

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 427**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 6/02 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 39/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2008 PCT/JP2008/050418**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2008 WO08093538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2008 E 08703279 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2144018**

54 Título: **Aparato de refrigeración**

30 Prioridad:

31.01.2007 JP 2007020413

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

22.02.2019

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:

**KAWANO, SATOSHI y
MATSUOKA, SHINYA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 701 427 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de refrigeración

Campo técnico

5 La presente invención hace referencia a un aparato de refrigeración que incluye una unidad de fuente de calor y una unidad de utilización.

Antecedentes

Los aparatos de refrigeración que incluyen una unidad de fuente de calor y una unidad de utilización han sido conocidos convencionalmente. La unidad de fuente de calor y la unidad de utilización están conectadas a través de tubos de conexión. El documento de patente 1 da a conocer un ejemplo de un aparato de refrigeración de este tipo.

10 Específicamente, el documento de patente 1 da a conocer un acondicionador de aire que incluye una unidad de exterior, una primera unidad de interior y una segunda unidad de interior. En este acondicionador de aire, la unidad de exterior está colocada en el tejado de un edificio, la primera unidad de interior está colocada en un nivel más bajo que la unidad de exterior y la segunda unidad de interior está colocada en un nivel más bajo que la primera unidad de interior. La unidad de exterior incluye un circuito de exterior, y cada una de las unidades de interior incluye una
15 unidad de interior. Los circuitos de interior están conectados en paralelo al circuito de exterior a través de un tubo de conexión de líquido y un tubo de conexión de gas. La unidad de exterior incluye un compresor, un intercambiador de calor de exterior, una válvula de expansión de exterior, un receptor, etc. Cada uno de los circuitos de interior incluye una válvula de expansión de interior y un intercambiador de calor de interior.

20 Además, el documento de patente 2 hace referencia a un dispositivo de refrigeración provisto de una pluralidad de intercambiadores de calor del lado del usuario, válvulas de control del lado del usuario, un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor y medios de control del lado del usuario para ajustar y abrir las válvulas de control del lado del usuario con el fin de mantener constante el grado de sobreenfriamiento en un lado de salida de los intercambiadores de calor del lado del usuario durante la operación de disipación de calor.

25 Adicionalmente, el documento de patente 3 hace referencia a un acondicionador de aire, en el que la cantidad de refrigerante suministrado a los intercambiadores de calor de interior es controlada de acuerdo con los grados de apertura de las válvulas de expansión eléctrica de interior y con las temperaturas de sobrecalentamiento de los intercambiadores de calor de interior.

Documento de patente 1: Publicación de patente japonesa publicada Nº 2002-147878

Documento de patente 2: JP 3 279 325 B

30 Documento de patente 3: EP 1 655 553 A2

Descripción de la invención

Problema que la invención debe resolver

35 En el aparato de refrigeración de este tipo, hay algunos casos en los que la unidad de utilización no se puede colocar en relación con la unidad de fuente de calor debido a ciertas limitaciones, tales como una diferencia de altura entre una posición de colocación de la unidad de fuente de calor y una posición de colocación de la unidad de utilización, una longitud del tubo que conecta la unidad de fuente de calor y la unidad de utilización, etc. Es decir, en algunos casos, la unidad de utilización no se puede colocar debido a las limitaciones impuestas por las condiciones de colocación.

40 Por ejemplo, cuando existe una diferencia de altura relativamente grande entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor y la posición de colocación de la unidad de utilización, la altura de una cabecera de un refrigerante líquido en el tubo de conexión de líquido aumenta, y la presión del refrigerante líquido ejercida sobre un extremo de líquido del circuito de utilización por la altura de la cabecera aumenta (en lo sucesivo, presión de la cabecera de líquido).

45 En un aparato de refrigeración para realizar una operación de enfriamiento, la presión de la cabecera de líquido es ejercida sobre una entrada del circuito de utilización a través del cual fluye un refrigerante a alta presión. Por lo tanto, cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor y la posición de colocación de la unidad de utilización es mayor, la presión ejercida sobre una válvula de expansión del lado de utilización dispuesta a la entrada del circuito de utilización es mayor. A la vista de esto, en el aparato de refrigeración para realizar la operación de enfriamiento, se establece un valor del límite superior para la diferencia de altura entre
50 la posición de colocación de la unidad de fuente de calor y la posición de colocación de la unidad de utilización, con el fin de evitar un excesivo aumento de la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización, y con el fin de evitar la rotura de la válvula de expansión del lado de utilización.

Además, en un aparato de refrigeración para realizar una operación de calentamiento, la presión de la cabecera de líquido es ejercida sobre una salida del circuito de utilización. Por lo tanto, cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor y la posición de colocación de la unidad de utilización es relativamente mayor, la diferencia entre la presión a la entrada y la presión a la salida del circuito de utilización disminuye. Con la diferencia entre la presión de entrada y la presión de salida del circuito de utilización, y cuando hay múltiples circuitos de utilización, una cantidad de refrigerante puede llegar a ser insuficiente en la unidad de utilización a la cual es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación. Como resultado, la unidad de utilización puede fallar al entregar su capacidad de manera suficiente. La unidad de utilización en la que es relativamente menos probable que el refrigerante fluya debido a sus condiciones de colocación puede ser, por ejemplo, una unidad de utilización colocada en un nivel inferior, y recibe una presión elevada en la cabecera de líquido, y una unidad de utilización conectada a la unidad de fuente de calor a través de un tubo largo, lo que aumenta la pérdida de presión.

Por lo tanto, en el aparato de refrigeración para realizar la operación de calentamiento, se establece un valor del límite superior para la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor y la posición de colocación de la unidad de utilización, de tal manera que ninguna de las unidades de utilización falle en entregar la capacidad.

A la vista del punto anterior, se desarrolló la presente invención. La presente invención está dirigida al aparato de refrigeración que incluye la unidad de fuente de calor y la unidad de utilización, y tiene como objetivo reducir las limitaciones impuestas por las condiciones de colocación sobre cómo está colocada la unidad de utilización.

20 Medios de resolver el problema

El primer aspecto de la invención está dirigido a un aparato de refrigeración (20) que incluye: una unidad de fuente de calor (64) que tiene un circuito de fuente de calor (14) que conecta un compresor (26), un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) y una válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36); y una unidad de utilización (61) que tiene un circuito de utilización (11) que conecta un intercambiador de calor del lado de utilización (41) y una válvula de expansión del lado de utilización (51), estando conectados el circuito de fuente de calor (14) y el circuito de utilización (11) para proporcionar un circuito de refrigerante (10) para realizar la operación de enfriamiento haciendo circular un refrigerante de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un condensador, y el intercambiador de calor del lado de utilización (41) funcione como un evaporador, y el intercambiador de calor del lado de utilización (41) funcione como un evaporador. En el aparato de refrigeración (20), la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) y la válvula de expansión del lado de utilización (51) en el circuito de refrigerante (10) están conectadas a través de un tubo de conexión de líquido (15), la unidad de utilización (61) está colocada en un nivel más bajo que la unidad de fuente de calor (64), y el aparato de refrigeración incluye un medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor (53) para controlar un grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento utilizando un valor de control objetivo para la operación de enfriamiento determinada en base a una diferencia de altura entre una posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de la unidad de utilización (61), para que la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de enfriamiento sea igual o inferior a un valor de presión de referencia predeterminado, o

un medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor (58) para establecer un valor del límite superior de un grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento en base a una diferencia de altura entre una posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de la unidad de utilización (61), de tal manera que la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) sea igual o inferior al valor de presión de referencia predeterminado en la operación de enfriamiento.

Según un segundo aspecto de la invención relacionado con el primer aspecto de la invención, el medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor (53) controla el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento para que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se mantenga en un valor de pérdida objetivo determinado como un valor de control objetivo de la pérdida de presión en la operación de enfriamiento.

Según un tercer aspecto de la invención relacionado con el primer o segundo aspecto de la invención, están dispuestas varias de la unidad de utilización (61), y están conectadas en paralelo a la unidad de fuente de calor (64), y el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se determina en base a una diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de una de las unidades de utilización (61) colocadas en el nivel más bajo.

Según un cuarto aspecto de la invención relacionado con el tercer aspecto de la invención, el aparato de refrigeración está configurado para realizar selectivamente la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento para hacer circular el refrigerante de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un evaporador, y los intercambiadores de calor del lado de utilización (41) funcionen

como condensadores en el circuito de refrigerante (10), y un medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización (38, 54) está dispuesto para realizar, cuando una unidad de utilización (61) de baja cantidad en la que una cantidad de refrigerante cae por debajo de una cantidad de refrigerante necesaria para entregar la capacidad de la unidad de utilización (61) se encuentra entre las múltiples de la unidad de utilización (61) en la operación de calentamiento, reduciendo la apertura de la válvula la operación de reducir un grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) de baja cantidad.

Según un quinto aspecto de la invención relacionado con el primer aspecto de la invención, están dispuestas varias de la unidad de utilización (61), y están conectadas en paralelo a la unidad de fuente de calor (64), y el medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor (58) establece un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento en base a una diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de una de las unidades de utilización (61) colocadas en el nivel más bajo.

Según un sexto aspecto de la invención relacionado con el quinto aspecto de la invención, el aparato de refrigeración incluye únicamente el medio de ajuste de límite superior del lado de la fuente de calor (58), el aparato de refrigeración está configurado para realizar selectivamente la operación de enfriamiento y la operación de calentamiento de hacer circular el refrigerante de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un evaporador, y los intercambiadores de calor del lado de utilización (41) funcionen como condensadores en el circuito de refrigerante (10), y un medio de ajuste del límite superior en el lado de utilización (59) está dispuesto para ajustar un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de calentamiento para la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

-Ventajas-

De acuerdo con el primer aspecto de la invención, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se controla de tal manera que la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de enfriamiento sea igual o inferior al valor de presión de referencia predeterminado. Por ejemplo, cuando existe una diferencia de altura relativamente grande entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61), la presión de la cabecera de líquido en la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) aumenta. En este caso, en comparación con el caso en el que la diferencia de altura es pequeña, es más probable que aumente la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51), y el riesgo de rotura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) aumenta. Para hacer frente a esto, de acuerdo con el primer aspecto de la invención, por ejemplo, cuando la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) se aproxima al valor de la presión de referencia predeterminado, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se reduce de tal manera que la presión no excede el valor de referencia predeterminado, lo que aumenta la pérdida de presión del refrigerante sobre la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36). A saber, según el primer aspecto de la invención, cuando la diferencia de altura es grande, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) es ajustado para ajustar la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51), con el fin de que el aparato de refrigeración pueda hacer frente al estado en el que la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) aumenta en la operación de enfriamiento.

Además, el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se determina en base a la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) (en lo sucesivo en el presente documento, denominada diferencia de altura de colocación). Es decir, puesto que la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre el extremo de líquido del circuito de utilización (11) de la unidad de utilización (61) se obtiene a partir de la diferencia de altura de colocación, el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se puede determinar en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido. A continuación, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento es ajustado utilizando el valor de control objetivo.

Según el segundo aspecto de la invención, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) es ajustado de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se mantenga en el valor de pérdida objetivo. Cuando la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) es grande, la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) se reduce, lo que es preferible con vistas a la protección de la válvula de expansión del lado de utilización (51). Sin embargo, cuando la pérdida de presión es grande, la cantidad de refrigerante en circulación se reduce, y la capacidad y la eficiencia del aparato de refrigeración (20) se reducen. Según el tercer aspecto de la invención, para proteger la válvula de expansión de interior (51), la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión exterior (36) es mantenida en el valor de pérdida objetivo, de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) no se incremente más de lo necesario.

Según el tercer aspecto de la invención, el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se determina en base a la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo. Es decir, el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se determina en base a la diferencia de altura entre la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo, sobre la que se ejerce la presión de la cabecera de líquido más alta, y la unidad de fuente de calor (64).

Según el cuarto aspecto de la invención, el medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización (38, 54) realiza la operación de reducción de apertura de la válvula cuando la unidad de utilización (61) de baja cantidad en la que la cantidad de refrigerante cae por debajo de la cantidad de refrigerante necesario para entregar la capacidad de la unidad de utilización (61) se encuentra entre los múltiples de la unidad de utilización (61) en la operación de calentamiento. En la operación de reducción de apertura de la válvula, el medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización (38, 54) reduce el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) de baja cantidad.

Por ejemplo, cuando existe una diferencia de altura relativamente grande entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64), tal como se ha descrito anteriormente, la cantidad de refrigerante puede llegar a ser insuficiente en la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación, y la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación puede convertirse en la unidad de utilización de baja cantidad. Incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) no es tan grande, o incluso cuando la unidad de utilización (61) y la unidad de fuente de calor (64) están colocadas al mismo nivel, y si una de las unidades de utilización (61) está conectada a la unidad de fuente de calor (64) a través de un tubo considerablemente largo en comparación con la otra unidad de utilización (61), la cantidad de refrigerante puede faltar en la unidad de utilización (61), y la unidad de utilización (61) puede convertirse en la unidad de utilización de baja cantidad.

Para hacer frente a esto, según el cuarto aspecto de la invención, se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula para reducir el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) de baja cantidad. Como resultado de la operación de reducción de apertura de la válvula, es menos probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) para la que se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula y, por lo tanto, es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) de baja cantidad.

Según el primer aspecto de la invención, el medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor (58) ajusta el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento. El valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se configura en base a la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61). Es decir, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se configura en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61).

Según el quinto aspecto de la invención, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento se establece según la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo. Es decir, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento se configura en base a la diferencia de altura entre la unidad de utilización (61) y la unidad de fuente de calor (64), con lo que se maximiza la presión de la cabecera de líquido.

Según el sexto aspecto de la invención, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de calentamiento se establece para la unidad de utilización (61) excepto para la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

Por ejemplo, cuando existe una diferencia de altura relativamente grande entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64), tal como se describió anteriormente, entre la pluralidad de unidades de utilización (61), la unidad de utilización (61) colocada en un nivel más bajo sobre la cual se ejerce una mayor presión de la cabecera de líquido, y la unidad de utilización (61) conectada a la unidad de fuente de calor (64) a través de un tubo largo que aumenta la pérdida de presión puede convertirse en la unidad de utilización (61) en la cual es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación. Incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) y la posición de colocación entre la unidad de fuente de calor (64) no es tan grande, o incluso cuando la unidad de utilización (61) y la unidad de fuente de calor (64) están colocadas al mismo nivel, y si una de las unidades de utilización (61) está conectada a la unidad de fuente de calor (64) a través

de un tubo considerablemente largo en comparación con la otra unidad de utilización (61), puede convertirse en la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

5 Según el sexto aspecto de la invención, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de calentamiento es establecido para la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) en la cual es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación. Es decir, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación, está limitado a ser igual o inferior al valor
10 predeterminado, que es más pequeño que el grado de apertura de la válvula completamente abierta. Por lo tanto, es menos probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) para la cual se establece el valor del límite superior, y, por lo tanto, es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) hacia la cual es relativamente menos probable que el refrigerante fluya debido a sus condiciones de colocación.

Efecto de la invención

15 Según los aspectos primero a cuarto de la invención, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) es ajustado para ajustar la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51), de tal manera que el aparato de refrigeración pueda hacer frente al estado en el que la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) aumenta en la operación de enfriamiento cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de
20 utilización (61) es grande. Esta estructura permite aumentar la presión de la cabecera de líquido en comparación con un aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la presión ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) en respuesta a la diferencia de altura. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) puede ser aumentada en comparación con el aparato convencional. Esto puede reducir las limitaciones impuestas por las
25 condiciones de colocación sobre cómo está colocada la unidad de utilización (61).

Según el primer aspecto de la invención, la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre el extremo de líquido del circuito de utilización (11) de la unidad de utilización (61) en la operación de enfriamiento se determina a partir de la diferencia de altura de colocación, y el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento se configura en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido para controlar el grado de
30 apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36). Específicamente, a partir de la diferencia de la altura de colocación, se determina si la presión del refrigerante que fluye a través de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61) será tan alta que pueda romper la válvula de expansión del lado de utilización (51). Por lo tanto, incluso si la unidad de utilización (61) no cuenta con un sensor de presión para detectar la presión del refrigerante que fluye a través de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la
35 unidad de utilización (61), la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) se puede mantener igual o menor que el valor de presión de referencia predeterminado. Por lo tanto, la estructura del aparato de refrigeración (20) se puede simplificar.

Según el segundo aspecto de la invención, para proteger la válvula de expansión del lado de utilización (51), la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se mantiene en el
40 valor de pérdida objetivo, de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) no se aumenta más de lo necesario. Esto permite proteger la válvula de expansión del lado de utilización (51) con fiabilidad, y evitar el desaprovechamiento de la capacidad y la eficiencia del aparato de refrigeración (20).

Según el cuarto aspecto de la invención, la operación de reducción de apertura de la válvula se realiza cuando la
45 unidad de utilización (61) de baja cantidad se encuentra entre la pluralidad de unidades de utilización (61) en la operación de calentamiento. En ese caso, es menos probable que el refrigerante fluya hacia las unidades de utilización (61) para las cuales se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula y, por lo tanto, es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) de baja cantidad.

Por lo tanto, por ejemplo, incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de
50 utilización (61) colocada en el nivel más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) es relativamente grande, se puede evitar la falta de refrigerante en la unidad de utilización (61) hacia la cual es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) se puede ampliar en comparación con el aparato de refrigeración convencional, que
55 no puede ajustar la facilidad de flujo del refrigerante hacia la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

Incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) no es tan grande, o incluso cuando la unidad de utilización (61) y la unidad de fuente de calor (64) están colocadas al mismo nivel, y si una de las unidades de utilización (61) está

conectada a la unidad de fuente de calor (64) a través de un tubo considerablemente largo en comparación con la otra unidad de utilización (61), se puede evitar la falta de refrigerante en la unidad de utilización (61) conectada a través del tubo largo. Por lo tanto, la longitud del tubo que conecta la unidad de fuente de calor (64) a la unidad de utilización (61) puede ser aumentada en comparación con el aparato de refrigeración convencional, que no puede
5 ajustar la facilidad de flujo del refrigerante hacia la unidad de utilización (61) conectada a través del tubo largo.

La estructura descrita anteriormente puede reducir las limitaciones impuestas por las condiciones de colocación sobre cómo está colocada la unidad de utilización (61).

Según los aspectos primero a sexto de la invención, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) se configura en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61). Por ejemplo, incluso cuando la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) está completamente abierta en la operación de enfriamiento, el aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido, establece el valor del límite superior para la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61), con el fin de evitar un excesivo aumento de la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51), y para evitar la rotura de la válvula de expansión del lado de utilización (51). Según los aspectos primero a sexto de la invención, por otra parte, el valor del límite superior se establece para la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) para hacer frente al estado en el que el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) alcanza el valor del límite superior en la operación de enfriamiento, es decir, el estado en el que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) es mayor que en el caso convencional. En comparación con el caso convencional, esto permite aumentar la presión de la cabecera de líquido y permite aumentar la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61). Esto puede reducir las limitaciones impuestas por las condiciones de colocación sobre cómo se está colocada la unidad de utilización (61).
10
15
20
25

Según el sexto aspecto de la invención, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de calentamiento se establece para la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación, de tal manera que es menos probable que el refrigerante fluya hacia la primera unidad de utilización (61). De esta manera, es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de utilización (61) hacia la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.
30

Esta estructura permite evitar la falta de refrigerante en la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación, incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) colocada en el nivel más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) es relativamente grande. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de la unidad de utilización (61) puede ser aumentada en comparación con el aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la facilidad de flujo del refrigerante en la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.
35
40

Incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de utilización (61) y la posición de colocación entre la unidad de fuente de calor (64) no es tan grande, o incluso cuando la unidad de utilización (61) y la unidad de fuente de calor (64) están colocadas al mismo nivel, y si una de las unidades de utilización (61) está conectada a la unidad de fuente de calor (64) a través de un tubo considerablemente largo en comparación con la otra unidad de utilización (61), la falta de refrigerante se puede evitar en la unidad de utilización (61) conectada a través del tubo largo, lo que afecta relativamente a la facilidad de flujo del refrigerante. Por lo tanto, la longitud del tubo que conecta la unidad de fuente de calor (64) y la unidad de utilización (61) puede ser aumentada en comparación con el aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la facilidad de flujo del refrigerante hacia la unidad de utilización (61) conectada a través del tubo largo.
45

Por lo tanto, la estructura descrita anteriormente puede reducir las limitaciones impuestas por las condiciones de colocación sobre cómo está colocada la unidad de utilización (61).
50

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de un acondicionador de aire según la realización 1.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una sección de control de exterior del acondicionador de aire según la realización 1.
55

La figura 3 es un gráfico que ilustra la relación entre el grado de apertura de una válvula de expansión de interior del acondicionador de aire según la realización 1 y un valor de alta presión objetivo.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un mecanismo de la sección de control de exterior del acondicionador de aire según la realización 1 durante la operación de enfriamiento.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un mecanismo de la sección de control de exterior y una sección de control de interior del acondicionador de aire según la realización 1 durante la operación de calentamiento.

- 5 La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra una sección de control de interior de un acondicionador de aire según la realización 2.

Descripción de caracteres

- 10 Circuito de refrigerante
- 11 Circuito de interior (circuito de utilización)
- 10 14 Circuito de exterior (circuito de fuente de calor)
- 20 Acondicionador de aire (aparato de refrigeración)
- 26 Compresor
- 36 Válvula de expansión de exterior (válvula de expansión del lado de la fuente de calor)
- 38 Sección de control de interior (medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización)
- 15 41 Intercambiador de calor de interior (intercambiador de calor del lado de utilización)
- 44 Intercambiador de calor de exterior (intercambiador de calor del lado de la fuente de calor)
- 51 Válvula de expansión de interior (válvula de expansión del lado de utilización)
- 52 Sección de control del volumen operativo (medio de control del volumen operativo)
- 20 53 Sección de control de apertura de la válvula de exterior (medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor)
- 54 Sección de control de interior (medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización)
- 58 Sección de ajuste del límite superior de exterior (medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor)
- 59 Sección de ajuste del límite superior de interior (medio de ajuste del límite superior del lado de utilización)
- 25 61 Unidad de interior (unidad de utilización)
- 64 Unidad de exterior (unidad de fuente de calor)

Mejor modo para llevar a cabo la invención

A continuación, en el presente documento, se describirán en detalle realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

- 30 [Realización 1]

A continuación, se describirá la realización 1 de la presente invención. La realización 1 está dirigida a un acondicionador de aire (20) formado por un aparato de refrigeración de la presente invención. Este acondicionador de aire (20) está configurado para poder seleccionar la operación de enfriamiento del aire (operación de enfriamiento) y la operación de calentamiento del aire (operación de calentamiento).

- 35 (Estructura completa del acondicionador de aire)

- 40 Tal como se muestra en la figura 1, el acondicionador de aire (20) de la realización 1 incluye una unidad de exterior (64) y cuatro unidades de interior (61a, 61b, 61c, 61d). La unidad de exterior (64) como unidad de fuente de calor está colocada en el techo de un edificio. Una primera unidad de interior (61a), una segunda unidad de interior (61b), una tercera unidad de interior (61c) y una cuarta unidad de interior (61d) están colocadas en niveles más bajos que la unidad de exterior (64). La primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b) están colocadas en el mismo piso, y la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d) están colocadas en el mismo piso. La primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b) están colocadas en un piso más bajo que la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d). La primera unidad de interior

(61a) y la segunda unidad de interior (61b) son unidades de utilización colocadas en el nivel más bajo. El número de la unidad de interior (61) mencionada anteriormente es simplemente un ejemplo.

5 El acondicionador de aire (20) incluye un circuito de refrigerante (10) lleno de un refrigerante. El circuito de refrigerante (10) se forma conectando un circuito de exterior (14) incluido en la unidad de exterior (64) a circuitos de interior (11a, 11b, 11c, 11d) incluidos en las unidades de interior (61a, 61b, 61c, 61d) a través de un tubo de conexión de líquido (15) y de un tubo de conexión de gas (16). El circuito de exterior (14) constituye un circuito de fuente de calor, y las unidades de interior (11) constituyen circuitos de utilización, respectivamente.

10 Específicamente, los circuitos de interior (11) están conectados en paralelo al circuito de exterior (14). Un extremo del tubo de conexión de líquido (15) está conectado a una válvula de cierre de líquido (17) del circuito de exterior (14), y el otro extremo se ramifica en cuatro para conectarse a los extremos de líquido de los circuitos de interior (11), respectivamente. Un extremo del tubo de conexión de gas (16) está conectado a una válvula de cierre de gas (18) del circuito de exterior (14), y el otro extremo se ramifica en cuatro para conectarse a los extremos de gas de los circuitos de interior (11), respectivamente. El circuito de refrigerante (10) hace circular el refrigerante en su interior para realizar un ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

15 [Estructura del circuito de exterior]

Al circuito de exterior (14), están conectados un compresor (26), un intercambiador de calor de exterior (44), una válvula de expansión de exterior (36) y una válvula de conmutación de cuatro vías (25). La unidad de exterior (64) incluye un ventilador de exterior (no mostrado) para enviar aire del exterior al intercambiador de calor de exterior (44).

20 El compresor (26) está configurado como, por ejemplo, un compresor de desplazamiento (scroll, en inglés), hermético, de alta presión en forma de cúpula. La energía es alimentada al compresor (26) por medio de un inversor. El compresor (26) está configurado para poder variar un volumen operativo entre múltiples niveles, cambiando la frecuencia de salida de un inversor para cambiar la velocidad de rotación de un motor. El compresor (26) está conectado a un primer puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25) en un lado de descarga, y está
25 conectado a un tercer puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25) en un lado de aspiración.

30 El intercambiador de calor de exterior (44) que sirve como un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor está configurado como un intercambiador de calor de aletas y tubos, del tipo de aletas cruzadas. En el intercambiador de calor de exterior (44), el aire del exterior enviado por el ventilador de exterior y el refrigerante intercambian calor. Un extremo del intercambiador de calor de exterior (44) está conectado a un segundo puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25), y el otro extremo está conectado a la válvula de cierre de líquido (17). El cuarto puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25) está conectado a la válvula de cierre de gas (18).

35 Una válvula de expansión de exterior (36) que sirve como válvula de expansión del lado de la fuente de calor está dispuesta entre la válvula de cierre de líquido (17) y el intercambiador de calor de exterior (44). La válvula de expansión de exterior (36) es una válvula de expansión accionada por motor que tiene un cuerpo de válvula accionado por un motor de impulsos. La válvula de expansión de exterior (36) se cierra completamente cuando se introduce un número de impulsos de 0, y se abre completamente cuando se introduce un número de impulsos de 500.

40 La válvula de conmutación de cuatro vías (25) está configurada para poder cambiar entre un estado (un primer estado indicado por una línea continua en la figura 1) en el que el primer puerto y el segundo puerto se comunican entre sí, y el tercer puerto y el cuarto puerto se comunican entre sí, y un estado (un segundo estado indicado por una línea discontinua en la figura 1) en el que el primer puerto y el cuarto puerto se comunican entre sí, y el segundo puerto y el tercer puerto se comunican entre sí.

45 Un sensor de presión de descarga (23) para detectar la presión del refrigerante descargado desde el compresor (26) y un sensor de temperatura de descarga (22) para detectar la temperatura del refrigerante descargado desde el compresor (26) están dispuestos entre el lado de descarga del compresor (26) y el primer puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25). Un sensor de presión de aspiración (33) para detectar la presión del refrigerante aspirado en el compresor (26), y un sensor de temperatura de aspiración (32) para detectar la temperatura del refrigerante aspirado en el compresor (26) están dispuestos entre el lado de aspiración del compresor (26) y el tercer puerto de la válvula de conmutación de cuatro vías (25).

50 [Estructura del circuito de interior]

Cada uno de los circuitos de interior (11a, 11b, 11c, 11d) incluye un intercambiador de calor de interior (41a, 41b, 41c, 41d) y una válvula de expansión de interior (51a, 51b, 51c, 51d) dispuestos en este orden desde el extremo de gas. Cada una de las unidades de interior (61) está provista de un ventilador de interior (no mostrado) para enviar aire del interior al intercambiador de calor de interior (41).

55 El intercambiador de calor de interior (41) que sirve como intercambiador de calor del lado de utilización está configurado como un intercambiador de calor de aletas y tubos del tipo de aletas cruzadas. En el intercambiador de

calor de interior (41), el aire del interior enviado por el ventilador de interior y el refrigerante intercambian calor. Una válvula de expansión de interior (51) que funciona como una válvula de expansión del lado de utilización es una válvula de expansión accionada por motor que tiene un cuerpo de válvula accionado por un motor de impulsos. La válvula de expansión de interior (51) se cierra completamente cuando se introduce un número de impulsos de 0, y se abre completamente cuando se introduce un número de impulsos de 500.

Cada una de las unidades de interior (61) está provisto de dos sensores de temperatura para detectar la temperatura del refrigerante. Un sensor de temperatura de gas (45a, 45b, 45c, 45d) está dispuesto en el extremo de gas del circuito de interior (11) para detectar la temperatura del refrigerante que fluye entre el extremo de gas del circuito de interior (11) y el intercambiador de calor de interior (41). Un sensor de temperatura del líquido (46a, 46b, 46c, 46d) está dispuesto en el extremo de líquido del circuito de interior (11) para detectar la temperatura del refrigerante que fluye entre la válvula de expansión de interior (51) y el intercambiador de calor de interior (41).

[Estructura de la sección de control]

El acondicionador de aire (20) de la realización 1 incluye una sección de entrada de diferencia de altura (60), una sección de control de exterior (37) y secciones de control de interior (38a, 38b, 38c, 38d). La sección de entrada de diferencia de altura (60) y la sección de control de exterior (37) están dispuestas en la unidad de exterior (64). Las secciones de control de interior (38) están dispuestas en las unidades de interior (61), respectivamente. Cada una de las secciones de control de interior (38) está conectada a la sección de control de exterior (37).

La sección de control de exterior (37) incluye, tal como se muestra en la figura 2, una sección de control del volumen operativo (52), una sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) y una sección de control de interior (54). La sección de control del volumen operativo (52) está configurada como un medio de control del volumen operativo. La sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) está configurada como un medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor. La sección de control de interior (54) y la sección de control de interior (38) están configuradas como un medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización.

La sección de entrada de diferencia de altura (60) está configurada para poder introducir una diferencia de altura máxima (ΔH), que es una diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de las unidades de interior (61a, 61b) colocadas en el piso más bajo. La diferencia de altura máxima (ΔH) es introducida, por ejemplo, por un trabajador que instaló el acondicionador de aire (20). La sección de entrada de diferencia de altura (60) envía la diferencia de altura máxima de entrada (ΔH) a la sección de control de exterior (37). Además de la diferencia de altura máxima (ΔH), la sección de control de exterior (37) también recibe valores detectados por el sensor de presión de descarga (23), el sensor de presión de aspiración (33), el sensor de temperatura de descarga (22) y el sensor de temperatura de aspiración (32).

La sección de control del volumen operativo (52) está configurada para controlar un volumen operativo del compresor (26). Específicamente, la sección de control del volumen operativo (52) establece un valor inicial de un valor de baja presión objetivo, que es un valor objetivo de la presión del refrigerante aspirado en el compresor (26) en la operación de enfriamiento del aire, y establece un valor inicial de un valor de alta presión objetivo, que es un valor objetivo de la presión del refrigerante descargado desde el compresor (26) en la operación de calentamiento del aire. La sección de control del volumen operativo (52) controla el volumen operativo del compresor (26) de tal manera que el valor detectado por el sensor de presión de aspiración (33) sea igual al valor de baja presión objetivo en la operación de enfriamiento del aire, y que el valor detectado por el sensor de presión de descarga (23) sea igual al valor de baja presión objetivo en la operación de calentamiento del aire.

La sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) está configurada para establecer un valor de pérdida objetivo (L), que es un valor objetivo de una pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire, en base a la diferencia de altura máxima (ΔH). La sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) está configurada para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) se mantenga en el valor de pérdida objetivo (L) en la operación de enfriamiento del aire. El valor de pérdida objetivo (L) se establece, por ejemplo, mediante la siguiente expresión 1.

$$\text{Expresión 1: } L = (\Delta H - X) \times \gamma$$

En la expresión 1, X indica la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61), con la que la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) no excede una presión de diseño o una presión límite superior dentro de un rango de aplicación de diseño de la válvula de expansión de interior (51), incluso cuando la válvula de expansión de exterior (36) esté siempre completamente abierta en la operación de enfriamiento del aire (por ejemplo, $X = 50$ m). El valor de diseño o la presión límite superior dentro de un rango de aplicación de diseño de la válvula de expansión de interior (51) es un valor predeterminado de la presión de referencia. El valor de pérdida objetivo (L) se establece más alto cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es mayor. Cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es menor que X m, el valor de pérdida objetivo L se configura en 0. El símbolo γ representa una densidad del refrigerante de una sola fase líquida.

El valor de pérdida objetivo (L) se determina con referencia al estado en el que la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) es X m. El valor de pérdida objetivo (L) es igual a un incremento de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre las unidades de interior (61a, 61b) en el piso más bajo en relación con la presión de la cabecera de líquido cuando la diferencia de altura antes descrita es X m. Por lo tanto, incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de las unidades de interior (61a, 61b) en el piso más bajo excede X m, la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51a, 51b) es casi igual a la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) cuando la diferencia de altura es X m, siempre que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) se mantenga en el valor de pérdida objetivo (L) en la operación de enfriamiento del aire. Por lo tanto, la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51a, 51b) se mantiene igual o más baja que el valor predeterminado de la presión de referencia, es decir, el valor de diseño o el valor de presión límite superior dentro de un rango de aplicación de diseño de la válvula de expansión de interior (51a, 51b).

La sección de control de interior (54) está configurada para realizar una operación de detección de unidad de baja cantidad y una operación de control de interior en la operación de calentamiento del aire. La operación de detección de unidades de baja cantidad consiste en encontrar, entre las cuatro unidades de interior (61), una unidad de interior de baja cantidad (61) en la que una cantidad de refrigerante cae por debajo de la cantidad necesaria para entregar la capacidad de calentamiento del aire. La unidad de interior de baja cantidad (61) no puede suministrar la capacidad de calentamiento del aire necesaria en respuesta a la temperatura de interior y la temperatura establecida.

La sección de control de interior (54) recibe información sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) de la sección de control de interior (38) de cada una de las unidades de interior (61). La información sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) es introducida cada vez que se varía el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en cada una de las unidades de interior (61). La sección de control de interior (54) controla el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) de cada una de las unidades de interior (61) en base a la información sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Cuando se encuentra la unidad de interior (61) en la que la válvula de expansión de interior (51) está completamente abierta (el grado de apertura corresponde a un impulso de 500), la unidad de interior (61) se considera la unidad de interior de baja cantidad (61). La sección de control de interior (54) puede estar configurada para determinar la unidad de interior (61) en la que el grado de apertura de la válvula es igual o superior a un valor predeterminado más pequeño que el grado de apertura de la válvula totalmente abierta (por ejemplo, un pulso de 450).

Una vez encontrada la unidad de interior de baja cantidad (61), la sección de control de interior (54) realiza la operación de control de interior. En la operación de control de interior, la sección de control de interior (54) envía una señal de variación del grado de sobreenfriamiento a las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior de baja cantidad (61), para ordenarles que varíen un valor de un grado de sobreenfriamiento objetivo a un valor mayor. Cuando ya no existe la unidad de interior de baja cantidad (61), la sección de control de interior (54) envía una señal de reinicio del grado de sobreenfriamiento a las unidades de interior (61) a las que se ha enviado la señal de variación del grado de sobreenfriamiento para ordenarles que restablezcan el grado de sobreenfriamiento objetivo a un valor inicial.

La sección de control de interior (38) está configurada para ajustar el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Específicamente, la sección de control de interior (38) establece de antemano un valor inicial de un grado objetivo de sobrecalentamiento en la operación de enfriamiento del aire (por ejemplo, 5°C), y un valor inicial de un grado de sobreenfriamiento objetivo en la operación de calentamiento del aire (por ejemplo, 5°C). A la sección de control de interior (38), se introduce un valor detectado por el sensor de temperatura del gas (45) y un valor detectado por el sensor de temperatura del líquido (46), y también se introduce un valor detectado por el sensor de presión de descarga (23) de la unidad de exterior (64). En la operación de enfriamiento del aire, la sección de control de interior (38) calcula el grado de sobrecalentamiento del refrigerante descargado desde el intercambiador de calor de interior (41) en base a los valores detectados del sensor de temperatura del gas (45) y del sensor de temperatura del líquido (46). A continuación, la sección de control de interior (38) ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51), por ejemplo, el control PID, de tal manera que el grado de sobrecalentamiento calculado se aproxime al grado de sobrecalentamiento objetivo. En la operación de calentamiento del aire, la sección de control de interior (38) calcula el grado de sobreenfriamiento del refrigerante descargado desde el intercambiador de calor de interior (41) en base a los valores detectados del sensor de presión de descarga (23) y del sensor de temperatura del líquido (46). A continuación, la sección de control de interior (38) ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51), por ejemplo, mediante el control PID, de tal manera que el grado de sobreenfriamiento calculado se aproxime al grado de sobreenfriamiento objetivo.

La sección de control de interior (38) está configurada para realizar una operación de variación del grado de sobreenfriamiento cuando recibe la señal de variación del grado de sobreenfriamiento de la sección de control de interior (54). En la operación de variación del grado de sobreenfriamiento, el grado de sobreenfriamiento objetivo es variado en un valor mayor que el valor inicial (por ejemplo, 8°C). Cuando la sección de control de interior (38) ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) de tal manera que el grado de sobreenfriamiento del

refrigerante descargado desde el intercambiador de calor de interior (41) se aproxime al grado deseado de sobreenfriamiento objetivo, el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) se reduce gradualmente. La operación de control de interior de la sección de control de interior (54) y la operación de variación del grado de sobreenfriamiento de la sección de control de interior (38) constituyen una operación de reducción de apertura de la válvula. La sección de control de interior (38) está configurada para llevar a cabo la operación de restablecer el grado de sobreenfriamiento objetivo al valor inicial cuando recibe la señal de restablecimiento del grado de sobreenfriamiento de la sección de control de interior (54).

En el acondicionador de aire (20), la sección de control del volumen operativo (52) aumenta el volumen operativo del compresor (26) en la operación de reducción de apertura de la válvula. Específicamente, la sección de control de interior (54) envía la señal de variación del grado de sobreenfriamiento a las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior de baja cantidad (61), y simultáneamente, envía una señal de aumento de alta presión a la sección de control de volumen operativo (52). Tras la recepción de la señal de aumento de alta presión, la sección de control del volumen operativo (52) recibe la información sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) desde la sección de control de interior (38) de la unidad de interior (61) en la que el grado de sobreenfriamiento objetivo ha sido variado. A continuación, se varía el valor de baja presión objetivo, en base a la expresión obtenida mediante la representación matemática de la gráfica de la figura 3 que ilustra la relación entre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) y el valor de baja presión objetivo. De acuerdo con la expresión, en base al grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) inmediatamente antes de variar el grado de sobreenfriamiento objetivo y el valor inicial del valor de baja presión objetivo, se determina un valor objetivo de alta presión variado a partir de grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) después de variar el grado de sobreenfriamiento objetivo. En la unidad de interior (61) en la que ha sido variado el grado de sobreenfriamiento objetivo, se reduce el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Por lo tanto, el valor de baja presión objetivo es variado a un valor mayor, y el volumen operativo del compresor (26) aumenta. Si el grado de sobreenfriamiento objetivo ha sido variado en dos o más unidades de interior (61), en la expresión se utiliza un valor promedio del grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51).

Si la diferencia de altura entre la posición de colocación de la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b) en el piso más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) es relativamente grande, la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre una salida de la primera unidad de interior (61a) y una salida de la segunda unidad de interior (61b) aumenta, y la diferencia entre la presión a la entrada y la presión a la salida disminuye en la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b). En este caso, es menos probable que el refrigerante fluya hacia la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b), y la cantidad de refrigerante en las mismas puede caer por debajo de la cantidad necesaria para entregar su capacidad de calentamiento del aire. Es decir, la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b) pueden convertirse posiblemente en unidades de interior de baja cantidad.

Por ejemplo, cuando se determina que tanto la primera unidad de interior (61a) como la segunda unidad de interior (61b) son las unidades de interior de baja cantidad (61a, 61b), se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula para reducir el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en cada una de la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d). Como resultado, es menos probable que el refrigerante fluya hacia la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d), y, por lo tanto, es más probable que el refrigerante fluya hacia la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b).

Cuando una de la primera unidad de interior (61a) y la segunda unidad de interior (61b), por ejemplo, la primera unidad de interior (61a), se considera la unidad de interior de baja cantidad (61a, 61b), se realiza la operación de reducción de la apertura de la válvula con el fin de reducir el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en cada una de la segunda unidad de interior (61b), la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d). Como resultado, es menos probable que el refrigerante fluya hacia la segunda unidad de interior (61b), la tercera unidad de interior (61c) y la cuarta unidad de interior (61d), y, por lo tanto, es más probable que el refrigerante fluya hacia la primera unidad de interior (61a).

En este caso, es probable que la segunda unidad de interior (61b) caiga por debajo de la cantidad de refrigerante, incluso si no se determina que es la unidad de interior de baja cantidad. Por lo tanto, se puede realizar la operación de reducción de apertura de la válvula con el fin de no reducir el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) de la segunda unidad de interior (61b). En esta operación de reducción de apertura de la válvula, la sección de control de interior (54) envía la señal de variación del grado de sobreenfriamiento solo a la tercera unidad de interior (61c) y a la cuarta unidad de interior (61d).

-Mecanismo de operación-

A continuación, se describirá un mecanismo de operación del acondicionador de aire (20) de la realización 1. En el acondicionador de aire (20), la válvula de conmutación de cuatro vías (25) implementa la conmutación entre la operación de enfriamiento del aire y la operación de calentamiento del aire.

[Operación de enfriamiento del aire]

En la operación de enfriamiento del aire, la válvula de conmutación de cuatro vías (25) se configura en el primer estado indicado por la línea continua en la figura 1. Cuando el compresor (26) es accionado en este estado, el circuito de refrigerante (10) realiza un ciclo de refrigeración en el que el intercambiador de calor de exterior (44) funciona como un condensador, y los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b) funcionan como evaporadores.

Específicamente, cuando se acciona el compresor (26), el refrigerante descargado desde el compresor (26) fluye hacia el intercambiador de calor de exterior (44), y disipa el calor en el aire del exterior para condensarse. La presión del refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior (44) es reducido por la válvula de expansión de exterior (36), y es distribuido a los circuitos de interior (11a, 11b), respectivamente. La presión de los flujos del refrigerante en los circuitos de interior (11a, 11b) es reducida por las válvulas de expansión de interior (51a, 51b), y estos entran en los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b), respectivamente. En los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b), los flujos del refrigerante absorben el calor del aire de interior para evaporarse. En este momento, el aire de interior refrigerado por los flujos de refrigerante es suministrado a la habitación. Los flujos del refrigerante evaporado en los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b) se unen en el tubo de conexión de gas (16), y el flujo de refrigerante unido entra en el circuito de exterior (14), es aspirado por el compresor (26) y es descargado nuevamente.

En el acondicionador de aire (20) de la realización 1, la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) verifica la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) cada cierto período en la operación de enfriamiento del aire. Cuando la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) no es igual al valor de pérdida objetivo (L), la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) para que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) sea igual al valor de pérdida objetivo (L).

Específicamente, la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) calcula la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (10) en la etapa 1 (ST1), tal como se muestra en la figura 4. La cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (10) se puede calcular, por ejemplo, dividiendo la potencia de entrada al compresor (26) por unidad de tiempo por la diferencia entre la entalpía del refrigerante descargado calculada a partir de los valores de sensor de presión de descarga (23) y el sensor de temperatura de descarga (22) y la entalpía del refrigerante aspirado calculados a partir de los valores del sensor de presión de aspiración (33) y del sensor de temperatura de aspiración (32).

A continuación, la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) calcula, en la etapa 2 (ST2), la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) en ese momento, utilizando la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (10) calculada en la etapa 1 (ST1), y el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en ese momento. La pérdida de presión del refrigerante es mayor a medida que aumenta la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (10), y es menor a medida que disminuye el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36).

La sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) compara, en la etapa 3 (ST3), el valor de pérdida objetivo (L) calculado por la expresión 1 y la pérdida de presión calculada en la etapa 2 (ST2). Cuando la pérdida de presión del refrigerante calculada en la etapa 2 (ST2) es mayor que el valor de pérdida objetivo (L) en la etapa 4 (ST4), la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) reduce el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) sea igual al valor de pérdida objetivo (L). Cuando la pérdida de presión del refrigerante calculada en la etapa 2 (ST2) es menor que el valor de pérdida objetivo (L), la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36), de tal manera que la presión de la pérdida del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) sea igual al valor de pérdida objetivo (L).

En el acondicionador de aire (20), cuando se varía el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36), el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) se ajusta de tal manera que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante en la salida del circuito de interior (11) se mantenga constante. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante (10) no ha variado demasiado. Por ejemplo, cuando se reduce el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36), la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante (10) se reduce temporalmente, lo que aumenta el grado de sobrecalentamiento del refrigerante a la salida del circuito de interior (11). Cuando aumenta el grado de sobrecalentamiento del refrigerante a la salida del circuito de interior (11), aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Esto aumenta la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante (10). Por lo tanto, la cantidad de refrigerante en el circuito de refrigerante (10) no varía mucho en comparación con la cantidad antes de cambiar el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36).

[Operación de calentamiento del aire]

En la operación de calentamiento del aire, la válvula de conmutación de cuatro vías (25) se configura en el segundo estado indicado por la línea discontinua en la figura 1. Cuando el compresor (26) es accionado en este estado, el

circuito de refrigerante (10) realiza un ciclo de refrigeración en el cual los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b) funcionan como condensadores, y el intercambiador de calor de exterior (44) funciona como un evaporador.

5 Específicamente, cuando se acciona el compresor (26), el refrigerante que se descarga del compresor (26) fluye hacia los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b) y disipa calor en el aire de interior para condensarse. En este momento, el aire de interior calentado por el refrigerante es suministrado a la habitación. Los flujos de refrigerante condensado en los intercambiadores de calor de interior (41a, 41b) se unen entre sí en el tubo de conexión de líquido (15), y el flujo de refrigerante unido entra en el circuito de exterior (14). La presión del refrigerante que fluye al circuito de exterior (14) es reducida por la válvula de expansión de exterior (36) y, a continuación, fluye hacia el intercambiador de calor de exterior (44). En el intercambiador de calor de exterior (44), el refrigerante que fluye absorbe el calor del aire del exterior para evaporarse. El refrigerante evaporado en el intercambiador de calor de exterior (44) es aspirado en el compresor (26) y descargado nuevamente.

10 En el acondicionador de aire (20) de la realización 1, cuando se detecta la unidad de interior de baja cantidad (61) en la operación de calentamiento del aire, el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de cada una de las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior de baja cantidad (61) disminuye, y simultáneamente, el volumen operativo del compresor (26) aumenta.

15 Específicamente, la sección de control de interior (54) realiza la operación de detección de unidades de baja cantidad en la etapa 1 (ST1) mostrada en la figura 5. La operación de detección de unidades de baja cantidad se realiza cada vez que la sección de control de interior (38) de cada una de las unidades de interior (61) introduce la información sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). En la operación de detección de unidades de baja cantidad, la sección de control de interior (54) verifica si la unidad de interior de baja cantidad (61) en la que está completamente abierta la válvula de expansión de interior (51) existe o no en base a la información de entrada sobre el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Cuando se encuentra la unidad de interior de baja cantidad (61), la sección de control de interior (54) envía una señal de variación del grado de sobreenfriamiento a las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior de baja cantidad (61) en la etapa 2 (ST2), y envía una señal de aumento de alta presión a la sección de control del volumen operativo (52).

20 Tras recibir la señal de variación del grado de sobreenfriamiento, la sección de control de interior (38) realiza la operación de variación del grado de sobreenfriamiento en la etapa 3 (ST3). En la operación de variación del grado de sobreenfriamiento, la sección de control de interior (38) varía el grado de sobreenfriamiento objetivo hacia un valor más alto (por ejemplo, 8°C). Cuando la sección de control de interior (38) ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) después de variar el grado de sobreenfriamiento del objetivo, el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) es más pequeño que el grado de apertura antes de variar el grado de sobreenfriamiento objetivo. Es decir, la operación de variación del grado de sobreenfriamiento reduce el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) de cada una de las unidades de interior (61), excepto la unidad de interior de baja cantidad (61).

30 La sección de control del volumen operativo (52) que recibió la señal de aumento de la alta presión varía el valor de alta presión objetivo en la etapa 4 (ST4). El valor de baja presión objetivo es variado según la expresión obtenida mediante la representación matemática de la gráfica de la figura 3. En la unidad de interior (61) con el grado de sobreenfriamiento objetivo variado, el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) se hace más pequeño que el grado de apertura antes de variar el grado de sobreenfriamiento objetivo. Como resultado, el valor de baja presión objetivo se hace más grande que el valor de baja presión objetivo antes de recibir la señal de aumento de la alta presión. Por lo tanto, cuando la sección de control del volumen operativo (52) ajusta el volumen operativo del compresor (26) en base al valor de alta presión objetivo variado, el volumen operativo del compresor (26) aumenta.

35 Como resultado, aumenta la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante (10) y aumenta la cantidad de refrigerante distribuida a cada una de las unidades de interior (61). Por lo tanto, es menos probable que la cantidad de refrigerante disminuya en la unidad de interior (61) en la que el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) se reduce en la señal de variación del grado de sobreenfriamiento, y la cantidad de refrigerante se mantiene en la unidad de interior de baja cantidad (61).

-Ventajas de la realización 1-

50 Según la realización 1, el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) es ajustado para ajustar la presión ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51), para que el acondicionador de aire pueda hacer frente al estado en el que la presión ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) aumenta en la operación de enfriamiento del aire cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) es grande. Esta estructura permite aumentar la presión de la cabecera de líquido en comparación con un aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la presión ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) en respuesta a la diferencia de altura. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) puede ser aumentada en comparación con los aparatos de refrigeración convencionales.

En la realización 1, la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre el extremo de líquido del circuito de interior (11) de la unidad de interior (61) colocada en el piso más bajo en la operación de enfriamiento del aire es determinada a partir de la diferencia de altura máxima, y el valor de pérdida objetivo para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire es establecido en base a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido. Específicamente, se evalúa la diferencia de altura máxima en cuanto a si la presión del refrigerante que fluye a través de la válvula de expansión de interior (51) de la unidad de interior (61) en el piso más bajo será tan alta que pueda romper la válvula de expansión de interior (51). Por lo tanto, incluso si la unidad de interior (61) no dispone de un sensor de presión para detectar la presión del refrigerante que fluye a través de la válvula de expansión de interior (51) de la unidad de interior (61), la presión del refrigerante ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) se puede mantener igual o más baja que el valor de presión de referencia predeterminado. Por lo tanto, la estructura del acondicionador de aire (20) se puede simplificar.

En la realización 1, para proteger la válvula de expansión de interior (51), la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) es mantenida en el valor de pérdida objetivo, para que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) no se incremente más de lo necesario. Esto permite proteger la válvula de expansión de interior (51) con fiabilidad y evitar el desaprovechamiento de la capacidad y la eficiencia del acondicionador de aire (20) en la operación de enfriamiento del aire.

En la realización 1, la operación de reducción de apertura de la válvula se realiza cuando las unidades de interior (61) de baja cantidad se encuentran entre la pluralidad de las unidades de interior (61) en la operación de calentamiento del aire. Como resultado, es menos probable que el refrigerante fluya hacia las unidades de interior (61) para las cuales se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula, y es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de interior (61) de baja cantidad. Por lo tanto, incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de interior (61) colocada en el piso más bajo y la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) es relativamente grande, la falta de refrigerante se puede evitar en la unidad de interior (61) en el piso más bajo, que posiblemente se convierta en la unidad de interior de baja cantidad. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) se puede ampliar en comparación con un aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la facilidad de flujo del refrigerante hacia la unidad de interior (61) en el piso más bajo.

En la realización 1, en la operación de calentamiento, el volumen operativo del compresor (26) aumenta cuando se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula, a fin de evitar la reducción en la cantidad de refrigerante en la unidad de interior (61) para la cual se realiza la operación de reducción de apertura de la válvula, y para mantener la cantidad de refrigerante en la unidad de interior (61) de baja cantidad. Esto puede facilitar el mantenimiento de una cantidad suficiente de refrigerante en cada una de las unidades de interior (61), y facilitar el suministro de una capacidad suficiente de cada una de las unidades de interior (61).

-Ejemplo modificado de la realización 1-

A continuación, se describe un ejemplo modificado de la realización 1. En este ejemplo modificado, la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) está configurada para ajustar el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36), mientras que controla la presión del refrigerante a la salida de la unidad de exterior (64) en la operación de enfriamiento del aire. Aunque no se muestra, un sensor de presión de líquido está dispuesto entre la válvula de retención de líquido (17) y la válvula de expansión de exterior (36) para detectar la presión del refrigerante líquido que fluye entre ellas.

Específicamente, la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) establece un valor de presión objetivo (P), que es un valor de presión objetivo del refrigerante en la salida de la unidad de exterior (64). El valor de presión objetivo (P) se puede establecer, por ejemplo, mediante la siguiente expresión 3.

$$\text{Expresión 3: } P = A - \Delta H \times \gamma$$

En la expresión 3, A representa un valor ligeramente más pequeño que una presión diseñada o un valor del límite superior dentro de un rango de aplicación diseñado de la válvula de expansión de interior (51). La sección de control de apertura de la válvula de exterior (53) considera el valor detectado por el sensor de presión de líquido como la presión del refrigerante a la salida de la unidad de exterior (64), y compara el valor detectado del sensor de presión de líquido con el valor de presión objetivo (P). Cuando el valor detectado del sensor de presión del líquido es mayor que el valor de presión objetivo (P), el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) es reducido de tal manera que el valor detectado del sensor de presión del líquido sea igual al valor de presión objetivo (P). Cuando el valor detectado del sensor de presión del líquido es más pequeño que el valor de presión objetivo (P), el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) aumenta de tal manera que el valor detectado del sensor de presión del líquido es igual al valor de presión objetivo (P).

Cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es grande, un sensor de temperatura está dispuesto en lugar del sensor de presión de líquido, para detectar la presión del refrigerante a la salida de la unidad de exterior (64) en la operación de calentamiento del aire a partir del valor detectado por el sensor de temperatura. Cuando la diferencia

de altura máxima (ΔH) es grande, el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire se hace relativamente pequeño, y la presión del refrigerante que pasa a través de la válvula de expansión de exterior (36) es reducida hasta que el refrigerante pasa del estado de sobreenfriamiento a una fase de gas líquido. Por lo tanto, la presión del refrigerante puede ser detectada a partir de la temperatura del refrigerante.

5 [Realización 2]

A continuación, se describirá la realización 2 de la presente invención. En un acondicionador de aire (20) de la realización 2, tal como se muestra en la figura 6, la sección de control de exterior (37) incluye una sección de ajuste de límite superior de exterior (58) en lugar de la sección de control de apertura de la válvula de exterior (53), y una sección de ajuste del límite superior de interior (59) en lugar de la sección de control de interior (54). La sección de ajuste del límite superior de exterior (58) constituye un medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor. La sección de ajuste del límite superior de interior (59) constituye un medio de ajuste del límite superior del lado de utilización.

Específicamente, la sección de ajuste del límite superior de exterior (58) está configurada para establecer un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire en base a la diferencia de altura máxima (ΔH), que es la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la primera y la segunda unidad de interior (61a, 61b) en el piso más bajo. El valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) es un valor más pequeño que el grado de apertura de la válvula completamente abierta. Por ejemplo, el valor del límite superior se establece más pequeño cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es mayor, de tal manera que la presión ejercida en las válvulas de expansión de interior (51a, 51b) de la primera y la segunda unidad de interior (61a, 61b) no exceda la presión diseñada o la presión límite superior dentro del rango de aplicación diseñado, incluso cuando el volumen operativo del compresor (26) es el máximo.

Por ejemplo, cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es de 70 m, la sección de ajuste del límite superior de exterior (58) establece el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en un impulso de 400. Cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es 90 m, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) se configura en un impulso de 300. Con el valor del límite superior establecido de este modo, el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire es controlado dentro de un rango que no exceda el valor del límite superior.

Cuando la diferencia de altura máxima entre la unidad de exterior (64) y la unidad de interior (61) es relativamente grande, la sección de ajuste del límite superior de interior (59) está configurada para establecer el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en la operación de calentamiento para las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

Específicamente, la sección de ajuste del límite superior de interior (59), cuando la pluralidad de unidades de interior (61) están colocadas en diferentes niveles, tal como se muestra en la figura 1, la unidad de interior (61) en el piso más bajo se considera como la unidad de interior en la que el refrigerante es relativamente menos probable que fluya debido a sus condiciones de colocación. Cuando la pluralidad de unidades de interior (61) están colocadas al mismo nivel, al menos una de las unidades de interior (61) conectadas a la unidad de exterior (64) a través de un tubo largo es considerada la unidad de interior en la que el refrigerante es relativamente menos probable que fluya debido a sus condiciones de colocación.

La sección de ajuste del límite superior de interior (59) establece el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en la operación de calentamiento en cada una de las unidades de interior (61) excepto para la unidad de interior (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación, por ejemplo, en base a la diferencia de altura máxima. El valor del límite superior es más pequeño que el grado de apertura de la válvula completamente abierta.

Por ejemplo, cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es de 70 m, la sección de ajuste del límite superior de interior (59) establece el límite superior del grado de apertura a un impulso de 400. Cuando la diferencia de altura máxima (ΔH) es de 90 m, el límite superior del grado de apertura se establece en un impulso de 300. Con el valor del límite superior establecido de este modo, el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en la operación de calentamiento es controlado dentro de un rango que no excede el valor del límite superior.

-Ventajas de la realización 2-

En la realización 2, el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) se establece en respuesta a la magnitud de la presión de la cabecera de líquido ejercida sobre la válvula de expansión de interior (51) de la unidad de interior (61) en el piso más bajo. En un acondicionador de aire convencional que no puede establecer el valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en respuesta a la presión de la cabecera de líquido, por ejemplo, el valor del límite superior de la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61)

se determina con el fin de evitar un excesivo aumento de la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión de interior (51), y para evitar la rotura de la válvula de expansión de interior (51), incluso cuando la válvula de expansión de exterior (36) está completamente abierta en la operación de enfriamiento del aire. En la realización 2, por otra parte, el valor del límite superior de la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) se determina para hacer frente al estado en el que el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) alcanza el valor del límite superior en la operación de enfriamiento del aire, es decir, el estado en el que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) es mayor que en el caso convencional. En comparación con el caso convencional, esto permite aumentar la presión de la cabecera de líquido y permite aumentar la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61).

En la realización 2, cuando existe una diferencia de altura relativamente grande entre la posición de colocación de la unidad de interior (61) en el piso más bajo y la posición de colocación de la unidad de exterior (64), un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) en la operación de calentamiento está configurado para las unidades de interior (61), excepto para la unidad de interior (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación. Por lo tanto, es menos probable que el refrigerante fluya hacia las unidades de interior (61) para las que se establece el valor del límite superior, y es más probable que el refrigerante fluya hacia la unidad de interior (61) hacia la cual es relativamente menos probable que el refrigerante fluya debido a sus condiciones de colocación. Por lo tanto, la falta de refrigerante en la unidad de interior (61) en el piso más bajo puede evitarse incluso cuando la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de interior (61) en el piso más bajo y la posición de colocación de la unidad de exterior (64) es relativamente grande. Por lo tanto, la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) se puede ampliar en comparación con el aparato de refrigeración convencional, que no puede ajustar la facilidad del flujo de refrigerante hacia la unidad de interior (61) en el piso más bajo.

[Otras realizaciones]

Las realizaciones descritas anteriormente pueden ser modificadas tal como se describe a continuación.

En las realizaciones descritas anteriormente, el acondicionador de aire (20) está configurado de tal manera que la diferencia de altura máxima (ΔH), que es la diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de exterior (64) y la posición de colocación de la unidad de interior (61) en el piso más bajo, es introducida por un trabajador o similar. Sin embargo, el acondicionador de aire (20) puede ser configurado para poder reconocer automáticamente la máxima diferencia de altura (ΔH).

En las realizaciones descritas anteriormente, pueden estar dispuestas una pluralidad de unidades de exterior (64). En el acondicionador de aire (20) de la realización 1, el grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) de cada una de las unidades de exterior (64) en la operación de enfriamiento del aire se controla de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión de exterior (36) es mantenida en el valor de pérdida objetivo (L). En el acondicionador de aire (20) de la realización 2, se establece un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión de exterior (36) en la operación de enfriamiento del aire en base a la diferencia de altura máxima (ΔH).

En la realización 1, la sección de control de interior (54) puede evaluar si la unidad de interior (61) es o no la unidad de interior de baja cantidad, en base al grado de sobreenfriamiento del refrigerante descargado desde la unidad de interior (61), además de la información sobre los grados de apertura de la válvula de expansión de interior (51). Por ejemplo, incluso cuando el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) es igual o superior al valor predeterminado, la sección de control de interior (54) no determina que cada una de las unidades de interior (61) es la unidad de interior de baja cantidad siempre que el grado de sobreenfriamiento sea igual o superior al grado de sobreenfriamiento deseado. Cuando se determina la unidad de interior en la que el grado de apertura de la válvula de expansión de interior (51) es igual o mayor que el valor predeterminado, y el grado de sobreenfriamiento está por debajo del grado de sobreenfriamiento objetivo, la unidad de interior es reconocida como la unidad de interior de baja cantidad.

Las realizaciones anteriores se describen simplemente como realizaciones de naturaleza preferida, y no pretenden limitar el alcance, las aplicaciones y la utilización de la invención.

Aplicabilidad industrial

Tal como se describió anteriormente, la presente invención es de utilidad para un aparato de refrigeración que incluye una unidad de fuente de calor y una unidad de utilización.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de refrigeración que comprende:

una unidad de fuente de calor (64) que comprende un circuito de fuente de calor (14) que conecta un compresor (26), un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) y una válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36); y

una unidad de utilización (61) que comprende un circuito de utilización (11) que conecta un intercambiador de calor del lado de utilización (41) y una válvula de expansión del lado de utilización (51); estando conectados el circuito de fuente de calor (14) y el circuito de utilización (11) para proporcionar un circuito de refrigerante (10) para realizar la operación de enfriamiento haciendo circular un refrigerante de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un condensador, y el intercambiador de calor del lado de utilización (41) funcione como un evaporador, en el que

la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) y la válvula de expansión del lado de utilización (51) en el circuito de refrigerante (10) están conectadas a través de un tubo de conexión de líquido (15), caracterizado por que

la unidad de utilización (61) está colocada en un nivel más bajo que la unidad de fuente de calor (64), y por que

el aparato de refrigeración incluye un medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor (53) para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento utilizando un valor de control objetivo para la operación de enfriamiento determinado en base a una diferencia de altura entre una posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de la unidad de utilización (61), de tal manera que la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de enfriamiento sea igual o inferior a un valor de la presión de referencia predeterminado, o

un medio de ajuste de límite superior del lado de la fuente de calor (58) para establecer un valor del límite superior de un grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento en base a una diferencia de altura entre una posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de la unidad de utilización (61) de tal manera que la presión del refrigerante que fluye hacia la válvula de expansión del lado de utilización (51) sea igual o inferior al valor de la presión de referencia predeterminado en la operación de enfriamiento.

2. El aparato de refrigeración de la reivindicación 1, en el que

el medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor (53) controla el grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento, de tal manera que la pérdida de presión del refrigerante en la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) sea mantenida en un valor de pérdida objetivo determinado como un valor de control objetivo de la pérdida de presión en la operación de enfriamiento.

3. El aparato de refrigeración de la reivindicación 1, en el que

están dispuestas múltiples unidades de la unidad de utilización (61) y están conectadas en paralelo a la unidad de fuente de calor (64), y

el valor de control objetivo para la operación de enfriamiento es determinado en base a una diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y la posición de colocación de una de las unidades de utilización (61) colocada en el nivel más bajo.

4. El aparato de refrigeración de la reivindicación 3, en el que

el aparato de refrigeración incluye solamente el medio de control de apertura de la válvula del lado de la fuente de calor (53),

el aparato de refrigeración está configurado para realizar de manera selectiva la operación de enfriamiento y calentamiento para hacer circular el refrigerante de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un evaporador, y los intercambiadores de calor del lado de utilización (41) funcionen como condensadores en el circuito de refrigerante (10) y

un medio de control de apertura de la válvula del lado de utilización (38, 54) está dispuesto para realizar, cuando una unidad de utilización (61) de baja cantidad en la que una cantidad de refrigerante cae por debajo de una cantidad de refrigerante necesaria para entregar la capacidad de la unidad de utilización (61) se encuentra entre las múltiples unidades de la unidad de utilización (61) en la operación de calentamiento, reduciendo la apertura de la válvula la operación de reducir un grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) de la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) de baja cantidad.

5. El aparato de refrigeración de la reivindicación 1, en el que

están dispuestas múltiples unidades de la unidad de utilización (61), y están conectadas en paralelo a la unidad de fuente de calor (64), y

5 el medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor (58) establece un valor límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de la fuente de calor (36) en la operación de enfriamiento en base a una diferencia de altura entre la posición de colocación de la unidad de fuente de calor (64) y una posición de colocación de una de las unidades de utilización (61) colocada en el nivel más bajo.

6. El aparato de refrigeración de la reivindicación 5, en el que

10 el aparato de refrigeración incluye solamente el medio de ajuste del límite superior del lado de la fuente de calor (58),

el aparato de refrigeración está configurado para realizar selectivamente la operación de enfriamiento y calentamiento de la circulación del refrigerante, de tal manera que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (44) funcione como un evaporador, y los intercambiadores de calor del lado de utilización (41) funcionen como condensadores en el circuito de refrigerante (10), y

15 un medio de ajuste de límite superior del lado de utilización (59) está dispuesto para configurar un valor del límite superior del grado de apertura de la válvula de expansión del lado de utilización (51) en la operación de calentamiento para la unidad de utilización (61), excepto para la unidad de utilización (61) en la que es relativamente menos probable que fluya el refrigerante debido a sus condiciones de colocación.

FIG. 1

20

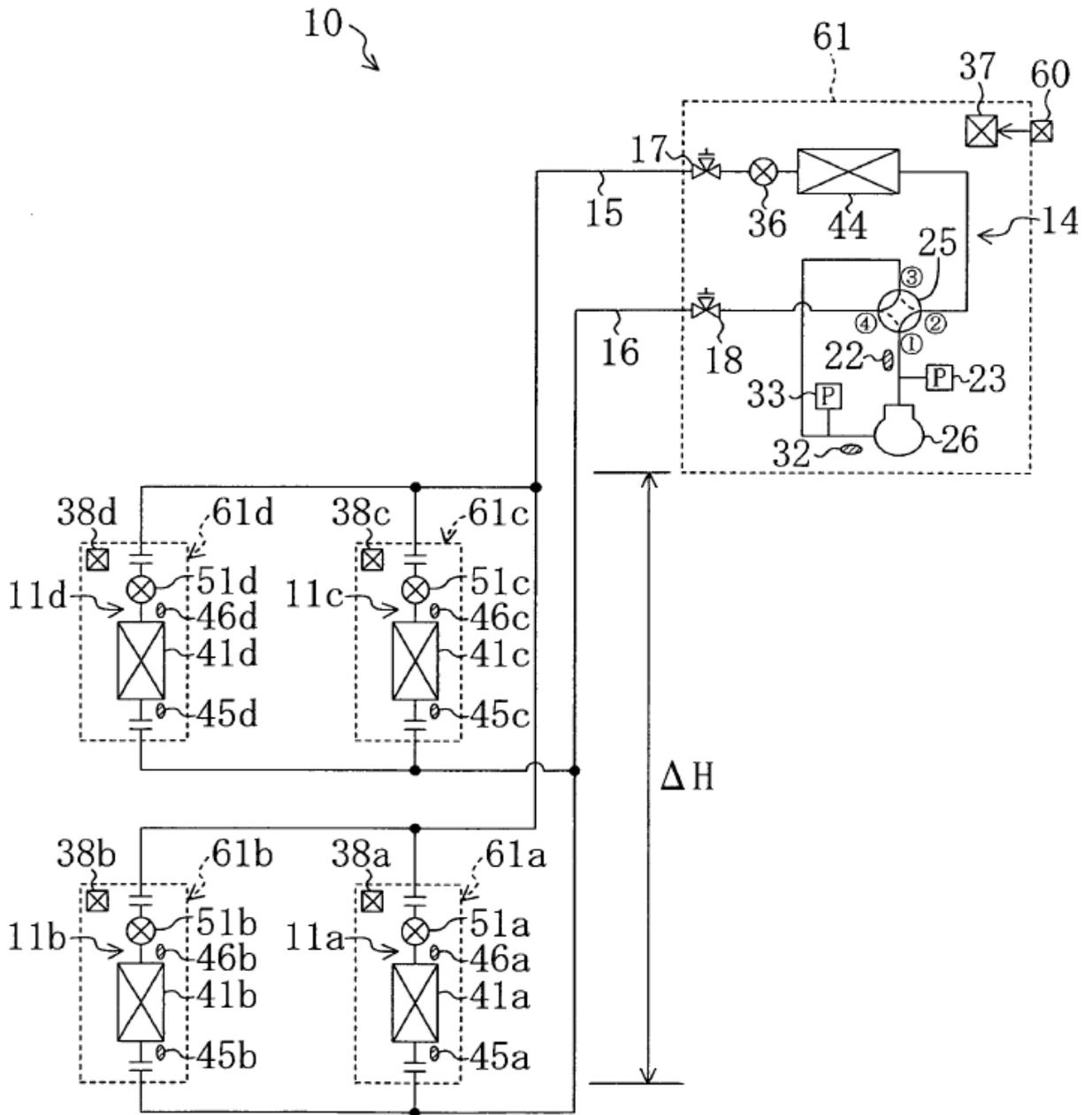


FIG. 2

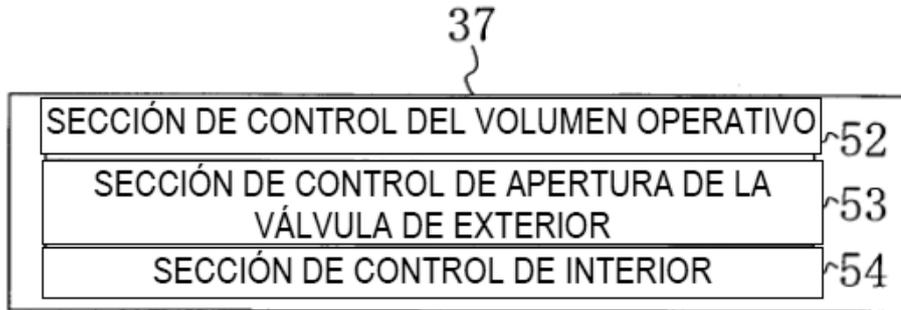


FIG. 3

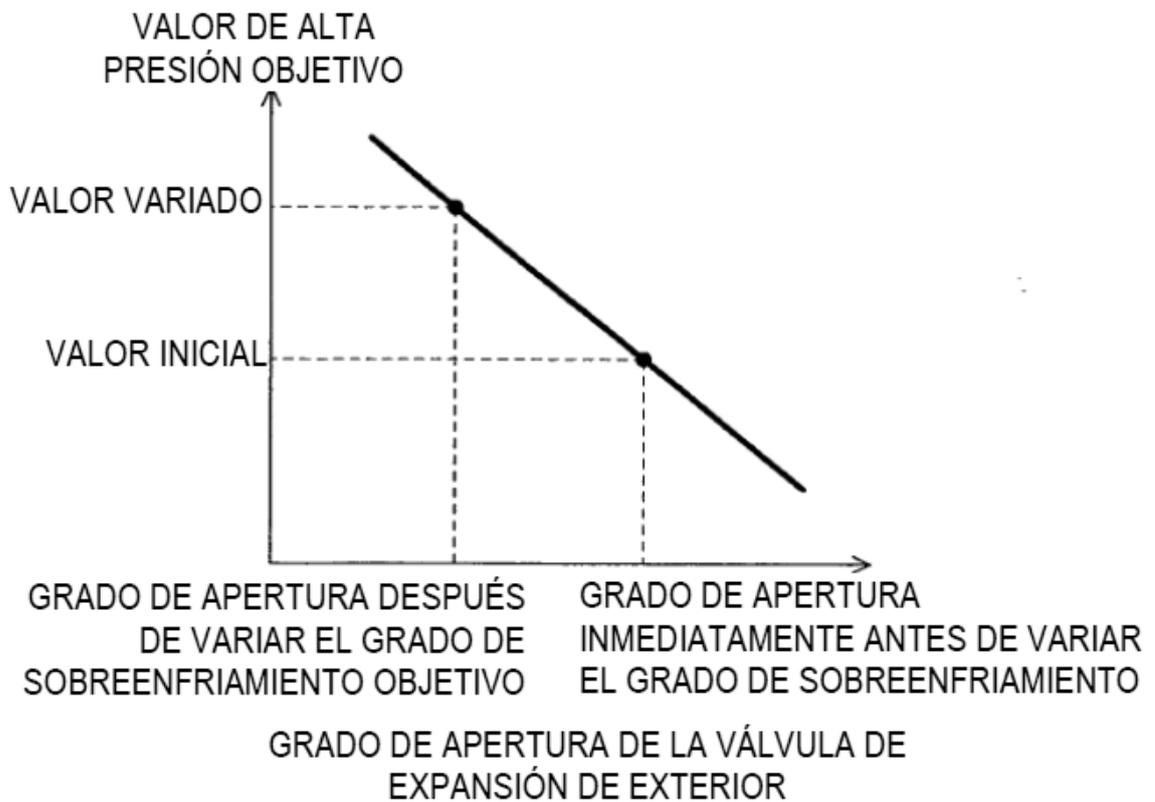


FIG. 4

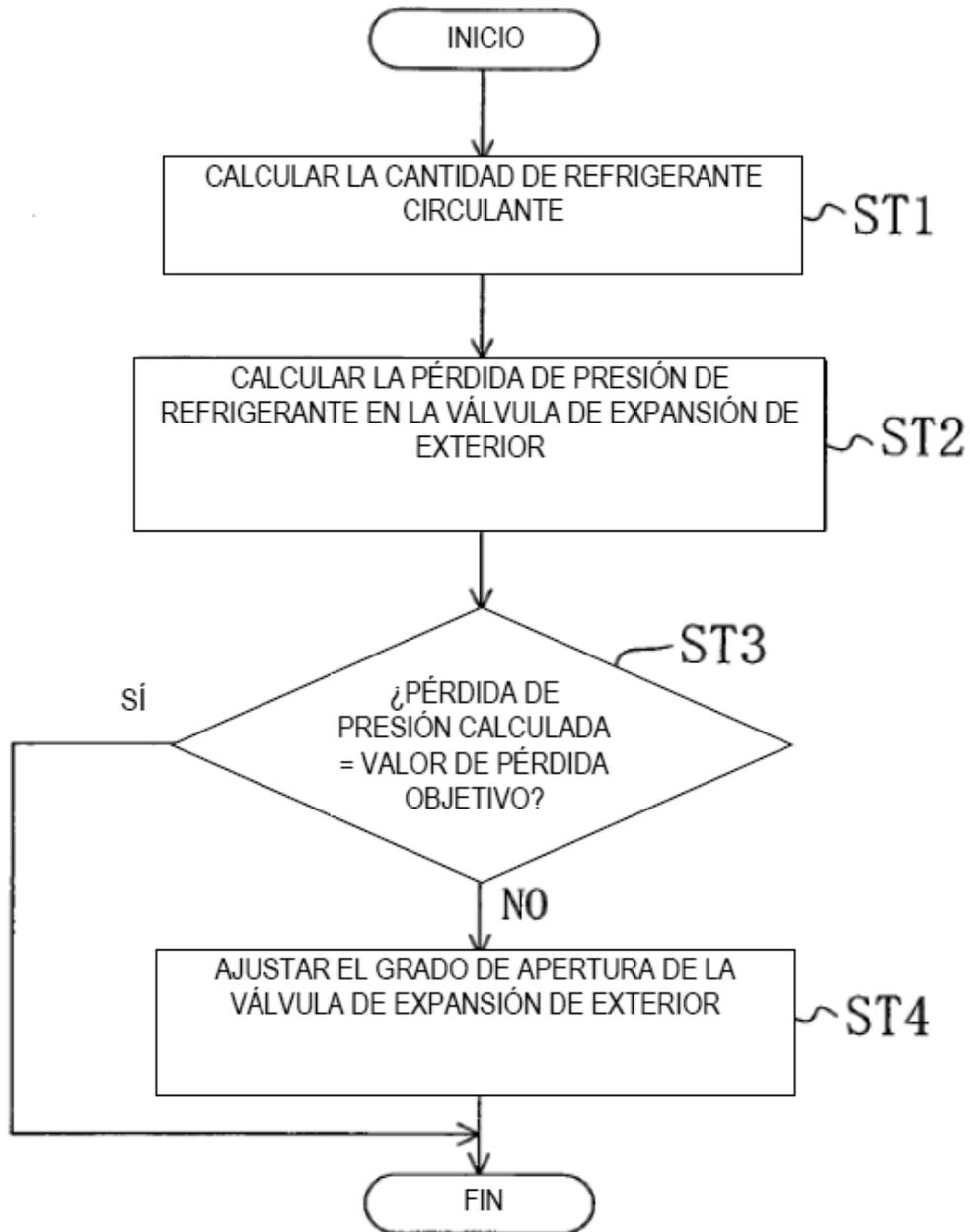


FIG. 5

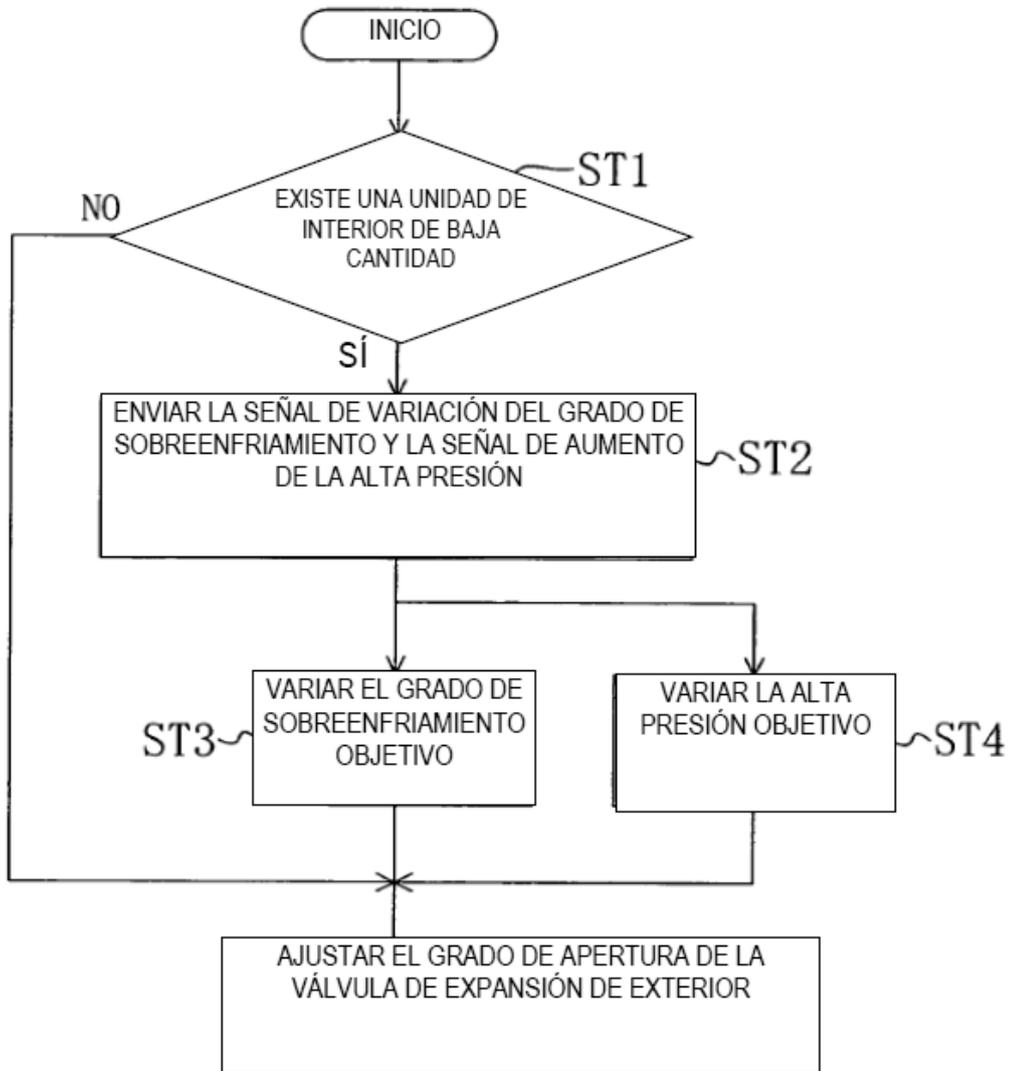


FIG. 6

