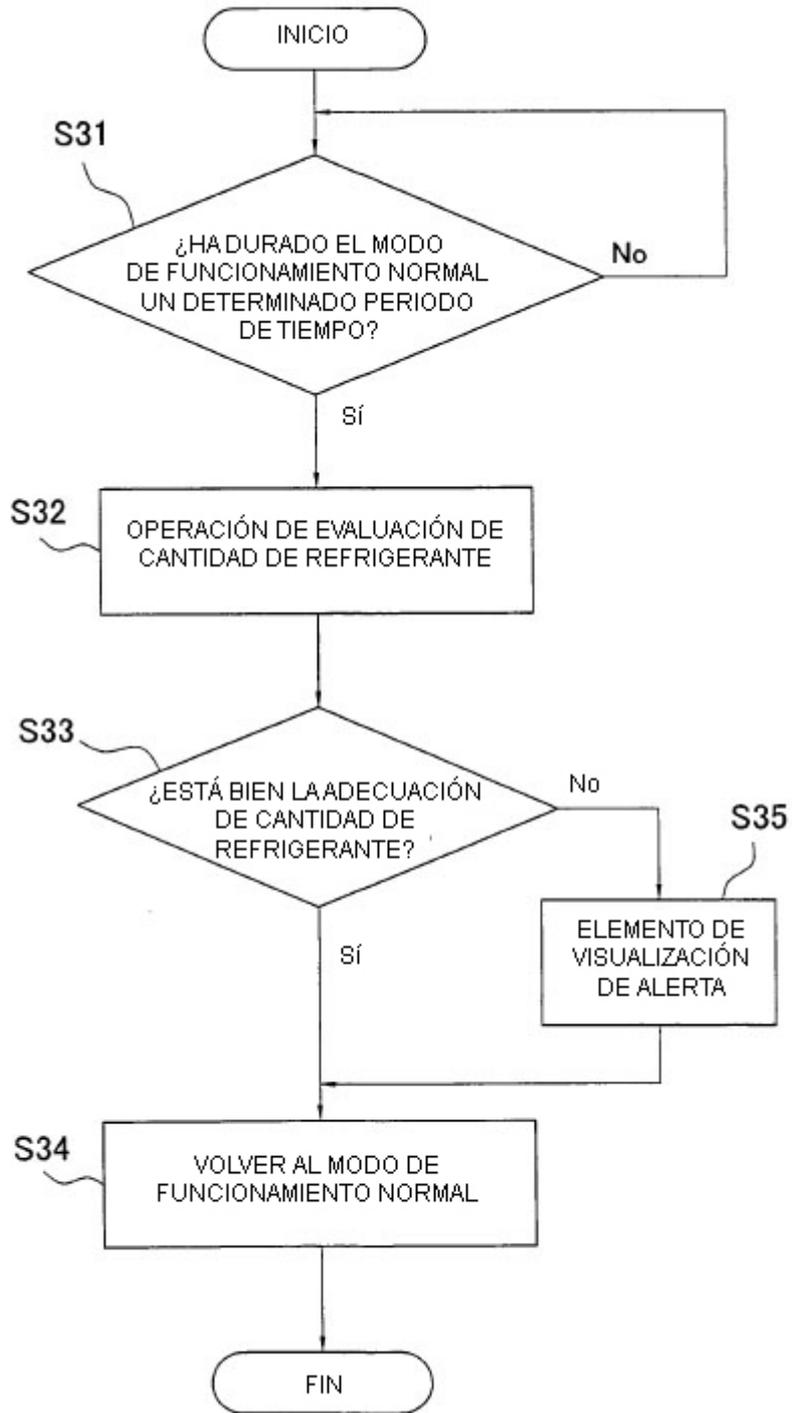
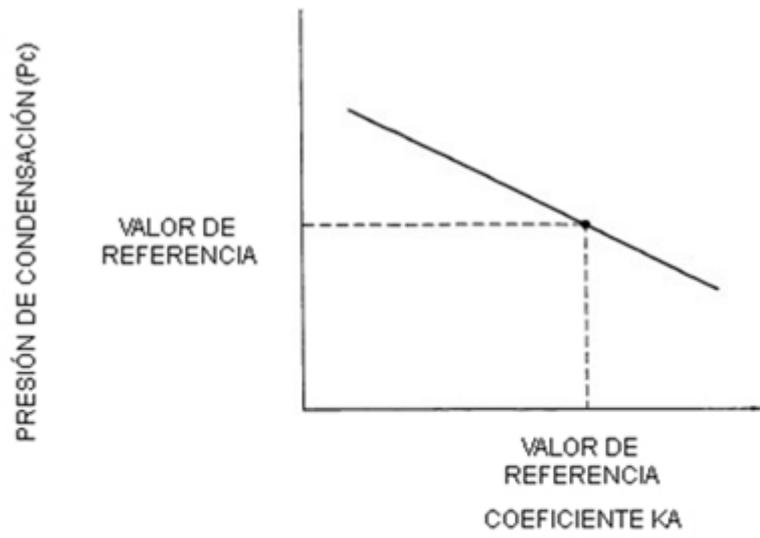


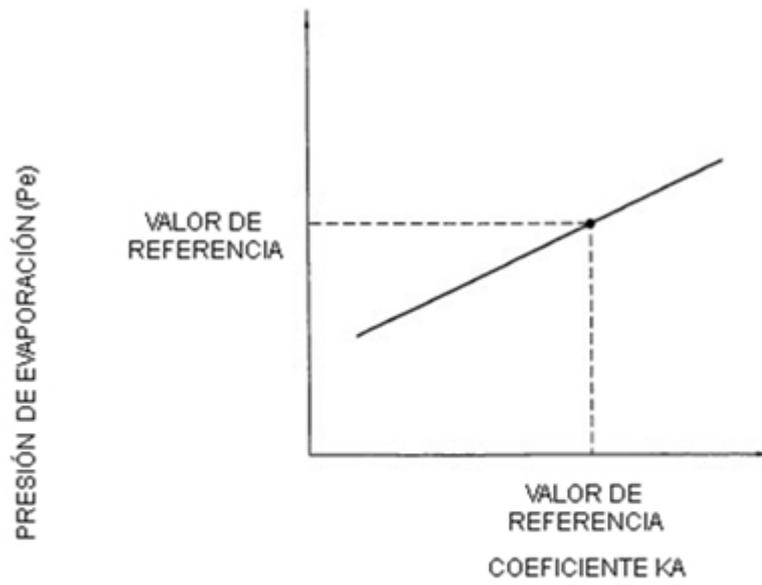
Fig. 8



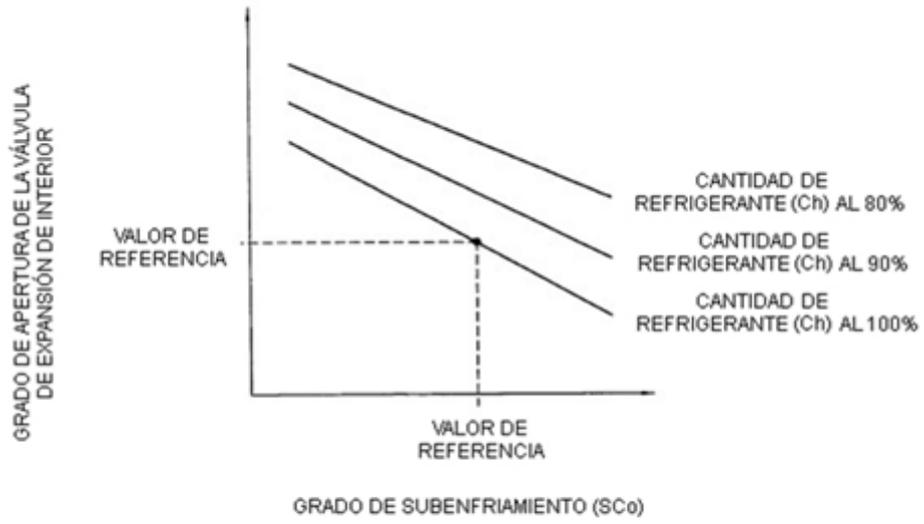
**Fig. 9**



*Fig. 10*



*Fig. 11*



*Fig. 12*

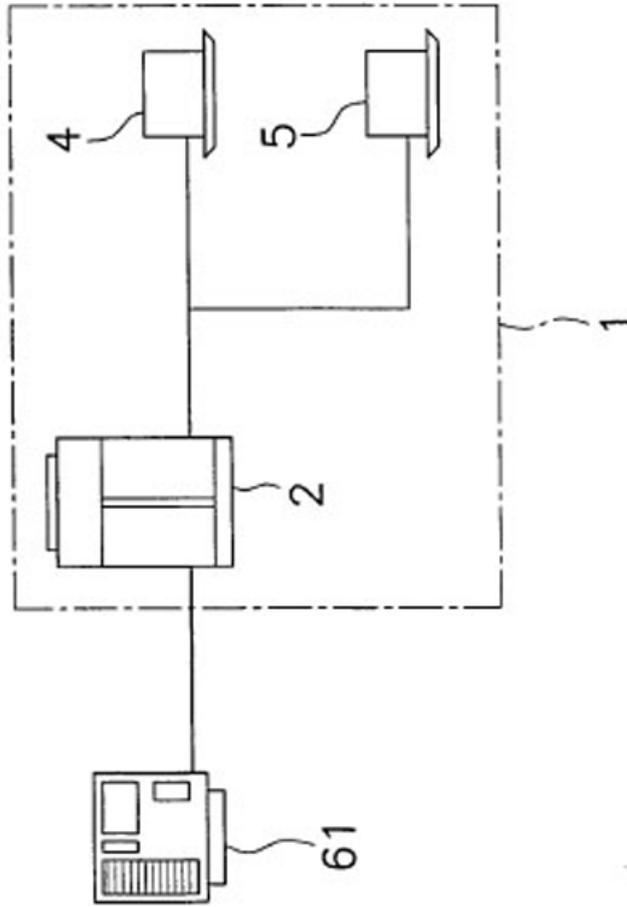


Fig. 13

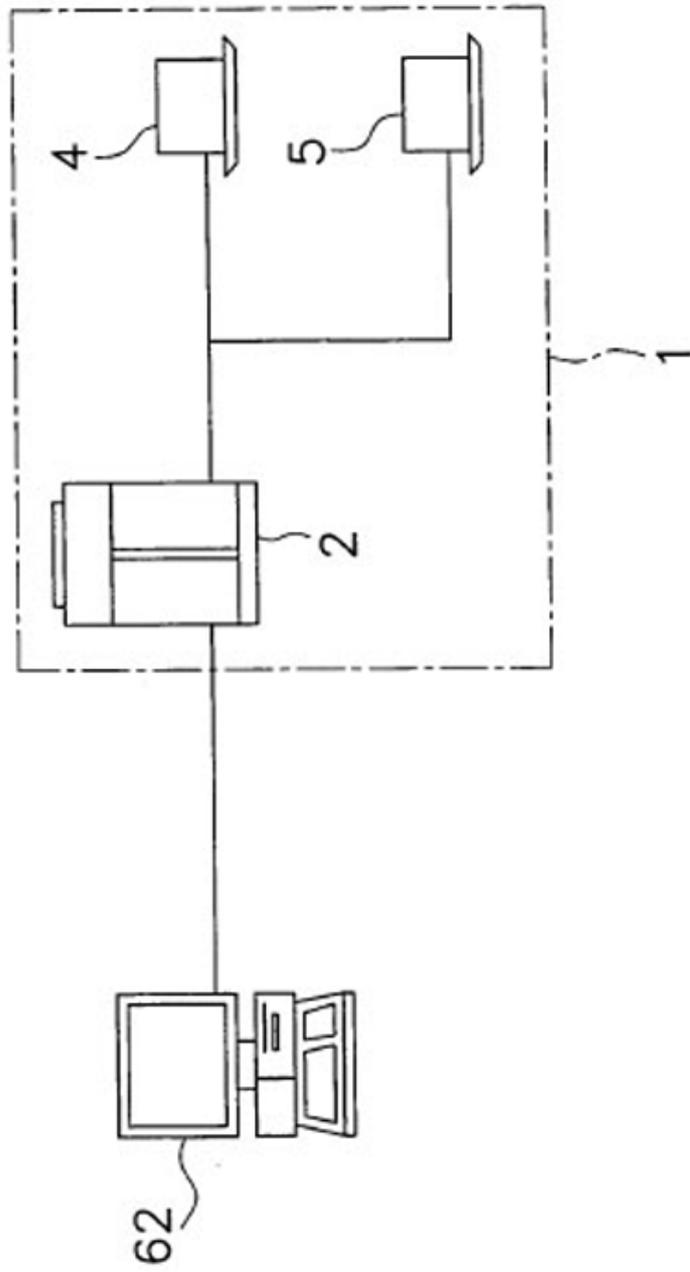


Fig. 14

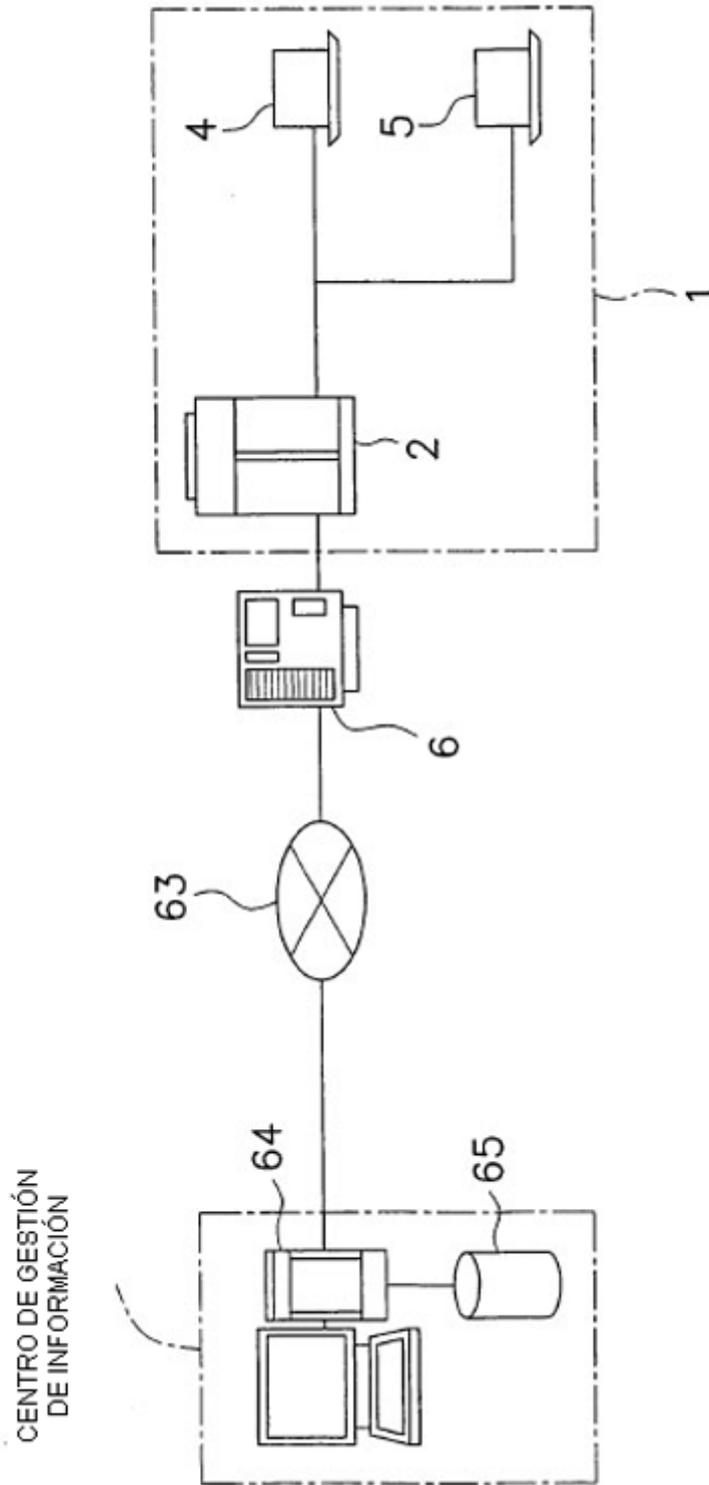


Fig. 15

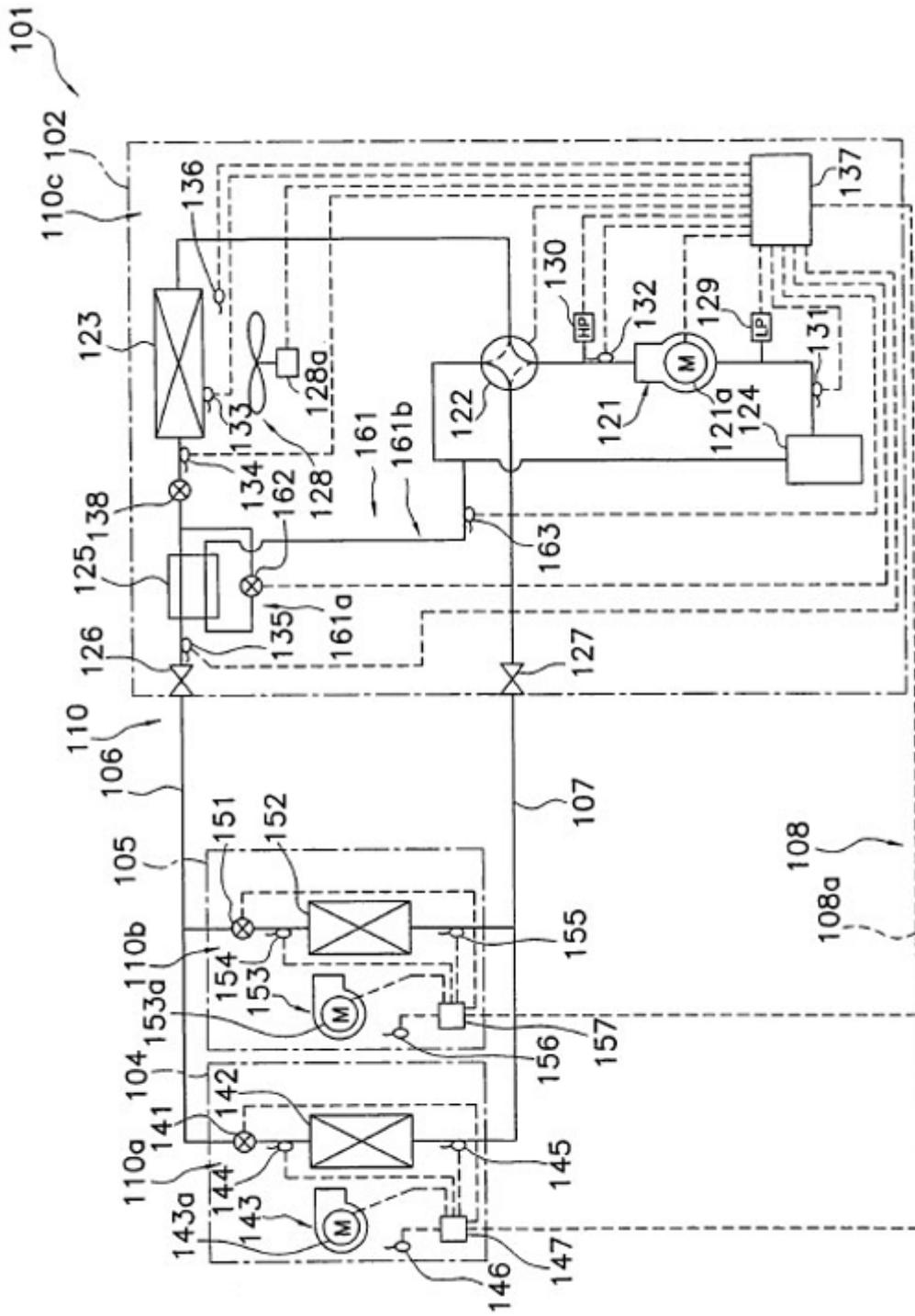


Fig. 16

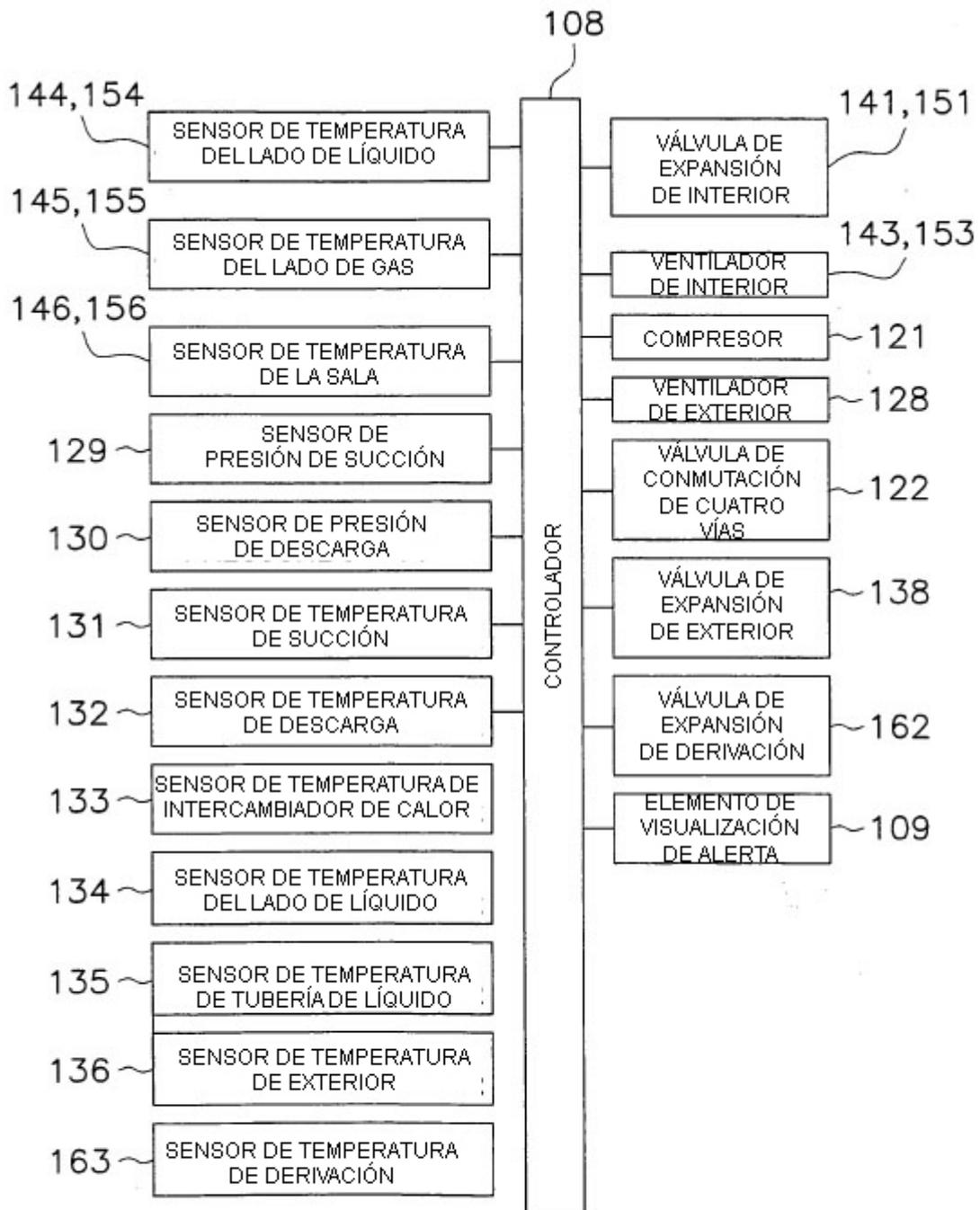
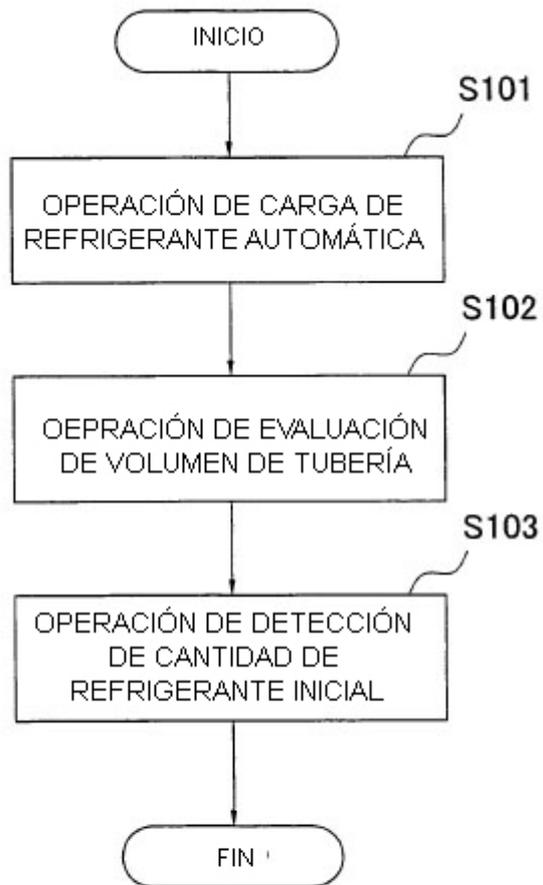
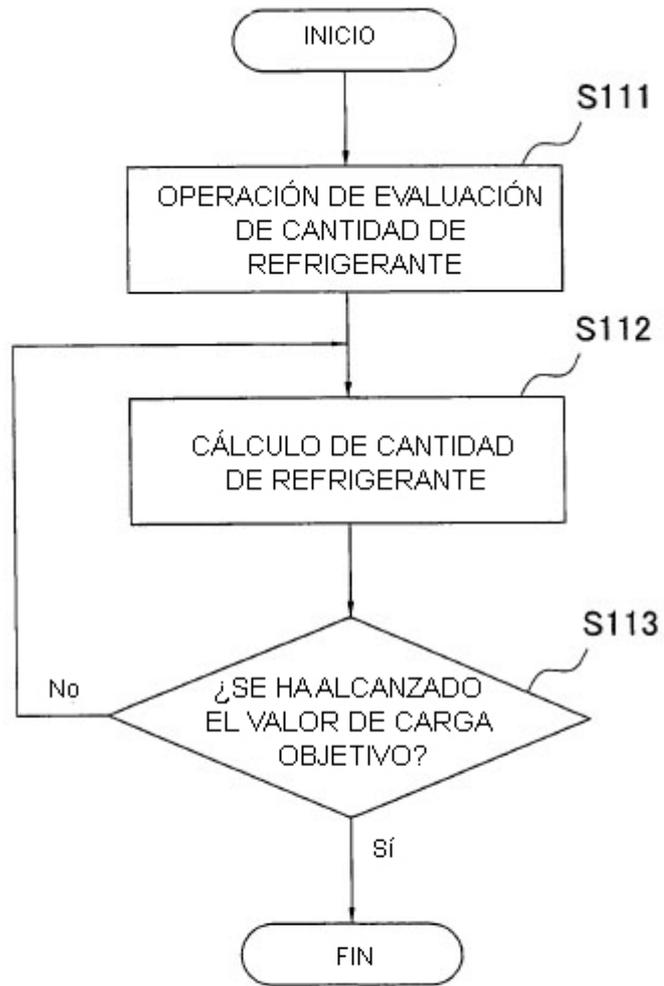


Fig. 17



*Fig. 18*



**Fig. 19**

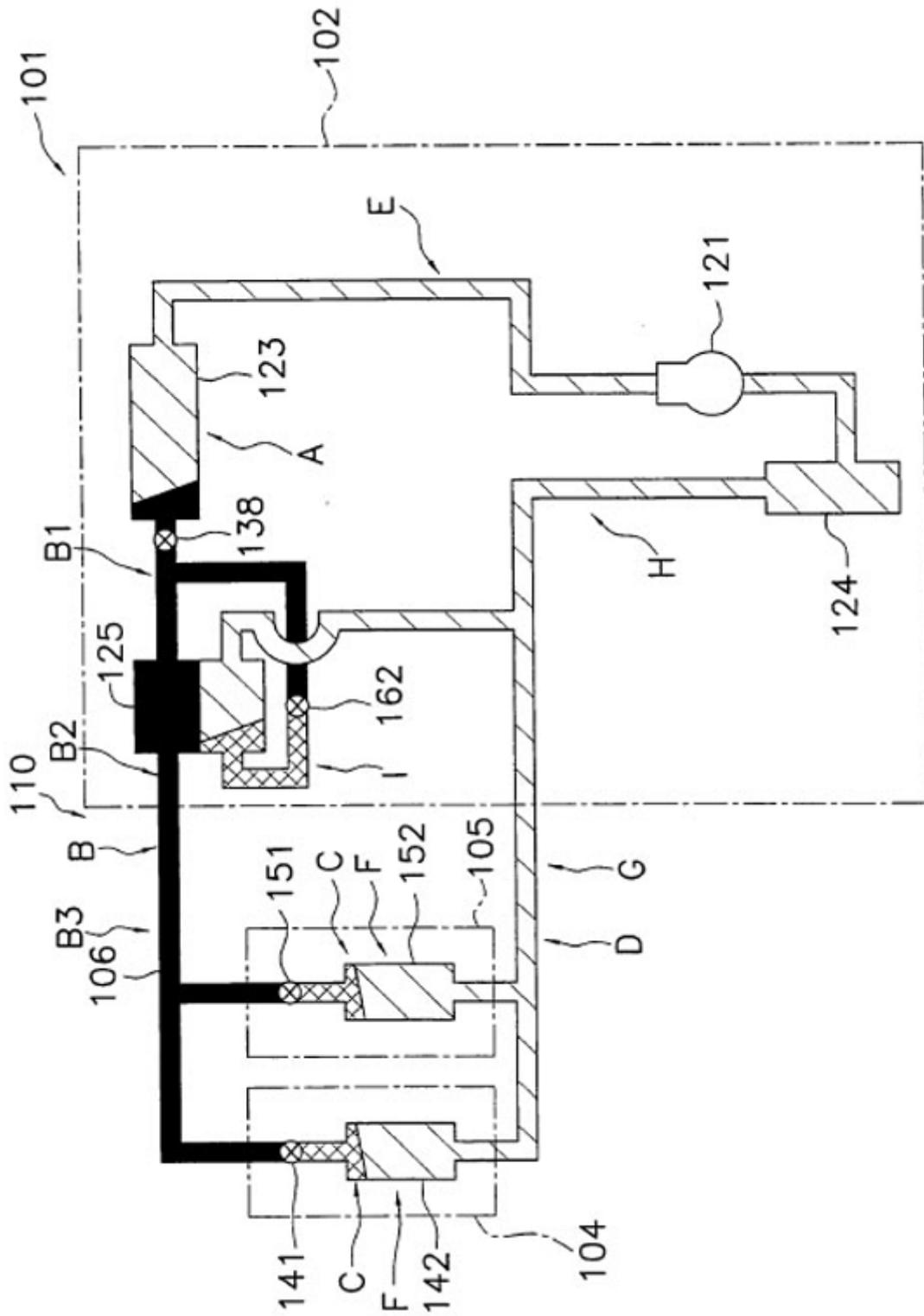


Fig. 20

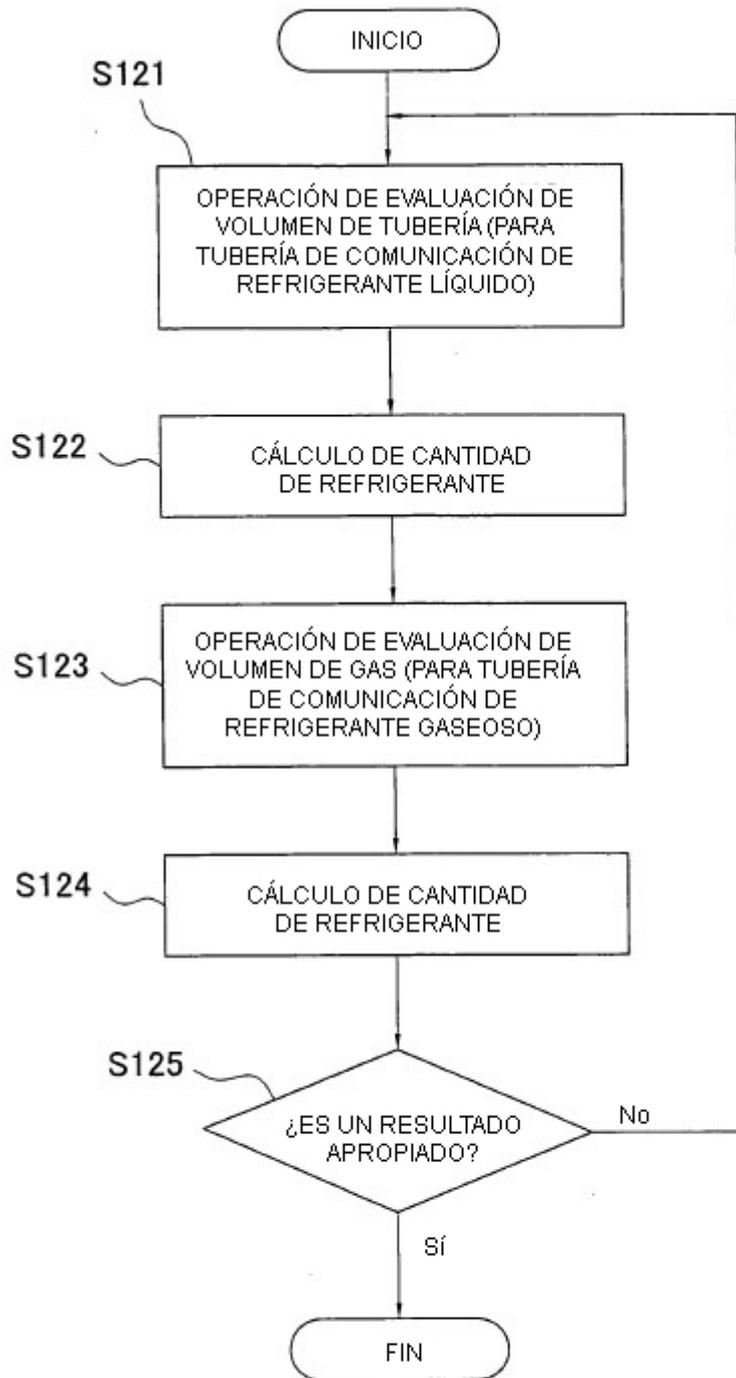


Fig. 21

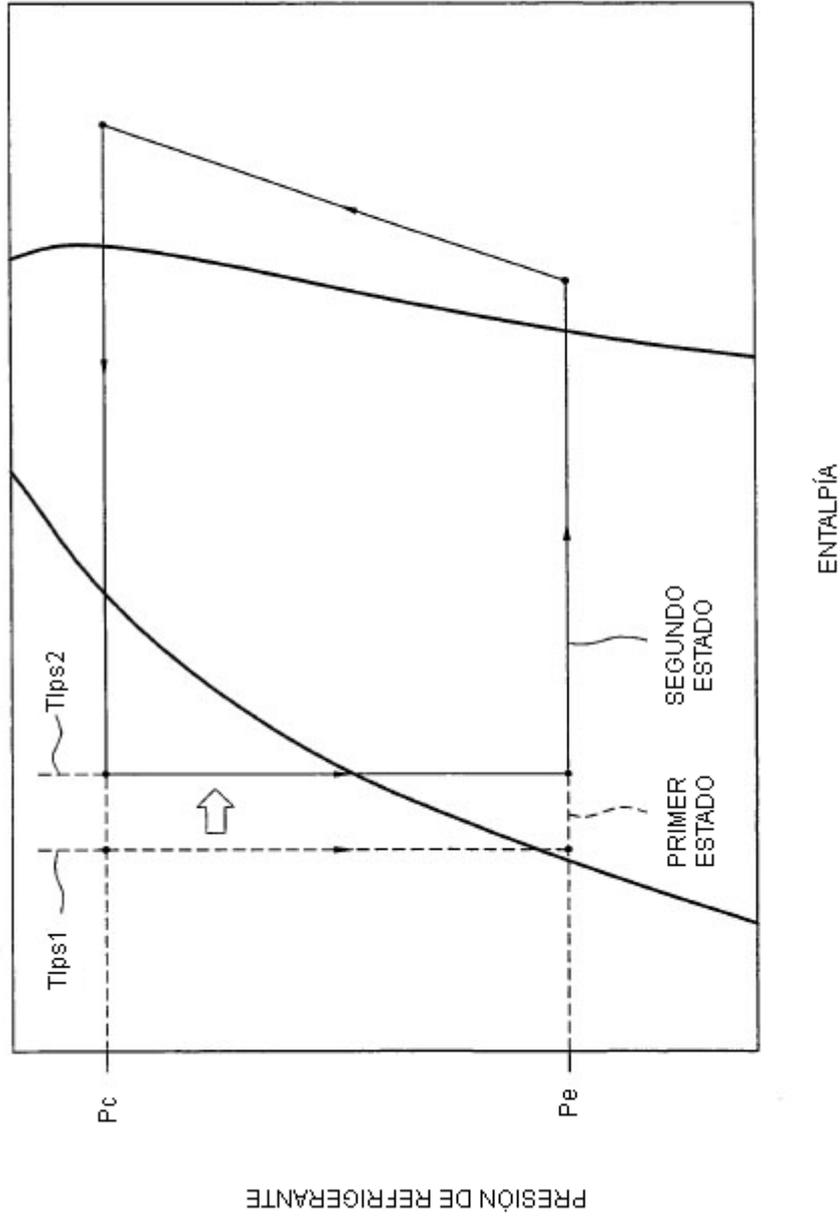


Fig. 22

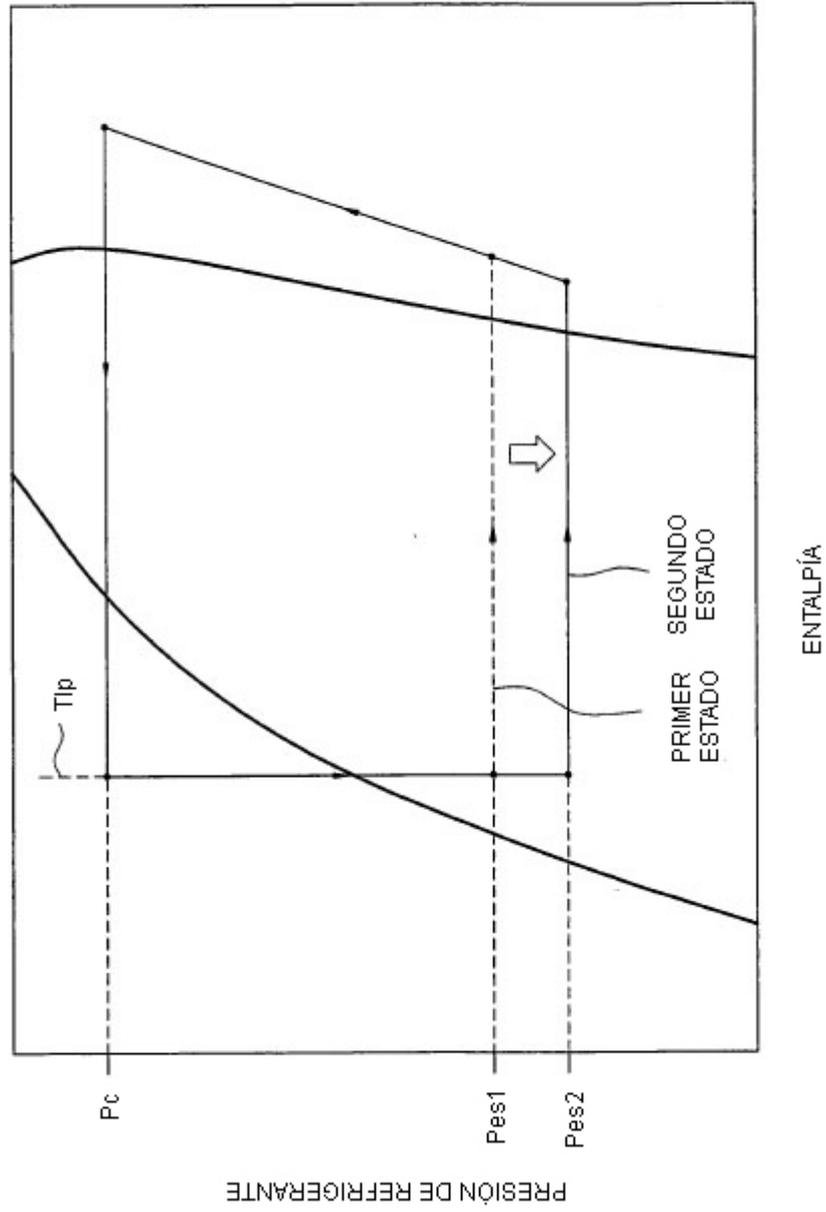
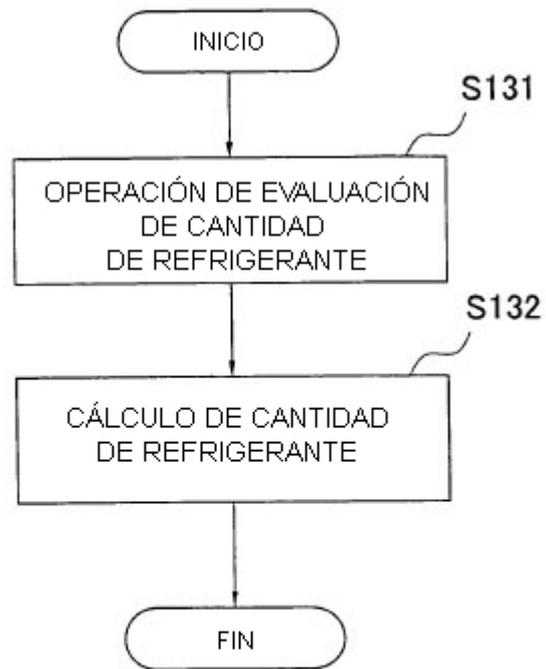


Fig. 23



*Fig. 24*

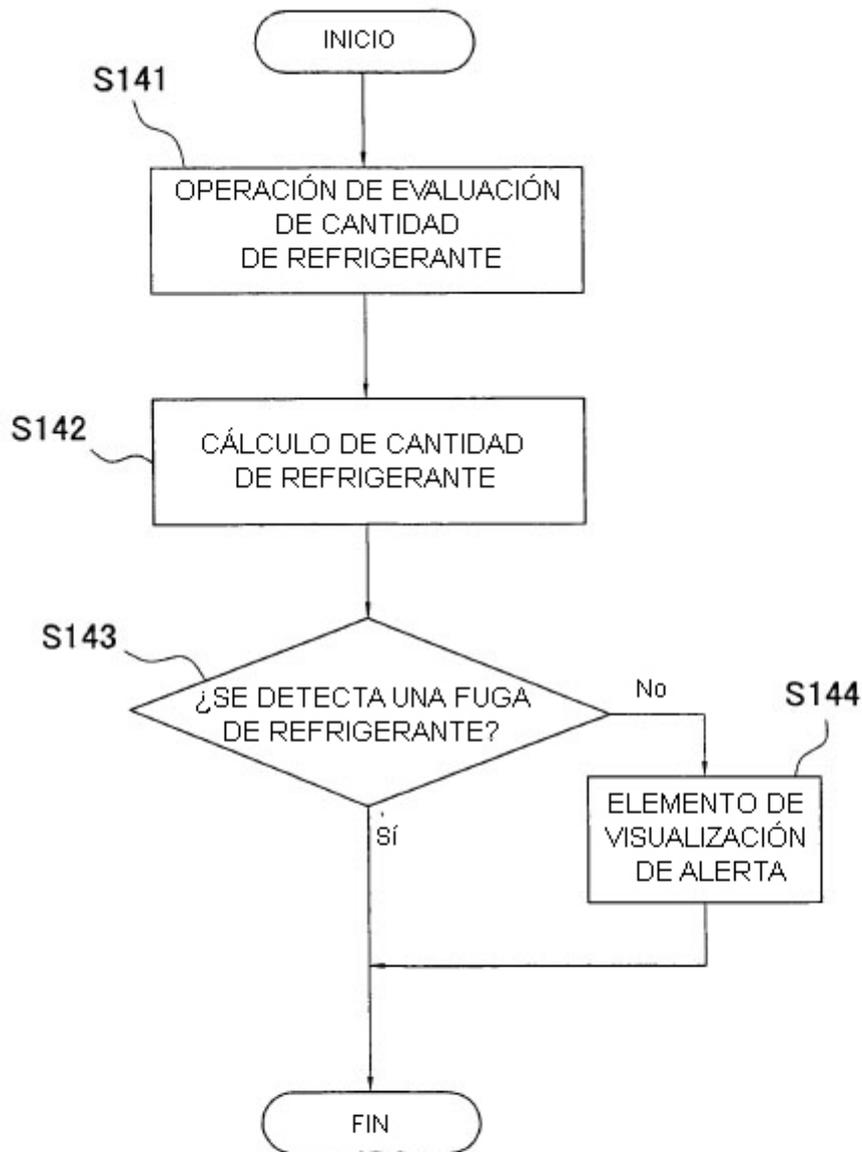


Fig. 25

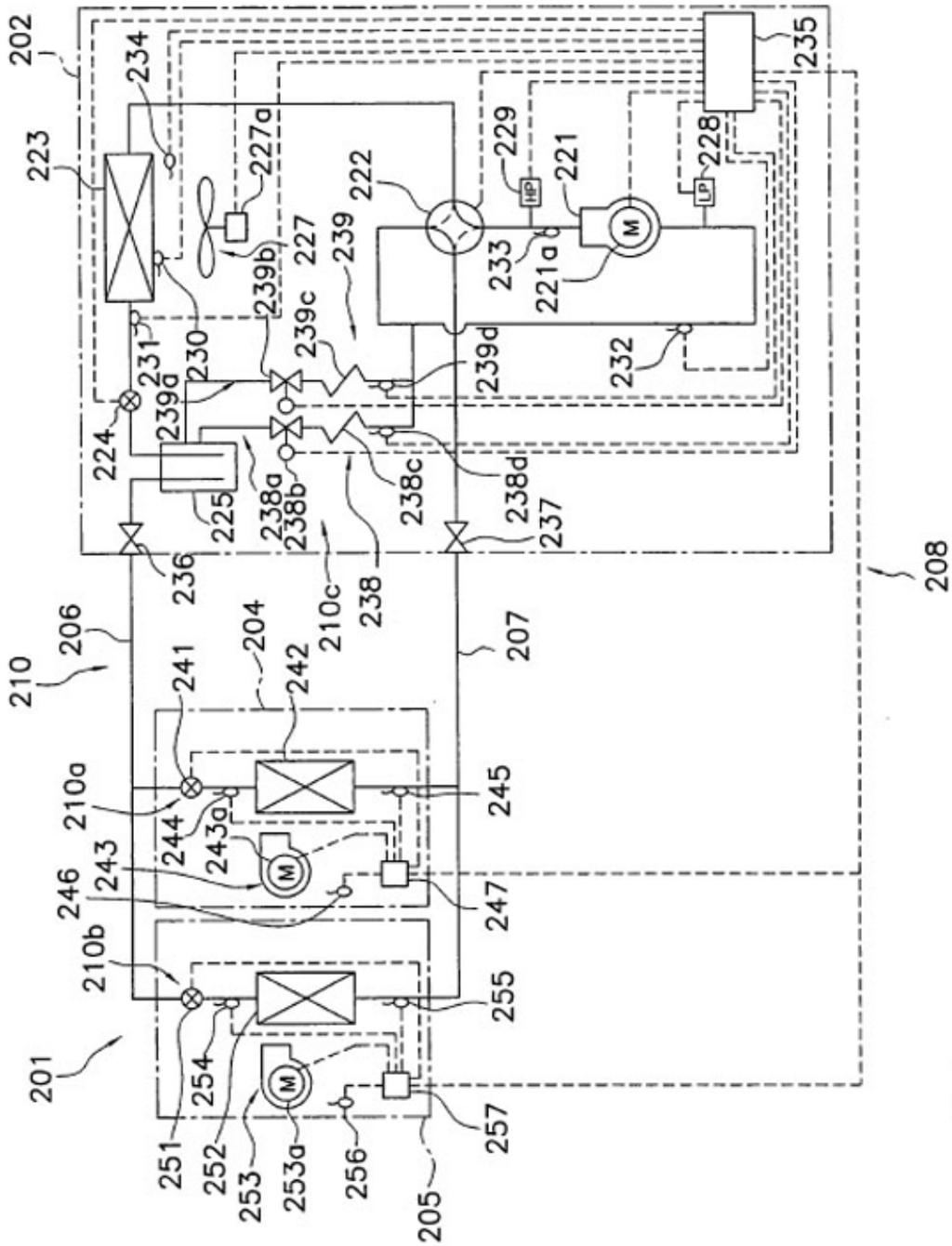
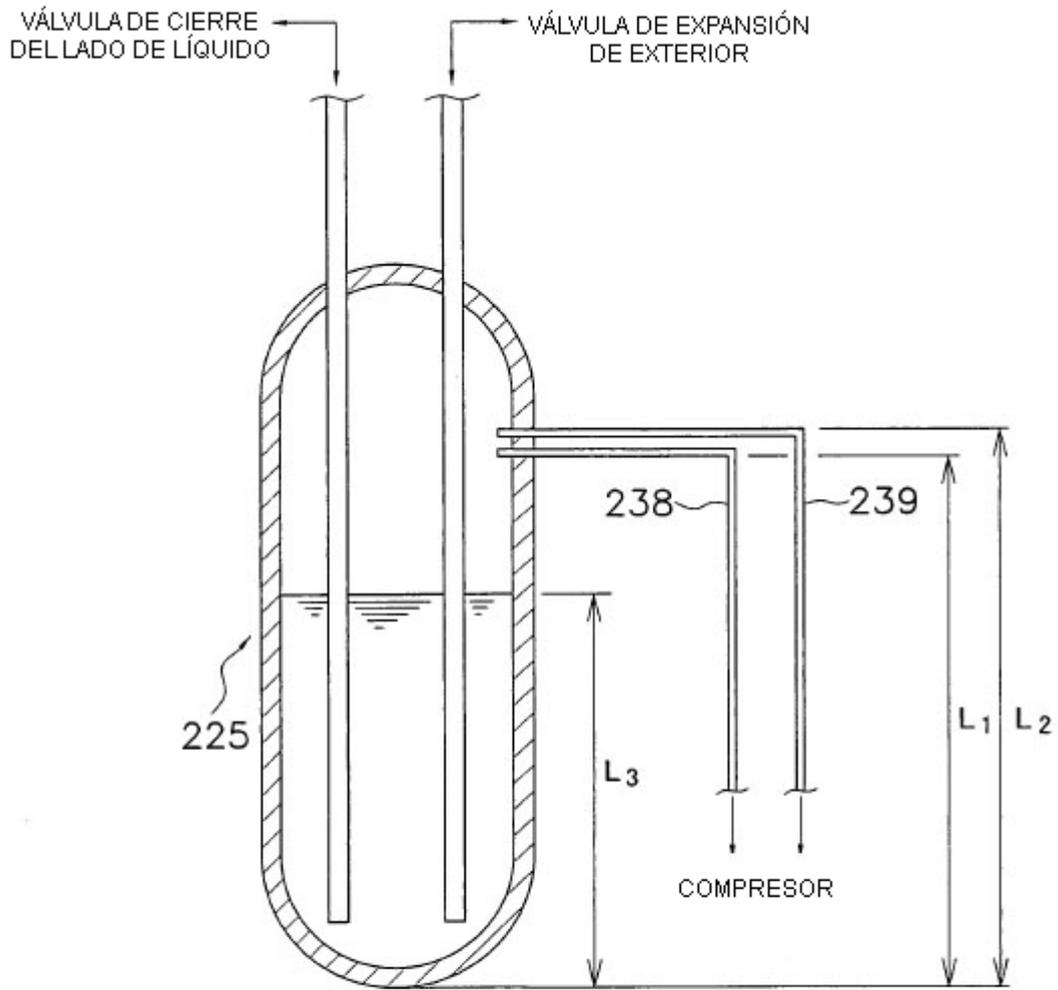


Fig. 26



*Fig. 27*

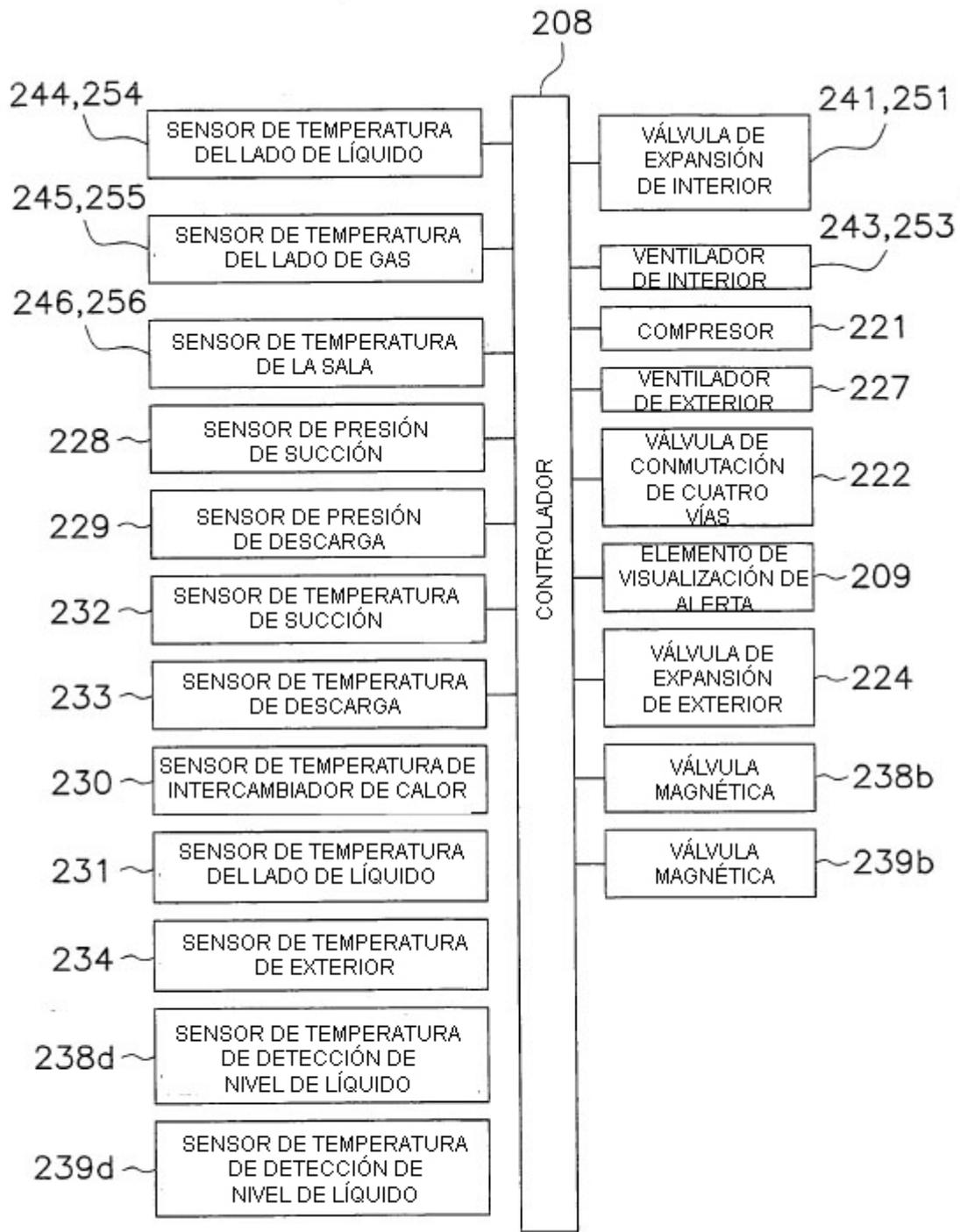


Fig. 28

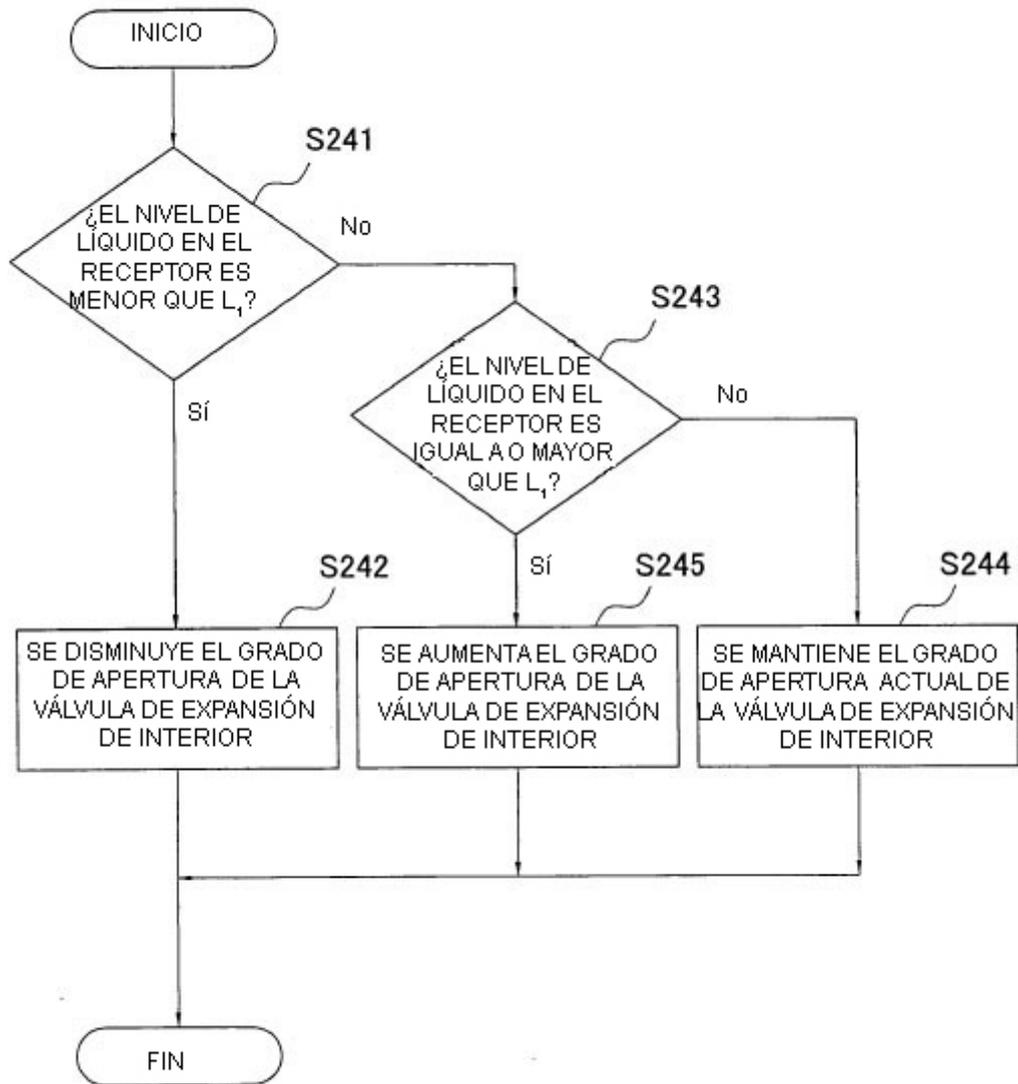
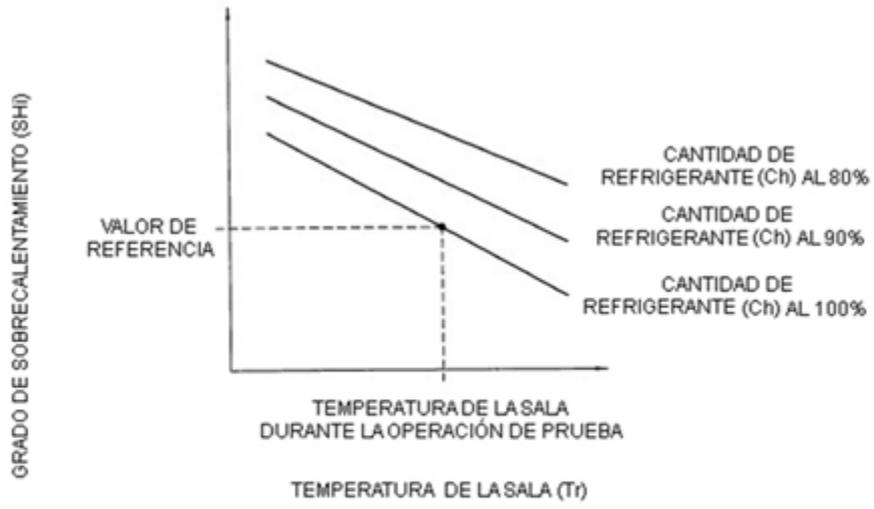


Fig. 29



*Fig. 30*

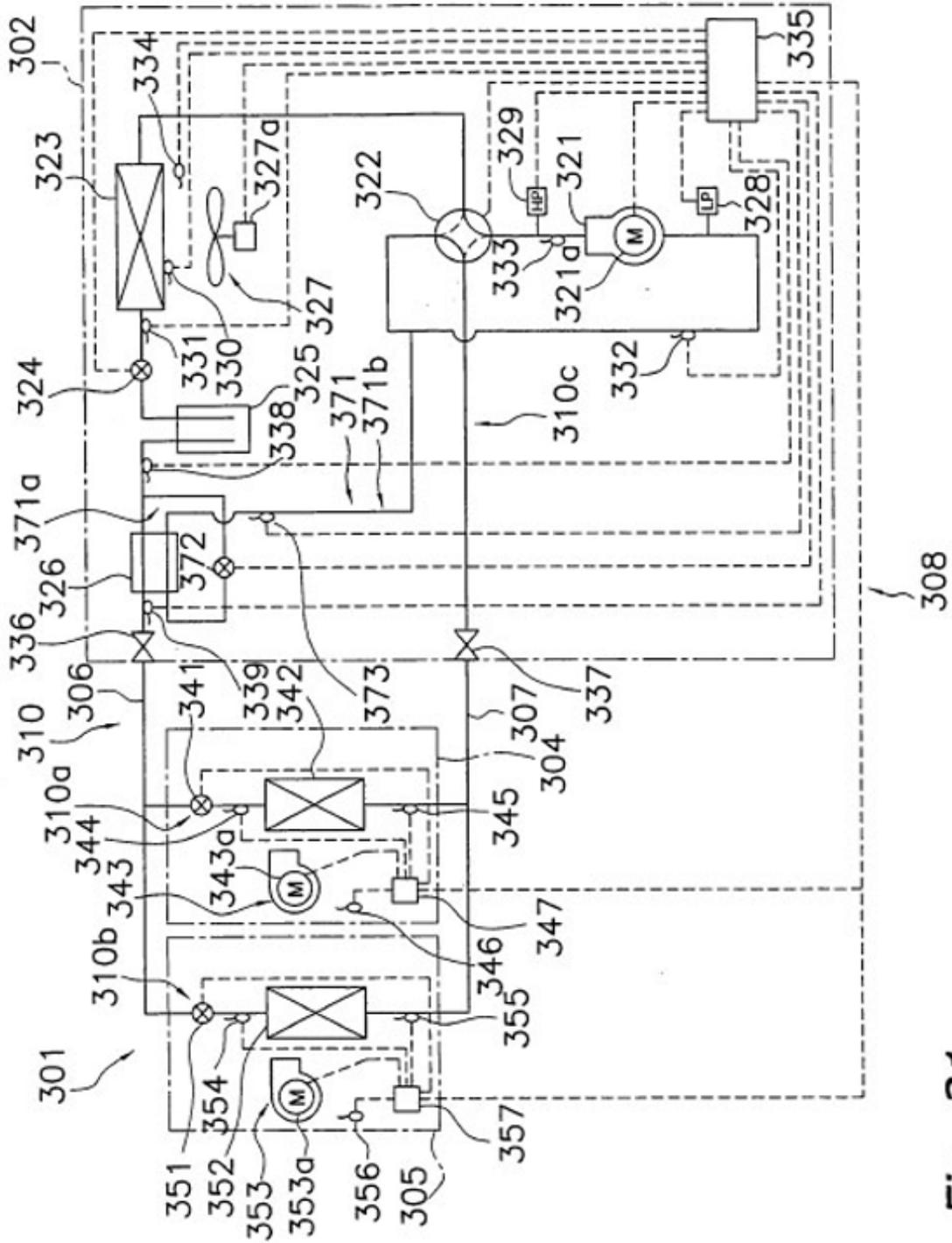


Fig. 31

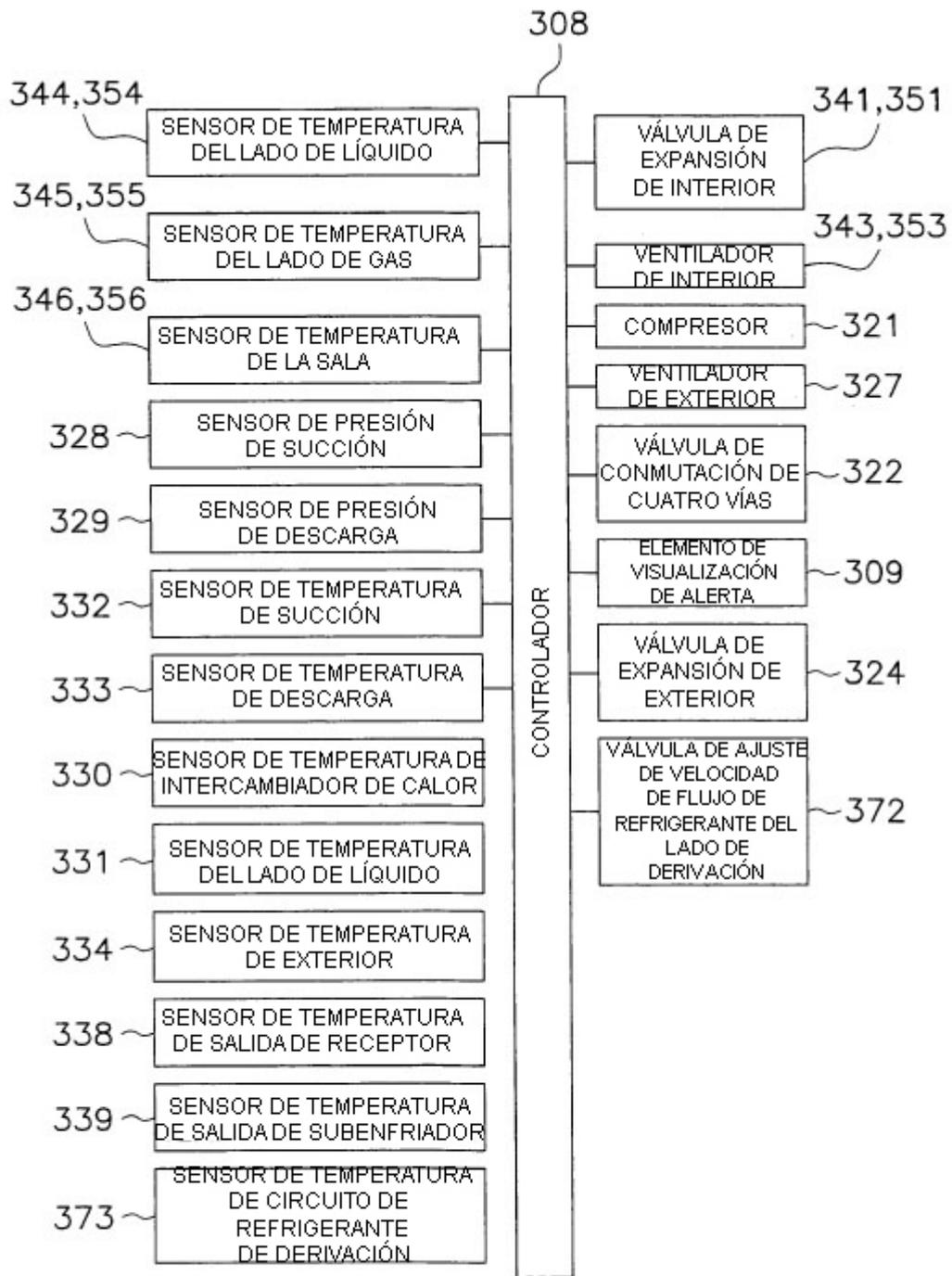
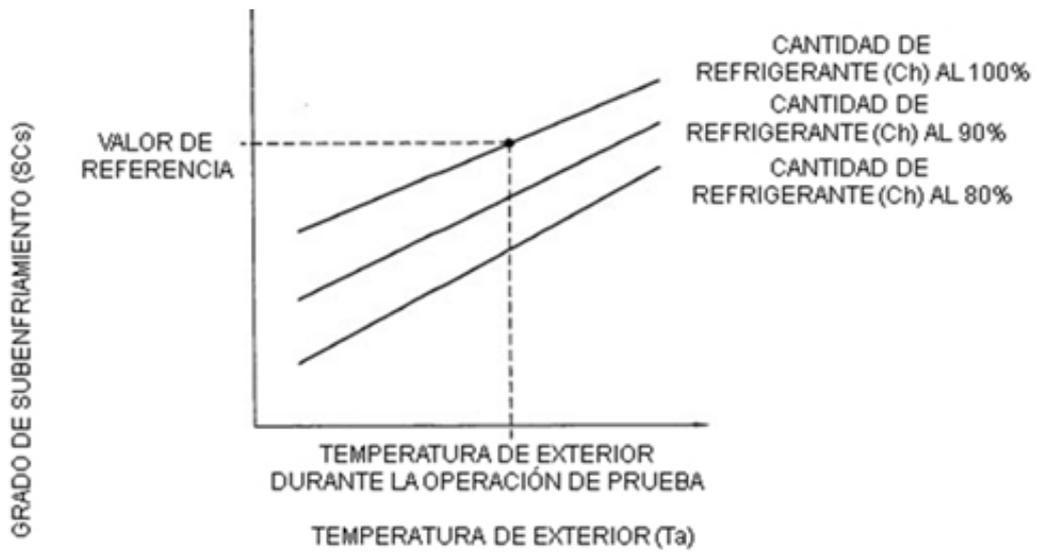
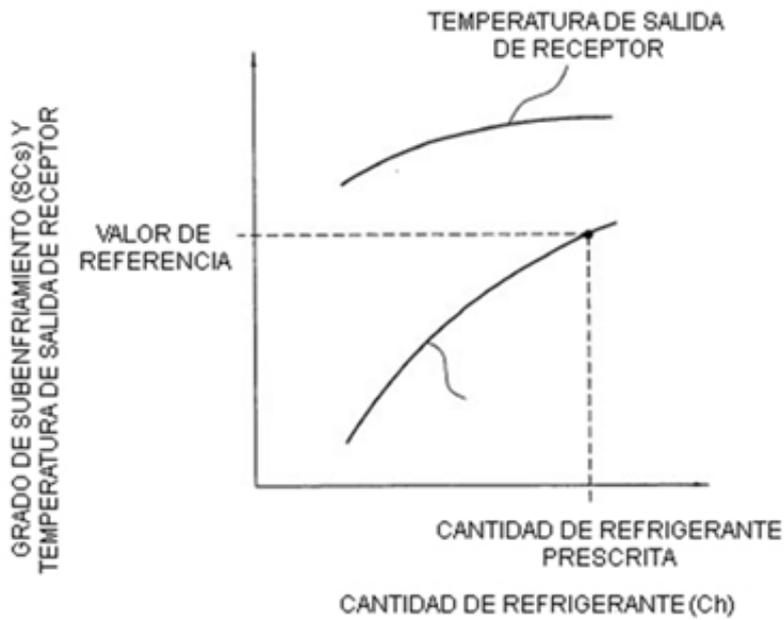


Fig. 32



*Fig. 33*



*Fig. 34*

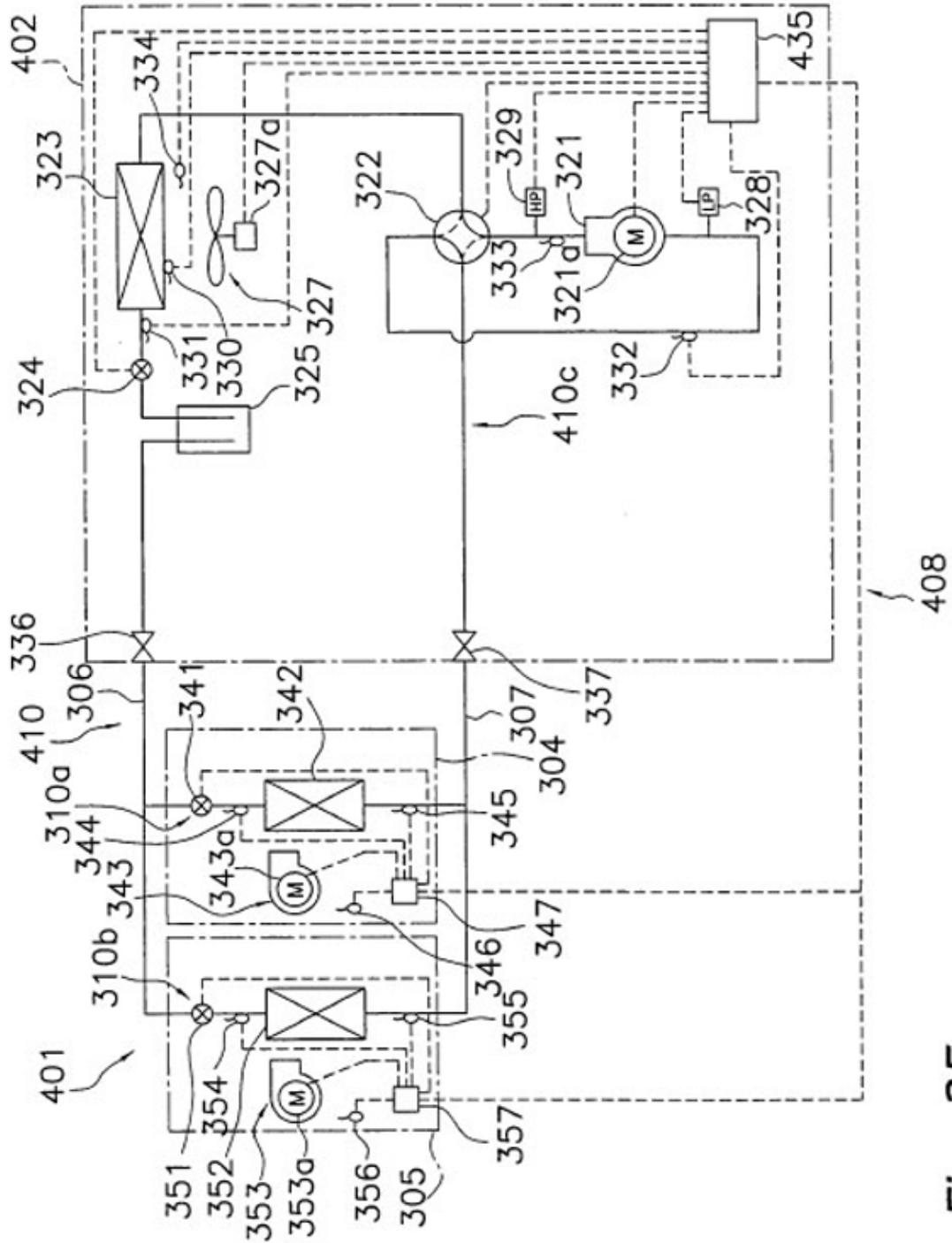


Fig. 35

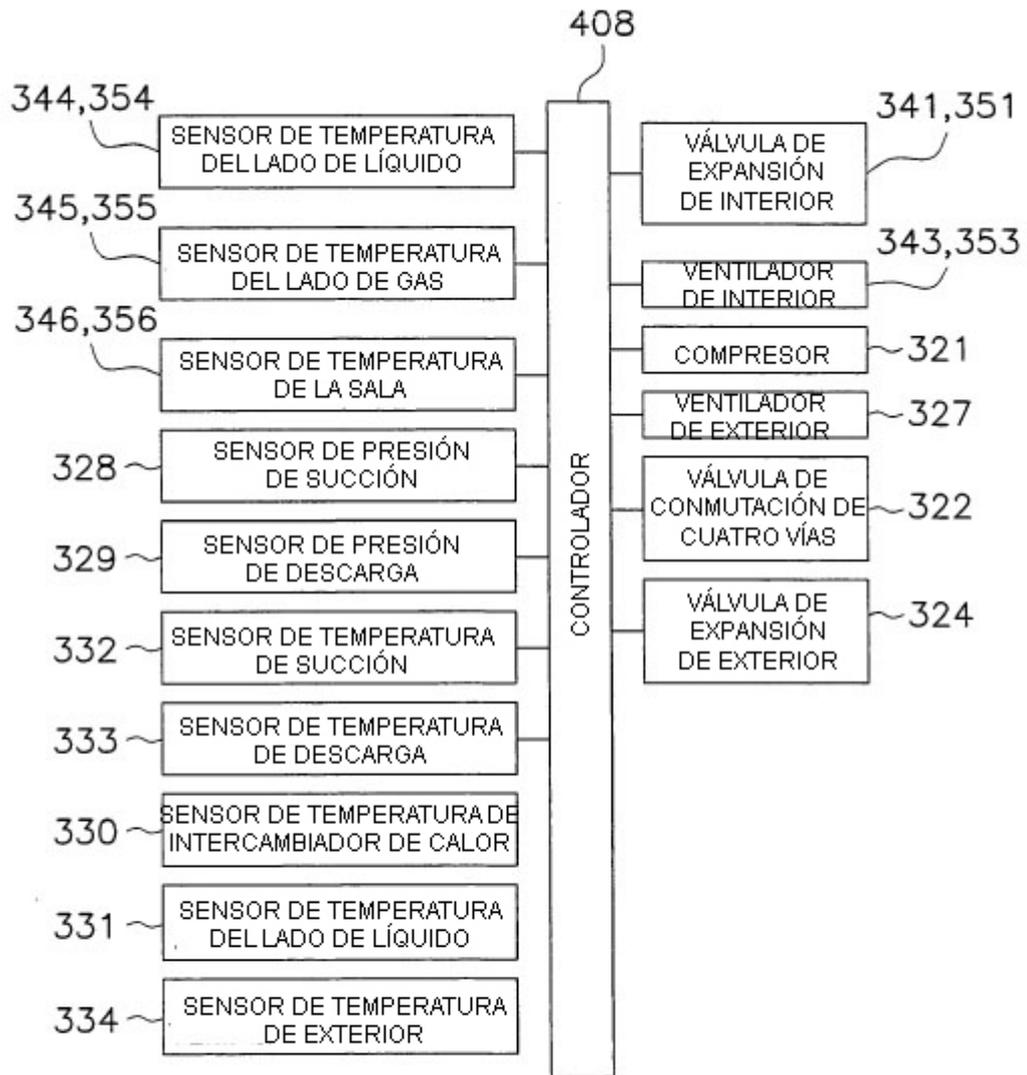


Fig. 36

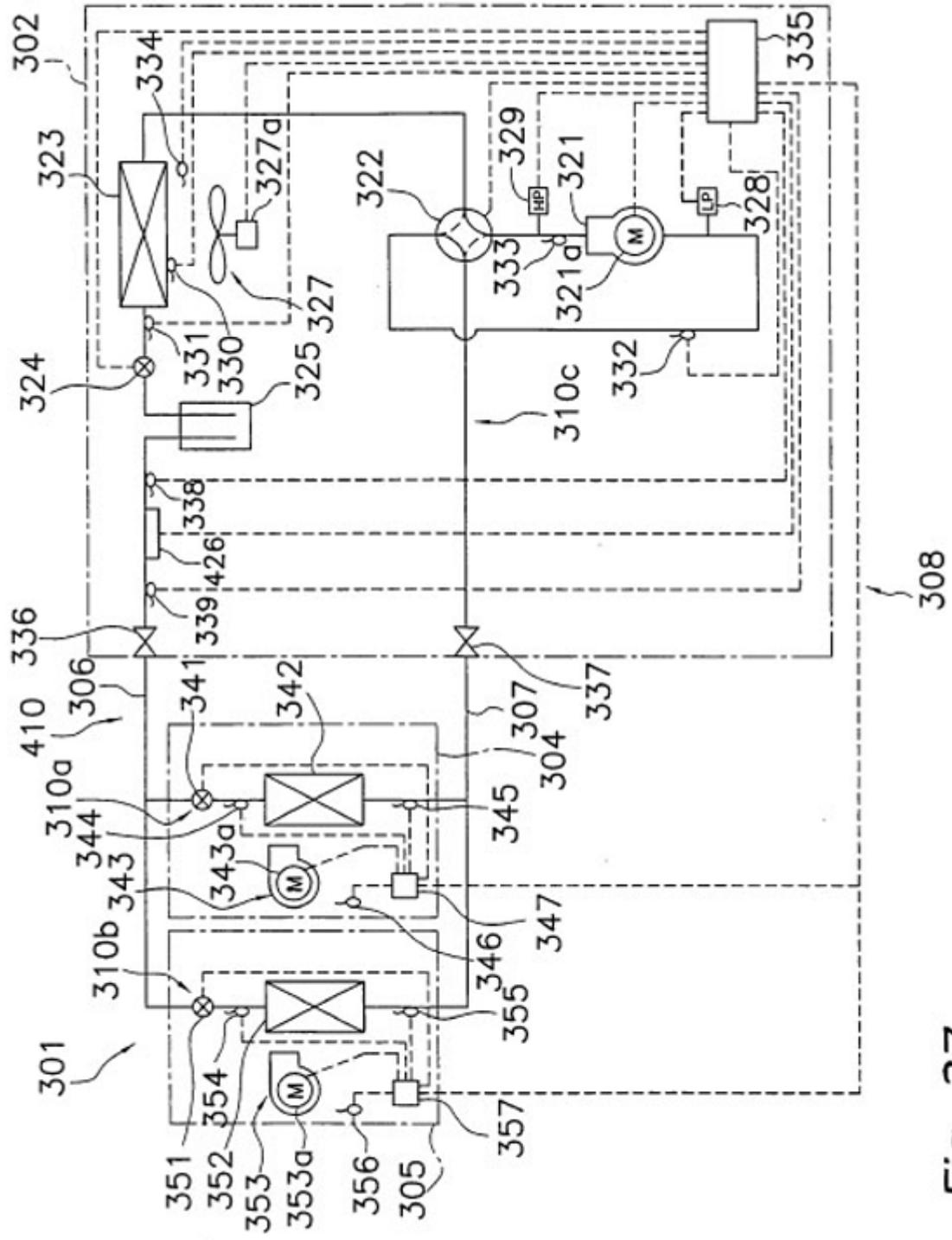


Fig. 37

Fig. 38

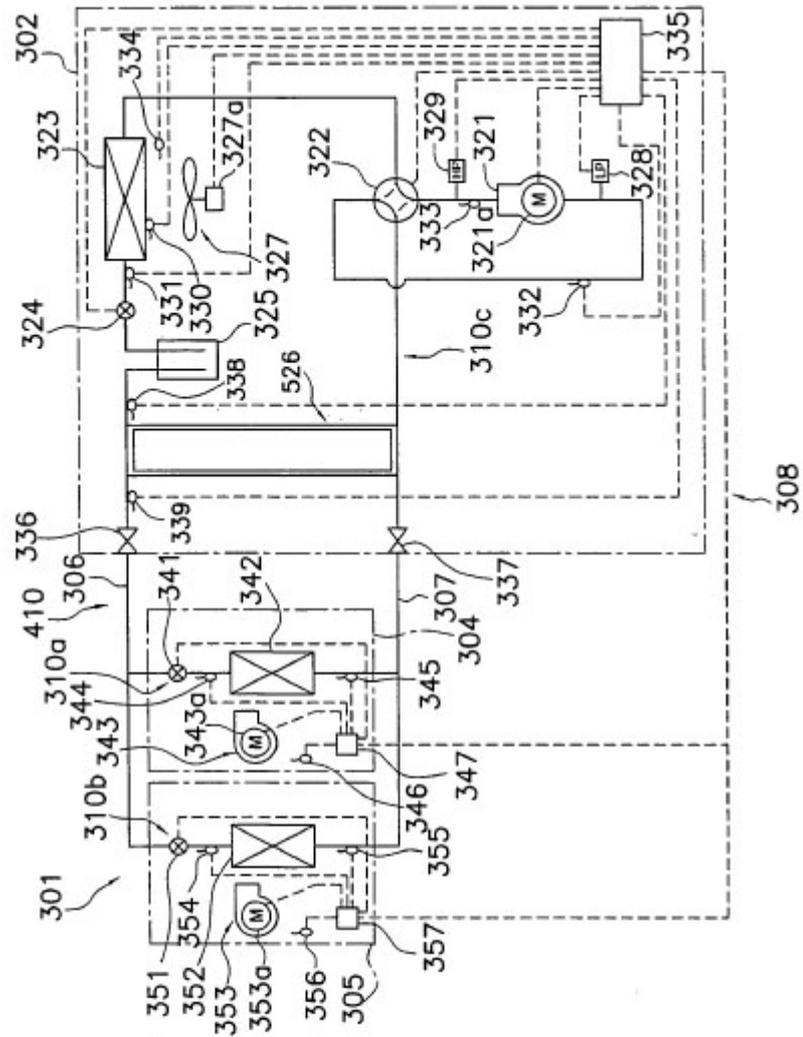


Fig. 39

