

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 727**

51 Int. Cl.:

F24F 11/89 (2008.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015 PCT/JP2015/084431**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16098645**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015 E 15869850 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3236177**

54 Título: **Dispositivo de acondicionamiento de aire**

30 Prioridad:

15.12.2014 JP 2014253258

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2019

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:

**TSUJI, YOSHIYUKI;
HORI, YASUSHI y
TAKAKURA, MARIKO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 702 727 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de acondicionamiento de aire

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un aparato de acondicionamiento de aire que tiene un circuito de refrigerante configurado mediante la conexión de un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior; de tal manera que el aparato de acondicionamiento de aire lleva a cabo una operación de enfriamiento de aire en la que el refrigerante se hace circular secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del intercambiador de calor interior.

Técnica anterior

10 Convencionalmente, ha habido aparatos de acondicionamiento de aire que tienen un circuito de refrigerante configurado mediante la conexión de un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión interior (una válvula de expansión) y un intercambiador de calor interior. Tales aparatos de acondicionamiento de aire incluyen los que llevan a cabo una operación de enfriamiento de aire en la que se hace circular refrigerante secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del
15 intercambiador de calor interior. En tal operación de enfriamiento de aire, se controla el grado de apertura de la válvula de expansión con el fin de regular el caudal de flujo del refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor interior, pero, a fin de ampliar el intervalo para regular el caudal de flujo de refrigerante en este momento, el intervalo para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión es, preferiblemente, ampliado hasta un intervalo de grados de apertura pequeño que es cercano a un cierre completo.

20 En contraposición, existen aparatos de acondicionamiento de aire tales como el que se divulga en el documento JP 2014-66424 A, en los que, cuando el grado de apertura de la válvula de expansión es controlado de tal manera que la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión alcanza una temperatura de objetivo, se determina que la válvula de expansión se encuentra en un estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada), y el grado de apertura de la válvula de expansión se incrementa de manera forzada cuando la temperatura
25 del refrigerante a la salida de la válvula de expansión asciende a pesar de que el grado de apertura de la válvula de expansión se haya reducido con el fin de reducir la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión hasta la temperatura de objetivo. Por otra parte, el documento JP 2002 071188 A divulga un aparato de detección de aporte de medio de calentamiento anormal, cuyo propósito es detectar un aporte de medio de calentamiento anormal durante el funcionamiento de un acondicionador de aire. El documento JP 2002 071188 A
30 divulga un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Compendio de la invención

La técnica para la detección de válvula cerrada del documento antes mencionado JP 2014 66424 A utiliza, como condición para determinar si la válvula de expansión ha alcanzado o no el estado completamente cerrado (estado de
35 válvula cerrada), el cambio de temperatura cuando la válvula de expansión ha alcanzado el estado completamente cerrado, y el hecho de que la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión asciende debido al efecto de la temperatura ambiental. Por lo tanto, cuando la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión es baja, este cambio de temperatura se manifiesta claramente y la detección de válvula cerrada puede llevarse a cabo con precisión. Sin embargo, cuando la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión es elevada, no es probable que este cambio de temperatura se manifieste claramente y, en ocasiones, no
40 es posible realizar la detección de válvula cerrada con precisión. La válvula de expansión llega, con ello, al estado completamente cerrado y el refrigerante deja de fluir al intercambiador de calor interior, con lo que se crea el riesgo de que ya no sea posible llevar a cabo la operación de enfriamiento de aire deseada.

Existen diversas fórmulas de control para controlar el grado de apertura de una válvula de expansión, que no son controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de tal modo que la temperatura del refrigerante a la salida
45 de la válvula de expansión alcance una cierta temperatura de objetivo, tales como controlar el grado de apertura de la válvula de expansión de manera que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior alcance un cierto grado de sobrecalentamiento de objetivo, pero, en cualquier fórmula para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión, mejorar la precisión de la detección de válvula cerrada constituye un objetivo cuando se emplea la misma técnica de detección de válvula cerrada que en el
50 documento JP 2014 66424 A.

Un propósito de la presente invención es permitir que la detección de válvula cerrada de una válvula de expansión se lleve a cabo con precisión en un aparato de acondicionamiento de aire que tiene un circuito de refrigerante configurado por la conexión de un compresor, un intercambiador de calor exterior, la válvula de expansión y un
55 intercambiador de calor interior, de tal manera que el aparato de acondicionamiento de aire lleva a cabo una operación de enfriamiento de aire en la que se hace circular el refrigerante secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del intercambiador de calor interior.

Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un primer aspecto se define en la reivindicación 1. El

aparato de acondicionamiento de aire tiene un circuito de refrigerante configurado mediante la conexión de un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior, y lleva a cabo una operación de enfriamiento de aire secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del intercambiador de calor interior. El aparato de acondicionamiento de aire tiene: un sensor de temperatura del lado de líquido, destinado a detectar la temperatura del refrigerante a la entrada o en una parte intermedia del intercambiador de calor interior, y un sensor de temperatura del lado de gas, destinado a detectar la temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior, de tal manera que los sensores de temperatura están dispuestos en un tramo, o sección, del circuito de refrigerante que se extiende desde la salida de la válvula de expansión hasta la salida del intercambiador de calor interior, y un controlador, configurado para controlar el compresor y la válvula de expansión durante la operación de enfriamiento de aire. Durante la operación de enfriamiento de aire de este aspecto, el controlador controla el grado de apertura de la válvula de expansión de un modo tal, que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante, obtenido restando la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de líquido, de la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de gas, alcanza un grado de sobrecalentamiento de objetivo o pretendido. El aparato de acondicionamiento de aire tiene, adicionalmente, un sensor de presión de toma para detectar la presión del refrigerante en un lado de toma del compresor, y un sensor de temperatura interior para detectar la temperatura del aire en un espacio de acondicionamiento de aire enfriado por el intercambiador de calor, y el controlador determina que la válvula de expansión se encuentra en un estado completamente cerrado cuando las dos temperaturas de refrigerante detectadas por el sensor de temperatura del lado de líquido y por el sensor de temperatura del lado de gas satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada, en relación con una temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión de refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante, y en relación con la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior.

En este aspecto, como se ha descrito anteriormente, la fórmula de control empleada para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión implica que la temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior y la temperatura del refrigerante a la entrada o en una parte intermedia del intercambiador de calor interior son detectadas por el sensor de temperatura del lado de gas y por el sensor de temperatura del lado de líquido, y se toma el grado de sobrecalentamiento del refrigerante obtenido restando la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de líquido, de la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de gas, como el grado de sobrecalentamiento de objetivo. Por lo tanto, una posibilidad que se considera es llevar a cabo una detección de válvula cerrada utilizando el cambio de temperatura cuando la temperatura ambiental efectúa un aumento en la temperatura del refrigerante a la entrada o en una parte intermedia del intercambiador de calor interior, cuando la válvula de expansión ha alcanzado un estado completamente cerrado, tal como en el documento JP 2014 66424 A.

Sin embargo, cuando la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior es alta en este caso, no es probable que el cambio de temperatura se manifieste claramente y la detección de válvula cerrada no puede, en ocasiones, llevarse a cabo con precisión, como en el documento JP 2014 66424 A.

Por lo tanto, en este aspecto, se determina que la válvula de expansión se encuentra en un estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada) cuando las dos temperaturas de refrigerante, la detectada por el sensor de temperatura del lado de líquido y la detectada por el sensor de temperatura del lado de gas, satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada en relación con una temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante en el lado de toma del compresor, detectada por el sensor de presión de toma, en una temperatura de saturación del refrigerante, y en relación con la temperatura del aire del espacio de acondicionamiento de aire enfriado por el intercambiador de calor interior, siendo detectada la temperatura del aire por el sensor de temperatura interior, como se ha descrito en lo anterior. Específicamente, en este aspecto, a diferencia del documento JP 2014 66424 A, se utilizan dos temperaturas del refrigerante, incluyendo no solo la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior, sino también la temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior, como condición de válvula cerrada para la válvula de expansión; también se utiliza como esta condición un valor basado en una temperatura del aire, como la temperatura ambiental y la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma. En este aspecto, la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma, representa una temperatura de evaporación exacta, a diferencia de la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior, incluso cuando la válvula de expansión ha alcanzado el estado completamente cerrado y el refrigerante ha cesado de fluir hacia el intercambiador de calor interior.

La detección de válvula cerrada de la válvula de expansión puede, por lo tanto, llevarse a cabo con mayor precisión en este aspecto que en el caso del documento JP 2014 66424 A, en el cual el cambio de temperatura que se utiliza como condición de válvula cerrada es el cambio de temperatura cuando la válvula de expansión ha alcanzado el estado completamente cerrado y la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión sube como consecuencia del efecto de la temperatura ambiental.

Por otra parte, la condición de válvula cerrada incluye una primera condición de válvula cerrada, que consiste en que las dos temperaturas de refrigerante detectadas por el sensor de temperatura del lado de líquido y por el sensor de

temperatura del lado de gas sean más bajas que una primera temperatura de umbral, establecida sobre la base de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior, y más altas que una segunda temperatura de umbral, establecida sobre la base de la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión de refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante.

- 5 En el caso de que el grado de apertura de la válvula de expansión se controle de tal manera que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante alcance el grado de sobrecalentamiento de objetivo, la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior indica una temperatura próxima a la temperatura de evaporación del refrigerante cuando la válvula de expansión interior está en un estado abierto, y cuando la válvula de expansión alcanza un estado completamente cerrado, el estado se manifiesta en que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior se desvía de la temperatura de evaporación del refrigerante, y en que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior, y la temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior ascienden de manera que se aproximan a la temperatura del aire.

- 10 Por lo tanto, en este aspecto, tal estado de las dos temperaturas del refrigerante es detectado determinando si las dos temperaturas del refrigerante satisfacen o no la primera condición de válvula cerrada. Por lo tanto, en este aspecto, puede llevarse a cabo con precisión la detección de válvula cerrada para la válvula de expansión.

- 15 Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un segundo aspecto es el mismo aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con el primer aspecto, en el cual la condición de válvula cerrada incluye, adicionalmente, una segunda condición de válvula cerrada que es la de que las dos temperaturas del refrigerante detectadas por el sensor de temperatura de lado de líquido y el sensor de temperatura del lado de gas, sean más bajas que la primera temperatura de umbral establecida sobre la base de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior, y más altas que una tercera temperatura de umbral establecida sobre la base del valor promedio de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior y la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante; y la condición de válvula cerrada se satisface cuando se satisface la primera condición de válvula cerrada o la segunda condición de válvula cerrada.

- 20 En un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación del refrigerante es alta, incluso aunque la válvula de expansión llegue al estado completamente cerrado, no es probable que este sea un estado claro en el que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior ascienda hasta desviarse de la temperatura de evaporación del refrigerante, y no es probable que se satisfaga la condición «más altas que la segunda temperatura de umbral», dentro de la primera condición de válvula cerrada antes descrita. Esto es debido a que, en un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación del refrigerante es elevada, incluso si la válvula de expansión está en un estado abierto, la temperatura de evaporación del refrigerante y la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior son cercanas a la temperatura del aire. Por lo tanto, es preferible mitigar el valor de la temperatura de umbral para determinar si se manifiesta o no un estado en el que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior aumenta hasta desviarse de la temperatura de evaporación del refrigerante, de tal modo que es posible adaptarse también a tal estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación del refrigerante es elevada.

- 30 Por lo tanto, se añade al segundo estado de válvula cerrada, en este aspecto, el hecho de que la condición de válvula cerrada se satisface también cuando las dos temperaturas del refrigerante son más altas que la tercera temperatura de umbral establecida sobre la base del valor promedio de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior, y la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante. Por lo tanto, en este aspecto, la detección de válvula cerrada para la válvula de expansión puede llevarse a cabo incluso en un estado de funcionamiento en que la temperatura de evaporación del refrigerante es elevada.

- 35 Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un tercer aspecto es el mismo aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con el segundo aspecto, en el cual el controlador se ha configurado para controlar la capacidad del compresor durante la operación de enfriamiento de aire de manera tal, que, bien la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma alcanza una presión baja de objetivo, o bien la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante, alcanza una temperatura de evaporación de objetivo.

- 40 En el caso de que se controle la capacidad del compresor de tal manera que la presión del refrigerante en el lado de toma del compresor, o la temperatura de evaporación obtenida convirtiendo esta presión del refrigerante, llegue a un valor de objetivo (la presión baja de objetivo o la temperatura de evaporación de objetivo), la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior, así como la temperatura de evaporación del refrigerante, llegan a ser próximas a la temperatura del aire cuando la presión baja de objetivo o la temperatura de evaporación de objetivo se establece alta al objeto de reducir la capacidad del compresor, incluso si la válvula de expansión se encuentra en un estado abierto. Por lo tanto, cuando la condición de válvula cerrada

5 incluye únicamente la primera condición de válvula cerrada, no es probable que se dé un estado claro en el que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior ascienda de manera que se desvíe de la temperatura de evaporación del refrigerante, y no es probable que se satisfaga la condición «más altas que la segunda temperatura de umbral», incluso si la válvula de expansión llega al estado completamente cerrado. Cuando la presión baja de objetivo o la temperatura de evaporación de objetivo se establece baja de tal modo que aumente la capacidad del compresor, es probable que se dé un estado claro en el que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior ascienda de manera que se desvíe de la temperatura de evaporación del refrigerante cuando la válvula de expansión alcanza el estado completamente cerrado. Independientemente de esto, cuando la condición de válvula cerrada incluye tan solo la segunda condición de válvula cerrada, puede producirse una situación en la que la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior no satisface la condición de válvula cerrada cuando la temperatura del refrigerante a la entrada o en la parte intermedia del intercambiador de calor interior no asciende significativamente ni siquiera aunque la válvula de expansión haya llegado al estado completamente cerrado, debido a que la tercera temperatura de umbral, establecida sobre la base del valor promedio de la temperatura del aire y la temperatura de evaporación del refrigerante, se establece en un valor de temperatura más elevado que la temperatura de evaporación del refrigerante. De esta forma, cuando se realiza el control de capacidad para el compresor, hay casos en que resulta difícil llevar a cabo una detección de válvula cerrada para la válvula de expansión.

20 Sin embargo, en este aspecto, debido a que la condición de válvula cerrada incluye tanto la primera condición de válvula cerrada como la segunda condición de válvula cerrada, según se ha descrito en lo anterior, la detección de válvula cerrada para la válvula de expansión puede llevarse a cabo mientras se está efectuando el control de la capacidad para el compresor.

25 Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un cuarto aspecto es el mismo aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con cualquiera de los primer a tercer aspectos, en el cual la condición de válvula cerrada incluye, adicionalmente, la condición de que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante sea un valor positivo.

30 Con independencia de si el aparato de acondicionamiento de aire se encuentra en un estado de funcionamiento en el que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante es cero (o un valor negativo) y el refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior está en un estado mojado, el grado de apertura de la válvula de expansión se incrementará cuando la condición de válvula cerrada antes descrita, basada en las dos temperaturas del refrigerante, la temperatura de evaporación del refrigerante y la temperatura del aire, se satisfaga, y se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada; por lo tanto, existirá el riesgo de que el refrigerante, a la salida del intercambiador de calor interior, llegue a estar en un estado mojado que tiene un grado aún mayor de humedad, y el compresor aspirará refrigerante líquido en exceso.

35 Por lo tanto, en este aspecto, la condición de que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante sea un valor positivo se añade a la condición de válvula cerrada, lo que garantiza que, bien el refrigerante a la salida del intercambiador de calor interior no alcance un estado mojado, o bien que el compresor no aspire refrigerante líquido en exceso, aun cuando la condición de válvula cerrada se satisfaga y se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada. Por tanto, en este aspecto, puede llevarse a cabo la detección de válvula cerrada para la válvula de expansión, al tiempo que se garantiza que el compresor no aspira refrigerante líquido en exceso, aun cuando se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada.

45 Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un quinto aspecto es el mismo aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con cualquiera de los primer a cuarto aspectos, en el cual la condición de válvula cerrada incluye, adicionalmente, una condición consistente en que el grado de apertura de la válvula de expansión sea más pequeño que un grado de apertura de válvula abierta garantizada para el que se asegura que se ha alcanzado el flujo de refrigerante, aun teniendo en cuenta una diferencia individual de la válvula de expansión.

50 Cuando el grado de apertura de la válvula de expansión se controla de tal manera que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante alcanza el grado de sobrecalentamiento de objetivo con un intervalo de grado de apertura igual o mayor que el grado de apertura de válvula abierta garantizada, la válvula de expansión no llega al estado completamente cerrado y no hay necesidad de llevar a cabo la detección de válvula cerrada tal y como se ha descrito anteriormente.

55 En consecuencia, en este aspecto, la condición de que el grado de apertura de la válvula de expansión sea más pequeño que el grado de apertura de válvula abierta garantizada, se añade a la condición de válvula cerrada, y la detección de válvula cerrada se lleva a cabo únicamente cuando el grado de apertura de la válvula de expansión es más pequeño que el grado de apertura de válvula abierta garantizada. Por lo tanto, en este aspecto, puede llevarse a cabo apropiadamente la detección de válvula cerrada únicamente en los casos en que exista el riesgo de que la válvula de expansión llegue al estado completamente cerrado.

Un aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con un sexto aspecto el mismo aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con cualquiera de los primer a quinto aspectos, en el cual el controlador se ha configurado para

llevar a cabo un control de apertura de válvula forzada para aumentar el grado de apertura de la válvula de expansión cuando se determina que la válvula de expansión se encuentra en el estado completamente cerrado.

En este aspecto, puede evitarse el estado completamente cerrado abriendo por la fuerza la válvula de expansión durante el control del grado de sobrecalentamiento, de manera que se determina que la válvula de expansión se encuentra en el estado completamente cerrado mediante la detección de válvula cerrada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático del aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de control del aparato de acondicionamiento de aire;

La Figura 3 es un diagrama de flujo que muestra la detección de válvula cerrada y el control de apertura de válvula forzada;

La Figura 4 es una ilustración de una primera condición de válvula cerrada; y

La Figura 5 es una ilustración de una segunda condición de válvula cerrada.

Descripción de realizaciones

En lo que sigue se describe una realización del aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con la presente invención, con referencia a los dibujos. La configuración específica de la realización del aparato de acondicionamiento de aire de acuerdo con la presente invención no está limitada por la siguiente realización, y puede ser alterada dentro de un ámbito que no se desvíe de la invención, tal y como se reivindica.

(1) Configuración básica del aparato de acondicionamiento de aire

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático del aparato de acondicionamiento de aire 1 de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato de acondicionamiento de aire 1 se utiliza para el acondicionamiento de aire de un edificio u otro espacio interior mediante una operación cíclica con refrigerante del tipo de compresión. El aparato de acondicionamiento de aire 1 está principalmente configurado mediante la conexión de una unidad exterior 2 y una pluralidad (en esta realización, tres) de unidades interiores 4a, 4b, 4c. En esta realización, la unidad exterior 2 y la pluralidad de unidades interiores 4a, 4b, 4c están conectadas entre sí a través de una tubería de comunicación 6 de refrigerante líquido y una tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso. En otras palabras, el circuito 10 de refrigerante del tipo de compresión de vapor, perteneciente al aparato de acondicionamiento de aire 1, está configurado por la unidad exterior 2 y una pluralidad de unidades interiores 4a, 4b, 4c, que están conectadas entre sí a través de las tuberías de comunicación 6, 7 de refrigerante. El número de unidades interiores no está limitado a tres, y puede haber un número mayor o menor que tres.

<Unidad interior>

Las unidades interiores 4a, 4b, 4c están instaladas en espacios interiores. Las unidades interiores 4a, 4b, 4c están conectadas a la unidad exterior 2 a través de las tuberías de comunicación 6, 7 de refrigerante y constituyen una parte del circuito 10 de refrigerante.

A continuación, se describirá la configuración de las unidades interiores 4a, 4b, 4c. Debido a que la unidad interior 4b y la unidad interior 4c tienen la misma configuración que la unidad interior 4a, únicamente se describirá en esta realización la configuración de la unidad interior 4a, y se omiten las configuraciones de las unidades interiores 4b, 4c, que utilizan, respectivamente, los subíndices b y c, en lugar del subíndice a, que denota los componentes de la unidad interior 4a, al igual que se omiten las descripciones de los componentes de las unidades interiores 4b, 4c.

La unidad interior 4a tiene, principalmente, un circuito de refrigerante del lado interior 10a (circuitos de refrigerante del lado interior 10b, 10c en las unidades interiores 4b, 4c) que constituye un parte del circuito 10 de refrigerante. El circuito 10a de refrigerante del lado interior tiene, principalmente, una válvula de expansión interior 41a y un intercambiador de calor interior 42a.

La válvula de expansión interior 41a es una válvula destinada a descomprimir el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigerante del lado interior 10a, a fin de regular el caudal de flujo del refrigerante. La válvula de expansión interior 41a es una válvula de expansión eléctrica conectada al lado de líquido del intercambiador de calor interior 42a.

El intercambiador de calor interior 42a es un intercambiador de calor que funciona como un evaporador de refrigerante y un radiador de refrigerante, y está constituido por numerosos tubos de transferencia de calor y numerosas aletas. Un ventilador interior 43a, destinado a enviar aire interior al intercambiador de calor interior 42a, se ha dispuesto cerca del intercambiador de calor interior 42a. Debido a que se sopla aire interior por parte del ventilador interior 43a, sobre el intercambiador de calor interior 42a, se intercambia calor entre el refrigerante y el

aire interior en el intercambiador de calor interior 42a. El ventilador interior 43a es accionado a rotación por un motor 44a de ventilador interior.

Se han proporcionado diversos sensores a la unidad interior 4a. Se ha proporcionado un sensor de temperatura del lado de líquido 45a, destinado a detectar la temperatura Trla del refrigerante en un estado líquido o en un estado bifásico de gas-líquido, en el lado de líquido del intercambiador de calor interior 42a. En el lado de gas del intercambiador de calor 42a, se ha proporcionado un sensor de temperatura del lado de gas 46a para detectar la temperatura Trga del refrigerante en estado gaseoso. En el lado de la unidad interior 4a que tiene una lumbrera de toma para aire interior, se ha proporcionado un sensor de temperatura interior 47a para detectar la temperatura del aire del espacio de acondicionamiento de aire enfriado o calentado por el intercambiador de calor interior 42a de la unidad interior 4a, es decir, la temperatura del aire interior (temperatura interior, Tra) en la unidad interior 4a. La unidad interior 4a tiene un controlador de lado interior 48a para controlar las acciones de los componentes que configuran la unidad interior 4a. El controlador del lado interior 48a tiene una microcomputadora, memoria y elementos similares proporcionados para controlar la unidad interior 4a, y es capaz de intercambiar señales de control y otras similares con el controlador distante 49a para hacer funcionar de forma particularizada la unidad interior 4a, e intercambiar señales de control u otras similares con la unidad de control 2. El mando a distancia 49a es un dispositivo para que el usuario implemente diversos ajustes y/o emita órdenes de funcionamiento / detención correspondientes al funcionamiento de acondicionamiento de aire. El sensor de temperatura interior 47a puede también disponerse no solo dentro de la unidad interior 4a, sino también en el mando a distancia 49a.

<Unidad exterior>

La unidad exterior 2 se instala en el exterior. La unidad exterior 2 está conectada a las unidades interiores 4a, 4b, 4c a través de las tuberías de comunicación 6, 7 de refrigerante y constituye una parte del circuito 10 de refrigerante.

A continuación, se describirá la configuración de la unidad exterior 2.

La unidad exterior 2 tiene, principalmente, un circuito de refrigerante del lado exterior 10d que constituye una parte del circuito 10 de refrigerante. El circuito de refrigerante del lado exterior 10d tiene, fundamentalmente, un compresor 21, una válvula de conmutación de cuatro vías 22, un intercambiador de calor de salida 23, una válvula de expansión exterior 25, una válvula de corte 26 del lado de líquido, y una válvula de corte del lado de gas 27.

El compresor 21 es un compresor hermético en el que se han acomodado, dentro de una caja, un elemento de compresión (no mostrado) y un motor 21a de compresor, a fin de accionar a rotación el elemento de compresión. El motor 21a de compresor se ha diseñado de tal manera que la energía eléctrica es suministrada a través de un dispositivo inversor (no mostrado), y la capacidad operativa puede ser variada cambiando la frecuencia de salida (esto es, la velocidad de rotación) del dispositivo inversor.

La válvula de conmutación de cuatro vías 22 es una válvula para conmutar la dirección del flujo del refrigerante. Durante la operación de enfriamiento de aire, que constituye un ejemplo de una operación de acondicionamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 conecta un lado de descarga del compresor 21 y un lado de gas del intercambiador de calor exterior 23, y conecta un lado de toma del compresor 21 y la tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso (a la que se refieren las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 de la Figura 1), a fin de hacer que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un radiador del refrigerante comprimido en el compresor 21, y hacer que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c funcionen como evaporadores del refrigerante desde los que se irradia calor en el intercambiador de calor exterior 23. Durante la operación de calentamiento de aire, que constituye un ejemplo de operación de acondicionamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 puede conectarse al lado de descarga del compresor 21 y a la tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso, y puede conectarse al lado de toma del compresor 21 y al lado de gas del intercambiador de calor exterior 23 (al que se hace referencia por las líneas de trazos de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 de la Figura 1), a fin de hacer que los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c funcionen como radiadores del refrigerante comprimido en el compresor 21 y hacer que el intercambiador de calor exterior 23 funcione como un evaporador del refrigerante, desde el que se irradia calor en los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c.

El intercambiador de calor exterior 23 es un intercambiador de calor que funciona como un radiador del refrigerante y como un evaporador del refrigerante, y está constituido por numerosos tubos de transferencia de calor y numerosas aletas. Dispuesto en la proximidad del intercambiador de calor exterior 23, existe un ventilador exterior 28 para enviar aire exterior al intercambiador de calor exterior 23. Debido al aire exterior que está siendo soplado por el ventilador exterior 28 sobre el intercambiador de calor exterior 23, se intercambia calor entre el refrigerante y el aire exterior en el intercambiador de calor exterior 23. El ventilador exterior 28 es accionado a rotación por un motor 28a de ventilador exterior.

La válvula de expansión exterior 25 descomprime el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigerante del lado exterior 10d. La válvula de expansión exterior 25 es una válvula de expansión eléctrica conectada al lado de líquido del intercambiador de calor exterior 23.

La válvula de corte 26 del lado de líquido y la válvula de corte 27 de lado de gas se han proporcionado en las

lumbrreras de conexión de los dispositivos y tuberías exteriores (específicamente, la tubería de comunicación 6 de refrigerante líquido y la tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso). La válvula de corte 26 del lado de líquido está conectada a la válvula de expansión exterior 25. La válvula de corte 27 del lado de gas está conectada a la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

- 5 Se han proporcionado diversos sensores en la unidad exterior 2. La unidad exterior 2 está provista de un sensor de presión de toma 29 para detectar la presión de toma P_s del compresor 21, un sensor de presión de descarga 30 para detectar la presión de descarga P_d del compresor 21, un sensor de temperatura de toma 31 para detectar la temperatura de toma T_s del compresor 21, y un sensor de temperatura de descarga 32 para detectar la temperatura de descarga T_d del compresor 21. El sensor de temperatura de toma 31 se ha dispuesto en el lado de toma del compresor 21. Se ha dispuesto en el lado de líquido del intercambiador de calor exterior 23 un sensor de temperatura 33 del lado de líquido para detectar la temperatura T_{ol} del refrigerante en un estado líquido o en un estado bifásico de gas-líquido. Se ha dispuesto, en el lado de la unidad exterior 2 que tiene una lumbrera de toma para aire exterior, un sensor de temperatura 34 de aire exterior para detectar la temperatura del aire exterior (temperatura T_a de aire exterior) en la unidad exterior 2. La unidad exterior 2 tiene un controlador 35 del lado exterior para controlar las acciones de los componentes que constituyen la unidad exterior 2. El controlador 35 del lado exterior tiene una microcomputadora y memoria dispuestas al objeto de controlar la unidad exterior 2, y un circuito inversor o dispositivo similar para controlar el motor 21a del compresor, y es capaz de intercambiar señales de control y otras similares entre las unidades interiores 4a, 4b, 4c y los controladores 48a, 48b, 48c del lado interior.

<Tuberías de comunicación de refrigerante>

- 20 Las tuberías de comunicación 6, 7 de refrigerante son tuberías de refrigerante construidas sobre el terreno durante la instalación del aparato acondicionador de aire 1. La tubería de comunicación 6 de refrigerante líquido se extiende desde una lumbrera de conexión del lado de líquido (en esta realización, la válvula de corte 26 del lado de líquido) de la unidad exterior 2, se ramifica hacia la pluralidad (en esta realización, tres) de unidades interiores 4a, 4b, 4c, en puntos intermedios de su recorrido, y se extiende hasta unas lumbreras de conexión del lado de líquido (en esta realización, las tuberías de refrigerante conectadas a las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c) de las unidades interiores 4a, 4b, 4c. La tubería de comunicación 7 de refrigerante se extiende desde una lumbrera de conexión del lado de gas (en esta realización, la válvula de corte 27 del lado de gas) de la unidad exterior 2, se ramifica hacia la pluralidad (en esta realización, tres) de unidades interiores 4a, 4b, 4c, en puntos intermedios de su recorrido, y se extiende hasta unas lumbreras de conexión del lado de gas (en esta realización, las tuberías de refrigerante conectadas a los lados de gas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c) de las unidades interiores 4a, 4b, 4c. Las tuberías de comunicación 6, 7 de refrigerante pueden tener diversas longitudes y/o diámetros de tubería de acuerdo con las condiciones en las que se instalan la unidad exterior 2 y las unidades interiores 4a, 4b, 4c.

<Controlador>

- 35 Los mandos a distancia 49a, 49b, 49c para hacer funcionar individualmente las unidades interiores 4a, 4b, 4c, los controladores 48a, 48b, 48c del lado interior, pertenecientes a las unidades interiores 4a, 4b, 4c, y el controlador 35 del lado exterior, perteneciente a la unidad exterior 2, constituyen un controlador 8 para controlar el funcionamiento global del aparato de acondicionamiento de aire 1. El controlador 8 se ha conectado de manera que es capaz de recibir señales de detección procedentes de los diversos sensores 29 a 34, 45a a 45c, 46a a 46c, 47a a 47c, etc., tal y como se muestra en la Figura 2. El controlador 8 se ha configurado para ser capaz de llevar a cabo las operaciones de enfriamiento de aire y otras operaciones de acondicionamiento de aire mediante el control de los diversos dispositivos y válvulas 21a, 22, 25, 28a, 41a a 41c, y 44a a 44c, basándose en estas señales de detección, etc. La Figura 2 es un diagrama de bloques de control del aparato de acondicionamiento de aire 1.

- 45 Tal como se ha descrito anteriormente, el aparato de acondicionamiento de aire 1 tiene un circuito 10 de refrigerante configurado por la conexión del compresor 21, el intercambiador de calor exterior 23, las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c (válvulas de expansión) y los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c. El aparato de acondicionamiento de aire 1 lleva a cabo la operación de enfriamiento de aire y otras operaciones de acondicionamiento de aire en las que el refrigerante se hace circular secuencialmente a través del compresor 21, del intercambiador de calor exterior 23, de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c (válvulas de expansión) y de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, tal y como se describe en lo que sigue de esta memoria. En el aparato de acondicionamiento de aire 1, se llevan a cabo operaciones de acondicionamiento de aire de tal manera que las temperaturas interiores T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} de las unidades interiores 4a, 4b, 4c alcanzan las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} , que constituyen valores de objetivo para las temperaturas interiores de las unidades interiores 4a, 4b, 4c. El usuario utiliza los mandos a distancia 49a, 49b, 49c para establecer estas temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} .

(2) Acción básica y control básico del aparato de acondicionamiento de aire

<Acción básica>

A continuación, se describe la acción básica de la operación de acondicionamiento de aire (operación de

enfriamiento de aire y operación de calentamiento de aire) del aparato de acondicionamiento de aire 1, con referencia a la Figura 1.

- Operación de enfriamiento de aire

5 Cuando se emite una orden para la operación de enfriamiento de aire desde los mandos a distancia 49a, 49b, 49c, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 es conmutada a un estado de operación de enfriamiento de aire (el estado mostrado por las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 de la Figura 1), y se ponen en marcha el compresor 21, el ventilador exterior 28 y los ventiladores interiores 43a, 43b, 43c.

10 En este momento, el refrigerante gaseoso a baja presión contenido en el circuito 10 de refrigerante se admite al interior del compresor 21 y se comprime para convertirse en un refrigerante gaseoso a alta presión. Este refrigerante gaseoso a alta presión es aportado al intercambiador de calor exterior 23 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22. El refrigerante gaseoso a alta presión enviado al intercambiador de calor exterior 23 es condensado al someterse a intercambio de calor con el aire exterior aportado por el ventilador exterior 28 y ser enfriado para convertirse en refrigerante líquido a alta presión dentro del intercambiador de calor exterior 21, que funciona como radiador del refrigerante. El refrigerante líquido a alta presión es enviado desde la unidad exterior 2 a las unidades interiores 4a, 4b, 4c a través de la válvula de expansión exterior 25, de la válvula de corte 26 del lado de líquido y de la tubería de comunicación 6 de refrigerante líquido.

20 El refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades interiores 4a, 4b, 4c es descomprimido por las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c para convertirse en refrigerante a baja presión en un estado bifásico de gas-líquido. El refrigerante a baja presión y en un estado bifásico de gas-líquido es enviado a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c. El refrigerante a baja presión y en un estado bifásico de gas-líquido enviado a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c es evaporado mediante intercambio de calor con aire interior aportado por los ventiladores interiores 43a, 43b, 43c, y es calentado hasta convertirse en refrigerante gaseoso a baja presión en los intercambiadores de calor interiores 43a, 43b, 43c, los cuales funcionan como evaporadores del refrigerante. El refrigerante gaseoso a baja presión es enviado desde las unidades interiores 4a, 4b, 4c a la unidad exterior 2, a través de la tubería de comunicación 7 de refrigerante.

25 El refrigerante a baja presión enviado a la unidad exterior 2 es, de nuevo, admitido al interior del compresor 21 a través de la válvula de corte 27 del lado de gas y de la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

- Operación de calentamiento de aire

30 Cuando se emite una orden para la operación de calentamiento de aire desde los mandos a distancia 49a, 49b, 49c, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 es conmutada a un estado de operación de calentamiento de aire (el estado mostrado por las líneas de trazos de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 de la Figura 1), y se ponen en marcha el compresor 21, el ventilador exterior 28 y los ventiladores interiores 43a, 43b, 43c.

35 En este momento, el refrigerante gaseoso a baja presión contenido en el circuito 10 de refrigerante es admitido al interior del compresor 21 y se comprime para convertirse en un refrigerante gaseoso a alta presión. El refrigerante gaseoso a alta presión es enviado desde la unidad exterior 2 a las unidades interiores 4a, 4b, 4c a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, la válvula de corte 27 del lado de gas y la tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso.

40 El refrigerante gaseoso a alta presión enviado a las unidades interiores 4a, 4b, 4c es enviado a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c. El refrigerante gaseoso a alta presión enviado a los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c es condensado al someterse a intercambio de calor con aire interior aportado por los ventiladores interiores 43a, 43b, 43c, y ser enfriado para convertirse en refrigerante líquido a alta presión dentro de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, los cuales funcionan como radiadores del refrigerante. El refrigerante líquido a alta presión es descomprimido por las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c. El refrigerante descomprimido por las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c es enviado desde las unidades interiores 4a, 4b, 4c a la unidad exterior 2 a través de la tubería de comunicación 7 de refrigerante gaseoso.

50 El refrigerante enviado a la unidad exterior 2 es enviado a la válvula de expansión exterior 25 a través de la válvula de corte 26 del lado de líquido, y es descomprimido por la válvula de expansión exterior 25 para convertirse en refrigerante a baja presión en un estado bifásico de gas-líquido. El refrigerante a baja presión en un estado bifásico de gas-líquido es enviado al intercambiador de calor exterior 23. El refrigerante a baja presión y en un estado bifásico de gas-líquido, enviado al intercambiador de calor exterior 23, es evaporado al someterse a intercambio de calor con aire exterior aportado por el ventilador exterior 28, y ser calentado hasta convertirse en refrigerante gaseoso a baja presión en el intercambiador de calor exterior 23, el cual funciona como evaporador del refrigerante. El refrigerante a baja presión y en un estado gaseoso es de nuevo admitido al interior del compresor 21 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22.

55 <Control básico>

En las operaciones de acondicionamiento de aire (operación de enfriamiento de aire y operación de calentamiento

de aire) anteriormente descritas, se lleva a cabo un control de la capacidad de acondicionamiento de aire (capacidad de enfriamiento de aire y capacidad de calentamiento de aire) tal y como se describe más adelante, de tal manera que las temperaturas interiores T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} en las unidades interiores 4a, 4b, 4c alcanzan las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} en las unidades interiores 4a, 4b, 4c. En esta realización, el usuario utiliza los mandos a distancia 49a, 49b, 49c para establecer las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} .

- Durante la operación de enfriamiento de aire

Cuando la operación de acondicionamiento de aire se encuentra en la operación de enfriamiento de aire, el controlador 8 controla los grados de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c (válvulas de expansión) de tal manera que los grados de sobrecalentamiento SH_{ra} , SH_{rb} , SH_{rc} del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c alcanzan grados de sobrecalentamiento de objetivo SH_{ras} , SH_{rbs} , SH_{rcs} (a los que se hace referencia más adelante como «grado de control de sobrecalentamiento»). En esta realización, los grados de sobrecalentamiento SH_{ra} , SH_{rb} , SH_{rc} del refrigerante se obtienen restando las temperaturas del refrigerante T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido de las temperaturas T_{rga} , T_{rgb} , T_{rgc} del refrigerante en los lados de gas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, las cuales son detectadas por los sensores de temperatura 46a, 46b, 46c del lado de gas.

El controlador 8 controla los grados de sobrecalentamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c y también controla la capacidad del compresor 21 basándose en una temperatura de evaporación de objetivo T_{es} .

La capacidad del compresor 21 se controla controlando la velocidad de rotación (frecuencia de funcionamiento) del compresor 21 (más específicamente, el motor 21a del compresor). Específicamente, la velocidad de rotación del compresor 21 se controla de tal manera que una temperatura de evaporación T_e del refrigerante, que corresponde a una presión baja P_e del circuito 10 de refrigerante, alcanza la temperatura de evaporación de objetivo T_{es} . En esta realización, la expresión «presión baja P_e » significa una presión representativa del refrigerante a baja presión que fluye desde las salidas de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, a través de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, hasta el lado de toma del compresor 21 durante la operación de enfriamiento de aire. En esta realización, se utiliza una presión de toma P_s , que es la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, como la presión baja P_e , y un valor obtenido convirtiendo la presión de toma P_s en una temperatura de saturación del refrigerante, es la temperatura de evaporación T_e del refrigerante.

La temperatura de evaporación de objetivo T_{es} en el control de capacidad (control de la velocidad de rotación) para el compresor 21 se determina en el controlador 8 sobre la base de los valores requeridos ΔQ_{Ca} , ΔQ_{Cb} , ΔQ_{Cc} , pertenecientes a las capacidades de enfriamiento de aire de las unidades interiores 4a, 4b, 4c durante la operación de enfriamiento de aire.

Específicamente, las diferencias de temperaturas ΔT_{Cra} , ΔT_{Crb} , ΔT_{Crc} se obtienen restando las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} de las temperaturas interiores T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} durante la operación de enfriamiento de aire. Estas diferencias de temperaturas ΔT_{Cra} , ΔT_{Crb} , ΔT_{Crc} se utiliza como base para calcular los valores requeridos ΔQ_{Ca} , ΔQ_{Cb} , ΔQ_{Cc} pertenecientes a las capacidades de enfriamiento de aire de las unidades interiores 4a, 4b, 4c durante la operación de enfriamiento de aire. En esta realización, cuando las diferencias de temperaturas ΔT_{Cra} , ΔT_{Crb} , ΔT_{Crc} son valores positivos, esto es, cuando las temperaturas interiores T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} no han llegado todavía a las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} , esto significa que es necesario un incremento en las capacidades de enfriamiento de aire, y mayores valores absolutos para estas diferencias significan que el grado de la demanda de capacidades de enfriamiento de aire incrementadas es mayor. Cuando las diferencias de temperaturas ΔT_{Cra} , ΔT_{Crb} son valores negativos, esto es, cuando las temperaturas interiores T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} han alcanzado las temperaturas interiores de objetivo T_{ras} , T_{rbs} , T_{rcs} , ello significa que es necesaria una reducción en las capacidades de enfriamiento de aire, y mayores valores absolutos para estas diferencias significan que el grado de la demanda de capacidades de enfriamiento de aire reducidas es mayor. Por lo tanto, los valores requeridos de ΔQ_{Ca} , ΔQ_{Cb} , ΔQ_{Cc} , pertenecientes a las capacidades de enfriamiento de aire, son también valores que significan la dirección y el grado de aumento o disminución en las capacidades de enfriamiento de aire, al igual que con las diferencias de temperaturas ΔT_{Cra} , ΔT_{Crb} , ΔT_{Crc} .

Cuando es necesario un aumento en las capacidades de enfriamiento de aire, esto es, cuando los valores requeridos ΔQ_{Ca} , ΔQ_{Cb} , ΔQ_{Cc} pertenecientes a las capacidades de enfriamiento de aire son valores positivos, la temperatura de evaporación de objetivo T_{es} se determina de tal manera que sea más baja que el valor vigente en ese momento, de conformidad con el grado de aumento (los valores absolutos de los valores requeridos), y la velocidad de rotación del compresor 21 se incrementa con ello para aumentar las capacidades de enfriamiento de aire. Cuando se requiere una reducción de las capacidades de enfriamiento de aire, es decir, cuando los valores requeridos ΔQ_{Ca} , ΔQ_{Cb} , ΔQ_{Cc} pertenecientes a las capacidades de enfriamiento de aire son valores negativos, la temperatura de evaporación de objetivo T_{es} se determina de tal manera que sea más alta que el valor vigente en ese momento, de acuerdo con el grado de disminución (los valores absolutos de los valores requeridos), y la velocidad de rotación del compresor 21 se reduce con ello para reducir las capacidades de enfriamiento de aire.

En esta realización, las demandas de aumento / reducción para las diversas capacidades de enfriamiento de aire

(los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc) se realizan de acuerdo con las diferencias de temperaturas $\Delta TCra$, $\Delta TCrb$, $\Delta TCrc$ en las unidades interiores 4a, 4b, 4c durante la operación de enfriamiento de aire. Sin embargo, la temperatura de evaporación de objetivo Tes es un valor de objetivo compartido por todas las unidades interiores 4a, 4b, 4c. Por lo tanto, es imperativo que la temperatura de evaporación de objetivo Tes se determine en un valor que representa las demandas de aumento / reducción de las capacidades de enfriamiento de aire en todas las unidades interiores 4a, 4b, 4c. En vista de esto, la temperatura de evaporación de objetivo Tes se determina basándose en el valor requerido que, de entre los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc correspondientes a las capacidades de enfriamiento de aire, dé como resultado la temperatura de evaporación de objetivo Tes más baja. Por ejemplo, cuando los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc correspondientes a las capacidades de enfriamiento de aire son las temperaturas de evaporación requeridas en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, se selecciona el más bajo de estos valores requeridos como temperatura de evaporación de objetivo Tes. Específicamente, cuando el valor requerido ΔQCa que sirve como temperatura de evaporación requerida en la unidad interior 4a es 5°C, el valor requerido ΔQCb que sirve como temperatura de evaporación requerida en la unidad interior 4b es 7°, y el valor requerido ΔQCc que sirve como temperatura de evaporación requerida en la unidad interior 4c es 10°C, se selecciona el más bajo de estos valores requeridos, que es el valor requerido ΔQCa , de 5°C, como temperatura de evaporación de objetivo Tes. Cuando los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc correspondientes a las capacidades de enfriamiento de aire son valores que indican el grado de aumento o de reducción en las temperaturas de evaporación requeridas en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, el valor requerido que, de entre estos valores, da lugar a la mayor capacidad de enfriamiento de aire, se utiliza como base para determinar la temperatura de evaporación de objetivo Tes. Específicamente, cuando la temperatura de evaporación de objetivo Tes vigente en ese momento es 12°C, y suponiendo que los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc correspondientes a las capacidades de enfriamiento de aire indiquen cuánto ha de descender la temperatura de evaporación, el valor requerido ΔQCa necesario en la unidad interior 4a es 7°C, el valor requerido ΔQCb necesario en la unidad interior 4b es 5°C, y el valor requerido ΔQCc necesario en la unidad interior 4c es 2°C; el más alto de estos valores requeridos, que es el valor requerido ΔQCa , de 7°C, se emplea para establecer la temperatura (= 5°C) obtenida restando de la temperatura de evaporación de objetivo Tes vigente en ese momento (= 12°C), como temperatura de evaporación de objetivo Tes.

En esta realización, la velocidad de rotación del compresor 21 se controla de tal manera que la temperatura de evaporación Te del refrigerante alcance la temperatura de evaporación de objetivo Tes, pero, como alternativa, la velocidad de rotación del compresor 21 puede ser controlada de tal manera que la presión baja Pe (= presión de toma Ps) correspondiente a la temperatura de evaporación Te del refrigerante, alcance una presión baja de objetivo Pes. En este caso, los valores requeridos ΔQCa , ΔQCb , ΔQCc utilizarán también valores correspondientes a la presión baja Pe y a la presión baja de objetivo Pes.

- Durante la operación de calentamiento de aire

Cuando la operación de acondicionamiento de aire es la operación de calentamiento de aire, el controlador 8 controla los grados de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c de tal manera que los grados de subenfriamiento SCra, SCrb, SCrc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c alcancen los grados de subenfriamiento de objetivo SCras, SCrbs, SCrcs (a los que se hace referencia más adelante como «grado de control de subenfriamiento»). En esta realización, los grados de subenfriamiento SCra, SCrb, SCrc se calculan a partir de la presión de descarga Pd detectada por el sensor de presión de descarga 30, y de las temperaturas de refrigerante Tr1a, Tr1b, Tr1c detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido. Más específicamente, en primer lugar, la presión de descarga Pd es convertida en la temperatura de saturación del refrigerante con el fin de obtener una temperatura de condensación Tc correspondiente a una temperatura alta Pc del circuito 10 de refrigerante. En esta realización, la expresión «presión elevada Pc» quiere decir una presión que representa un refrigerante a alta presión que, durante la operación de calentamiento de aire, fluye a través de un camino que conduce desde el lado de descarga del compresor 21, a través de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, hasta las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c. La temperatura de condensación Tc del refrigerante significa una magnitud de estado equivalente a esta presión elevada Pc. Los grados de subenfriamiento SCra, SCrb, SCrc se obtienen restando las temperaturas de refrigerante Tr1a, Tr1b, Tr1c en los lados de líquido de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, de la temperatura de condensación Tc del refrigerante.

Además de controlar los grados de subenfriamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, el controlador 8 controla la capacidad del compresor 21 basándose en una temperatura de condensación de objetivo Tcs.

La capacidad del compresor 21 se controla controlando la velocidad de rotación (frecuencia de funcionamiento) del compresor 21 (más concretamente, del motor 21a del compresor), como durante la operación de enfriamiento de aire. Específicamente, la velocidad de rotación del compresor 21 se controla de tal manera que la temperatura de condensación Tc del refrigerante, correspondiente a la presión elevada Pc del circuito 10 de refrigerante, alcance la temperatura de condensación de objetivo Tcs.

La temperatura de condensación de objetivo Tcs en el control de capacidad (control de la velocidad de rotación)

ES 2 702 727 T3

para el compresor 21 se determina en el controlador 8 basándose en unos valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, durante la operación de calentamiento de aire.

5 Específicamente, en primer lugar, se obtienen las diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$ restando las temperaturas interiores Tra , Trb , Trc de las temperaturas de objetivo $Tras$, $Trbs$, $Trcs$ durante la operación de calentamiento de aire. Basándose en estas diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$, se calculan los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, durante la operación de calentamiento de aire. En esta realización, cuando las diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$ son valores positivos, esto es, cuando las temperaturas interiores Tra , Trb , Trc no han alcanzado aún las temperaturas interiores de objetivo $Tras$, $Trbs$, $Trcs$, ello significa que se requiere un aumento en las capacidades de calentamiento de aire, y mayores valores absolutos para estas diferencias significan que el grado de la demanda de capacidades de calentamiento de aire incrementadas es mayor. Cuando las diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$ son valores negativos, esto es, cuando las temperaturas interiores Tra , Trb , Trc han alcanzado las temperaturas interiores de objetivo $Tras$, $Trbs$, $Trcs$, ello significa que se requiere una reducción de las capacidades de calentamiento de aire, y mayores valores absolutos para estas diferencias significan que el grado de la demanda de capacidades de calentamiento de aire incrementadas es mayor. En consecuencia, los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire son también valores que significan la dirección y el grado del aumento o reducción de las capacidades de calentamiento de aire, al igual que con las diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$.

20 Cuando se requiere un aumento de las capacidades de calentamiento de aire, esto es, cuando los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire son valores positivos, la temperatura de condensación de objetivo Tcs se determina de tal manera que sea mayor que el valor vigente en ese momento, de acuerdo con el grado de incremento (los valores absolutos de los valores requeridos), y la velocidad de rotación del compresor 21 es, con ello, incrementada con el fin de aumentar las capacidades de calentamiento de aire. Cuando se requiere una reducción en las capacidades de calentamiento de aire, esto es, cuando los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire son valores negativos, la temperatura de condensación de objetivo Tcs se determina de tal manera que sea más baja que el valor vigente en ese momento, de acuerdo con el grado de disminución (los valores absolutos de los valores requeridos), y la velocidad de rotación del compresor 21 se reduce con ello, a fin de reducir las capacidades de calentamiento de aire.

25 En esta realización, las demandas de aumento / reducción para las diversas capacidades de calentamiento de aire (los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc) se realizan de acuerdo con las diferencias de temperaturas $\Delta THra$, $\Delta THrb$, $\Delta THrc$ en las unidades interiores 4a, 4b, 4c durante la operación de calentamiento de aire. Sin embargo, al igual que con la temperatura de evaporación de objetivo Tes , la temperatura de condensación de objetivo Tcs es un valor de objetivo compartido por todas las unidades interiores 4a, 4b, 4c. Por lo tanto, es imperativo que la temperatura de condensación de objetivo Tcs se determine en un valor que representa las demandas de aumento / reducción de las capacidades de calentamiento de aire en todas las unidades interiores 4a, 4b, 4c. En vista de esto, la temperatura de condensación de objetivo Tcs se determina basándose en el valor requerido que, de entre los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire, dé como resultado la temperatura de condensación de objetivo Tcs más alta. Por ejemplo, cuando los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire son las temperaturas de condensación requeridas en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, se selecciona el más alto de estos valores requeridos como temperatura de condensación de objetivo Tcs . Específicamente, cuando el valor requerido ΔQHa que sirve como temperatura de condensación requerida en la unidad interior 4a es 45°C, el valor requerido ΔQHb que sirve como temperatura de condensación requerida en la unidad interior 4b es 43°, y el valor requerido ΔQHc que sirve como temperatura de condensación requerida en la unidad interior 4c es 40°C, se selecciona el más alto de estos valores requeridos, que es el valor requerido ΔQHa , de 45°C, como temperatura de condensación de objetivo Tcs . Cuando los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire son valores que indican el grado de aumento o de reducción en las temperaturas de condensación requeridas en las unidades interiores 4a, 4b, 4c, el valor requerido que, de entre estos valores, da lugar a la mayor capacidad de calentamiento de aire, se utiliza como base para determinar la temperatura de condensación de objetivo Tcs . Específicamente, cuando la temperatura de condensación de objetivo Tcs vigente en ese momento es 38°C, y suponiendo que los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc correspondientes a las capacidades de calentamiento de aire indiquen cuánto ha de ascender la temperatura de condensación, el valor requerido ΔQHa necesario en la unidad interior 4a es 7°C, el valor requerido ΔQHb necesario en la unidad interior 4b es 5°C, y el valor requerido ΔQHc necesario en la unidad interior 4c es 2°C; el más alto de estos valores requeridos, que es el valor requerido ΔQHa , de 7°C, se emplea para establecer la temperatura (= 45°C) obtenida sumando a la temperatura de condensación de objetivo Tcs vigente en ese momento (= 38°C), como temperatura de condensación de objetivo Tcs .

60 En esta realización, la velocidad de rotación del compresor 21 se controla de tal manera que la temperatura de

condensación Tc del refrigerante alcance la temperatura de condensación de objetivo Tcs, pero, como alternativa, la velocidad de rotación del compresor 21 puede ser controlada de tal manera que la presión elevada Pc (= presión de descarga Pd) correspondiente a la temperatura de condensación Tc del refrigerante alcance una presión elevada de objetivo Pcs. En este caso, los valores requeridos ΔQHa , ΔQHb , ΔQHc se servirán también de valores correspondientes a la presión elevada Pc y a presión elevada de objetivo Pcs.

De esta forma, en operaciones de acondicionamiento de aire, el control de la velocidad de rotación para el compresor 21 y el control del grado de sobrecalentamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se llevan a cabo a modo de control de la capacidad de enfriamiento de aire, y el control de la velocidad de rotación para el compresor 21 y el control del grado de subenfriamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se llevan a cabo a modo de control de la capacidad de calentamiento de aire.

(3) Detección de válvula cerrada y control de apertura de válvula forzada

En esta realización, en la operación de enfriamiento de aire, el caudal de flujo del refrigerante que fluye a través de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c se regula llevando a cabo un control del grado de sobrecalentamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c (válvulas de expansión) tal y como se ha descrito anteriormente, pero, a fin de ampliar el intervalo para regular el caudal de flujo de refrigerante en este momento, es preferible ampliar el intervalo para controlar los grados de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c hasta un área de grado de apertura pequeño que es próximo a un cierre completo.

Sin embargo, cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se utilizan en un área de grado de apertura pequeño, las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c llegarán, en ocasiones, al estado completamente cerrado, dependiendo del grado de apertura, debido a las diferencias individuales en las válvulas. Una vez que una válvula ha llegado al estado completamente cerrado, el refrigerante cesa de fluir al intercambiador de calor interior, y se producirá, por lo tanto, una disminución en la diferencia de temperaturas entre la temperatura del refrigerante del lado de gas del intercambiador de calor interior, según es detectada por el sensor de temperatura del lado de gas, y la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de líquido. El grado de sobrecalentamiento del refrigerante, obtenido de estas temperaturas del refrigerante, será entonces menor que el grado de sobrecalentamiento de objetivo, el controlador 8 llevará, por tanto, a cabo un control para reducir adicionalmente el grado de apertura de la válvula de expansión interior, que ha alcanzado el estado completamente cerrado como resultado del grado de control de sobrecalentamiento, y será, en consecuencia, inevitable el estado completamente cerrado.

Como contramedida, una posibilidad considerada es utilizar el cambio de temperatura en el caso de que las temperaturas ambientales (en esta realización, las temperaturas interiores Tra, Trb, Trc) afecten al aumento de las temperaturas del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c han alcanzado el estado completamente cerrado (en esta realización, las temperaturas de refrigerante Tr1a, Tr1b, Tr1c detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido), y determinar si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran o no en el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada) y llevar a cabo un control de apertura de válvulas forzado para aumentar por la fuerza los grados de apertura de las válvulas de expansión interiores que han sido detectadas como cerradas, tal como en el documento JP 2014 66424 A.

Sin embargo, con esta técnica de detección de válvula cerrada, cuando las temperaturas del refrigerante Tr1a, Tr1b, Tr1c detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido son elevadas, no es probable que el cambio de temperatura anteriormente descrito se manifieste claramente, y la detección de válvula no puede, en ocasiones, llevarse a cabo con precisión. En consecuencia, existe el riesgo de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c alcancen el estado completamente cerrado, de que sea inevitable el cese del flujo de refrigerante hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, y de que no sea posible llevar a cabo la operación de enfriamiento de aire. Particularmente en esta realización, cuando la capacidad (esto es, la capacidad de enfriamiento de aire) del compresor 21 se reduce por el control de la velocidad de rotación para el compresor 21 de la manera que se ha descrito anteriormente, la presión baja de objetivo Pes o la temperatura de evaporación de objetivo Tes se establecerán, en ocasiones, en valores elevados, y pueden producirse con frecuencia tales situaciones en las que la detección de válvula cerrada no puede llevarse a cabo con precisión.

A la vista de esto, en la operación de enfriamiento de aire que acompaña al control del grado de sobrecalentamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, en el aparato de acondicionamiento de aire 1, cuando los dos conjuntos de temperaturas de refrigerante Tr1a, Tr1b, Tr1c, Trga, Trgb, Trgc detectados por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido y por los sensores de temperatura 46a, 46b, 46c del lado de gas, satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada en relación con la temperatura de evaporación Te del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión Ps del refrigerante, detectada por el sensor de presión de toma 29, en una temperatura de saturación del refrigerante, y con las temperaturas interiores Tra, Trb, Trc detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c, el controlador 8 determina que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada) y lleva a cabo un control de apertura de válvula forzada para aumentar los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las

válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c.

A continuación, se describirá la detección de válvula cerrada y el control de apertura de válvula forzada sobre el control del grado de sobrecalentamiento a través de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, utilizando las Figuras 3 a 5. En esta realización, la Figura 3 es un diagrama de flujo que muestra la detección de válvula cerrada y el control de apertura de válvula forzada. La Figura 4 es una ilustración de una primera condición de válvula cerrada. La Figura 5 es una ilustración de una segunda condición de válvula cerrada. En esta realización, el control de la velocidad de rotación para el compresor 21 según se ha descrito anteriormente, da como resultado un estado de funcionamiento en el que la presión baja de objetivo Pes o la temperatura de evaporación de objetivo Tes se varían basándose en las capacidades de enfriamiento de aire requeridas por las unidades interiores 4a, 4b, 4c. En el control del grado de sobrecalentamiento real, es habitualmente el caso que el control de apertura de válvula forzada se lleve a cabo con cualquiera de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c detectadas como cerradas, pero, en aras de la conveniencia en la descripción que sigue, se lleva a cabo el control de apertura de válvula forzada con todas las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c detectadas como cerradas.

En primer lugar, en la etapa ST1, el controlador 8 determina si los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, durante el control del grado de sobrecalentamiento, son o no más pequeños que los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada. En esta realización, los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada son grados de apertura para los que se garantiza que se consigue el flujo de refrigerante, incluso teniendo en cuenta las diferencias individuales entre los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c. Cuando se determina, durante el control del grado de sobrecalentamiento, en la etapa ST1, que los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c son más pequeños que los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada, la secuencia se remite al procedimiento de la etapa ST2, bajo la premisa de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c puedan alcanzar, posiblemente, el estado completamente cerrado. Cuando no se determina, en la etapa ST1, que los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c durante el control del grado de sobrecalentamiento sean menores que los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada (esto es, cuando se determina que el control del grado de sobrecalentamiento se lleve a cabo dentro de un intervalo de grados de apertura igual o mayor que los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada), no hay posibilidad de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c puedan alcanzar el estado completamente cerrado, no hay necesidad de llevar a cabo el procedimiento de la etapa ST2 en adelante, y la secuencia retorna, por tanto, al procedimiento de la etapa ST1.

A continuación, en la etapa ST2, el controlador 8 determina si los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb, SHrc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, durante el control del grado de sobrecalentamiento, son o no valores positivos (es decir, mayores que cero). En esta realización, cuando los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb, SHrc del refrigerante son cero (o un valor negativo) y el refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c se encuentra en un estado mojado, existe el riesgo de que el compresor 21 aspire refrigerante líquido a su interior. En tales casos, incluso si no hay posibilidad de que las válvulas de expansión interiores puedan alcanzar el estado completamente cerrado, el hecho de aumentar los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c por medio del control de apertura de válvula forzada de la etapa ST4 que se describe más adelante en esta memoria, conlleva el riesgo de que el compresor 21 aspire refrigerante líquido en exceso, y no se prefiere. Por lo tanto, cuando se determina, en la etapa ST2, que los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb, SHrc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, durante el control del grado de sobrecalentamiento, son valores positivos, la secuencia se remite al procedimiento de la etapa ST3, bajo la premisa de que es posible llevar a cabo el control de apertura de válvula forzada de la etapa ST4 que se describe más adelante en esta memoria. Cuando no se determina, en la etapa ST2, que los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb, SHrc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, durante el control del grado de sobrecalentamiento, sean valores positivos, el refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c está en un estado mojado, existe el riesgo de que el compresor 21 aspire refrigerante líquido en exceso a su interior, no se deben llevar a cabo los procedimientos de la etapa ST3 en adelante, y la secuencia retorna, por lo tanto, a la etapa ST1.

A continuación, en la etapa ST3, el controlador 8 determina si los dos conjuntos de temperaturas de refrigerante Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido y por los sensores de temperatura 46a, 46b, 46c del lado de gas satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada en relación con la temperatura de evaporación Te del refrigerante obtenida convirtiendo la presión Ps del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29 en una temperatura de saturación del refrigerante, y con las temperaturas interiores Tra, Trb, Trc detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c.

En esta realización, la condición de válvula cerrada se establece sobre la base de ideas tales como las siguientes. En primer lugar, la temperatura de evaporación Te del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión Ps del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, indica la temperatura de evaporación exacta, incluso si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c han llegado al estado completamente cerrado y el refrigerante ha dejado de fluir hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, a diferencia de las temperaturas Trla,

Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c. Cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c están abiertas durante el control del grado de sobrecalentamiento, las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c indican temperaturas próximas a la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, y, cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c han alcanzado el estado completamente cerrado, surge un estado en el que las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c se desvían de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, y las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, así como las temperaturas Trga, Trgb, Trgc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, ascienden hasta aproximarse a las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire.

En consecuencia, en la etapa ST3, cuando los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante durante el control del grado de sobrecalentamiento son más bajas que las primeras temperaturas de umbral T1a, T1b, T1c (en esta realización, las mismas que las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire) que se han establecido basándose en las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c, y más altas que una segunda temperatura de umbral T2 (en esta realización, $T_e + \alpha$) que se ha establecido sobre la base de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, en una temperatura de saturación del refrigerante, se satisface la primera condición de válvula cerrada, en cuyo caso se determina que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada). En esta realización, α se establece en un valor de temperatura comparativamente grande (por ejemplo, 5°C o mayor) desde el punto de vista de la prevención de la detección errónea.

En la etapa ST3, cuando se determina que los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante, durante el control del grado de sobrecalentamiento, son más bajas que las primeras temperaturas de umbral T1a, T1b, T1c (= temperaturas Tra, Trb, Trc del aire) establecidas sobre la base de las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire, y más altas que la segunda temperatura de umbral T2 (= $T_e + \alpha$) establecida sobre la base de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, en una temperatura de saturación del refrigerante, la secuencia se remite al procedimiento de la etapa ST4, bajo la premisa de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c hayan alcanzado el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada).

En la etapa ST4, el controlador 8 lleva a cabo un control de apertura de válvula forzada para aumentar los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c. En esta realización, los grados de apertura MVa, MVb, MVc de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c son abiertos por la fuerza hasta los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada, a fin de permitir que el flujo de refrigerante se alcance fácilmente. La técnica de aumentar los grados de apertura no está limitada por este ejemplo, y los grados de apertura pueden ser aumentados gradualmente hasta que alcanzan los grados de apertura MVoa, MVob, MVoc de válvula abierta garantizada. Las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c durante el control del grado de sobrecalentamiento, que se habían encontrado en el estado completamente cerrado, son, con ello, abiertas por la fuerza, y puede evitarse el estado completamente cerrado.

De esta forma, en esta realización, se utilizan dos conjuntos de temperaturas del refrigerante como condición de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, incluyendo no solo las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, sino también las temperaturas Trga, Trgb, Trgc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c; también se utilizan valores basados en las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire, que sirven como temperaturas ambientales, así como la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29 en una temperatura de saturación del refrigerante. Es, con ello, posible, en esta realización, llevar a cabo una detección de válvula cerrada en las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c con precisión.

Cuando no se determina en la etapa ST3 que los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante, durante el control del grado de sobrecalentamiento sean más bajas que las primeras temperaturas de umbral T1a, T1b, T1c (= temperaturas Tra, Trb, Trc del aire) establecidas sobre la base de las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire, y más altas que la segunda temperatura de umbral T2 (= $T_e + \alpha$) establecida sobre la base de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, en una temperatura de saturación del refrigerante, la secuencia se remite al procedimiento de la etapa ST5, bajo la premisa de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c no hayan alcanzado el estado completamente cerrado (es decir, las válvulas se encuentran en un estado abierto).

En la etapa ST5, el controlador 8 determina si los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante, durante el control del grado de sobrecalentamiento, satisfacen o no la segunda condición de válvula cerrada. Cuando se determina que se satisface la segunda condición de válvula cerrada, la secuencia se remite al procedimiento de la etapa ST4 y se lleva a cabo un control de apertura de válvula forzada, y, cuando se determina que no se satisface la segunda condición de válvula cerrada, la secuencia retorna al procedimiento de la etapa ST1,

bajo la premisa de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c no se encuentren en el estado completamente cerrado.

En esta realización, la segunda condición de válvula cerrada se establece sobre la base de una idea que es la siguiente. En un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación T_e del refrigerante es elevada, incluso si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c han llegado al estado completamente cerrado, no es probable que se dé un estado claramente evidenciado de que las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c ascienden hasta desviarse de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, y no es probable que se satisfaga la condición «más altas que la segunda temperatura de umbral T_2 » dentro de la primera condición de válvula cerrada anteriormente descrita. Esto es porque, en un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación T_e del refrigerante es elevada, incluso si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en un estado abierto, la temperatura de evaporación T_e del refrigerante y las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c son cercanas a las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire. Por lo tanto, es preferible mitigar el valor de la temperatura de umbral para determinar si se manifiesta o no un estado en el que las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c ascienden hasta desviarse de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, de tal modo que es posible adaptarse también a tal estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación T_e del refrigerante es elevada.

A la vista de esto, en la etapa ST5, cuando los dos conjuntos de temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} , T_{rga} , T_{rgb} , T_{rgc} del refrigerante, durante el control del grado de sobrecalentamiento, son más bajas que las primeras temperaturas de umbral T_{1a} , T_{1b} , T_{1c} (en esta realización, iguales a las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire) establecidas sobre la base de las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c, y más altas que las terceras temperaturas de umbral T_{3a} , T_{3b} , T_{3c} (en esta realización, iguales a los valores promedio de las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire la temperatura de evaporación T_e) establecidas sobre la base de los valores promedio $(T_{ra} + T_e)/2$, $(T_{rb} + T_e)/2$, $(T_{rc} + T_e)/2$ de las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire, detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c, y la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29 en una temperatura de saturación del refrigerante, se satisface la segunda condición de válvula cerrada, en cuyo caso se determina que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada).

Es, con ello, posible, en esta realización, llevar a cabo una detección de válvula cerrada sobre las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, incluso en un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación T_e del refrigerante es elevada.

(4) Características del aparato de acondicionamiento de aire

El aparato de acondicionamiento de aire 1 tiene características como las siguientes.

<A>

En esta realización, tal y como se ha descrito anteriormente, se determina que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en el estado completamente cerrado (detección de válvula cerrada) cuando los dos conjuntos de temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} , T_{rga} , T_{rgb} , T_{rgc} del refrigerante detectadas por los sensores de temperatura 45a, 45b, 45c del lado de líquido y los sensores de temperatura 46a, 46b, 46c del lado de gas satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada en relación con una temperatura de evaporación T_e de refrigerante obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante en el lado de toma del compresor 21, según es detectada por el sensor de presión de toma 29, en una temperatura de saturación del refrigerante, y con las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire del espacio de acondicionamiento de aire enfriado por los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, siendo detectadas las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c. Específicamente, en esta realización, a diferencia del documento JP 2014 66424 A, se utilizan dos conjuntos de temperaturas del refrigerante como condición de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, incluyendo no solo las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, sino también las temperaturas T_{rga} , T_{rgb} , T_{rgc} del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c; también se utilizan valores basados en las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire que sirven como temperaturas ambientales, así como la temperatura de evaporación T_e del refrigerante obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29. En esta realización, la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión P_s del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29, indica la temperatura de evaporación exacta, incluso si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c han alcanzado el estado completamente cerrado y ha cesado de fluir refrigerante hacia los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, a diferencia de las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c.

Es, con ello, posible, en esta realización, llevar a cabo una detección de válvula cerrada sobre las válvulas de

expansión interiores 41a, 41b, 41c con mayor precisión que en el caso del documento JP 2014 66424 A, en el cual la válvula utilizada como condición de válvula cerrada es el cambio de temperatura cuando la válvula de expansión ha alcanzado el estado completamente cerrado y la temperatura del refrigerante a la salida de la válvula de expansión asciende como consecuencia del efecto de la temperatura ambiental.

5

En un caso en que los grados de apertura de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c son controlados de tal manera que los grados de sobrecalentamiento SHra, SHrb, SHrc del refrigerante alcancen los grados de objetivo de sobrecalentamiento SHras, SHrbs, SHrcs, las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor 42a, 42b, 42c indican temperaturas próximas a la temperatura de evaporación Te del refrigerante cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en un estado abierto, y, cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c alcanzan el estado completamente cerrado, se manifiesta un estado en el que las temperatura Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c se desvían de la temperatura de evaporación Te del refrigerante, y las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c y las temperaturas Trga, Trgb, Trgc del refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c ascienden hasta aproximarse a las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire.

En vista de esto, en esta realización, tal estado de los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante es detectado determinando si los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante satisfacen o no la primera condición de válvula cerrada, tal y como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, en esta realización, la detección de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c puede llevarse a cabo con precisión.

<C>

En esta realización, en un estado de funcionamiento en el cual la temperatura de evaporación Te del refrigerante es elevada, incluso aunque las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c alcancen el estado completamente cerrado, no es probable que se dé un estado claro en el que las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c asciendan hasta desviarse de la temperatura de evaporación Te del refrigerante, y no es probable que se satisfaga la condición «más altas que la segunda temperatura de umbral T2», dentro de la primera condición de válvula cerrada anteriormente descrita. Esto es debido a que, en un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación Te del refrigerante es elevada, incluso si las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en un estado abierto, la temperatura de evaporación Te del refrigerante y las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c son próximas a las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire. Por lo tanto, es preferible mitigar el valor de la temperatura de umbral para determinar si se manifiesta o no un estado en el que las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c ascienden hasta desviarse de la temperatura de evaporación Te del refrigerante, de tal modo que es posible adaptarse también a tal estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación Te del refrigerante es elevada.

A la vista de esto, en esta realización, se añade la segunda condición de válvula cerrada, que consiste en que la condición de válvula cerrada se satisface también cuando los dos conjuntos de temperaturas Trla, Trlb, Trlc, Trga, Trgb, Trgc del refrigerante son más altas que las terceras temperaturas de umbral establecidas sobre la base del valor promedio de las temperaturas del aire detectadas por los sensores de temperatura interiores 47a, 47b, 47c, y la temperatura de evaporación Te del refrigerante obtenida convirtiendo la presión Ps del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma 29 en una temperatura de saturación del refrigerante, tal y como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, en esta realización, la detección de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c puede llevarse a cabo en un estado de funcionamiento en el que la temperatura de evaporación Te del refrigerante es elevada.

<D>

En un caso en el que la capacidad del compresor 21 es controlada de forma tal, que la presión Ps del refrigerante (Pe) en el lado de toma del compresor 21, o la temperatura de evaporación Te obtenida convirtiendo esta presión del refrigerante, alcanza un valor de objetivo (la presión baja de objetivo Pes o la temperatura de evaporación de objetivo Tes), las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c, y la temperatura de evaporación Te del refrigerante, llegan a ser próximas a las temperaturas Tra, Trb, Trc del aire cuando la presión baja de objetivo Pes o la temperatura de evaporación de objetivo Tes se establece en un valor alto, a fin de reducir la capacidad del compresor 21, incluso cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se encuentran en un estado abierto. Por lo tanto, cuando la condición de válvula cerrada incluye únicamente la primera condición de válvula cerrada, no es probable que se dé un estado claro en el que las temperaturas Trla, Trlb, Trlc del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c asciendan hasta desviarse de la temperatura

de evaporación T_e del refrigerante, y no es probable que se satisfaga la condición «más altas que la segunda temperatura de umbral $T2$ », incluso aunque las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c alcancen el estado completamente cerrado. Cuando la presión baja de objetivo P_{es} o la temperatura de evaporación de objetivo T_{es} se establece en un valor bajo con el fin de aumentar la capacidad del compresor 21, es probable que se dé un estado claro en el que las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c ascienden hasta desviarse de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, cuando las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c llegan al estado completamente cerrado. Con independencia de esto, cuando la condición de válvula cerrada incluye únicamente la segunda condición de válvula cerrada, puede producirse una situación en la que las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c no satisfacen la condición de válvula cerrada cuando las temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} del refrigerante a las entradas o en las partes intermedias de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c no ascienden significativamente, ni siquiera aunque las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c hayan alcanzado el estado completamente cerrado, debido a que las terceras temperaturas de umbral $T3a$, $T3b$, $T3c$ establecidas sobre la base los valores promedio de las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire y de la temperatura de evaporación T_e del refrigerante, se han establecido en valores más altos de temperatura que la temperatura de evaporación T_e del refrigerante. De esta forma, cuando se lleva a cabo un control de la capacidad para el compresor 21, existen casos en que resulta difícil llevar a cabo la detección de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c.

Sin embargo, en esta realización, debido a que la condición de válvula cerrada incluye tanto la primera condición de válvula cerrada como la segunda condición de válvula cerrada, según se ha descrito anteriormente, la detección de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c puede llevarse a cabo mientras se realiza el control de capacidad para el compresor 21.

<E>

En caso de que el aparato de aire acondicionado se encontrara en un estado de funcionamiento en el que los grados de sobrecalentamiento SH_{ra} , SH_{rb} , SH_{rc} del refrigerante fueran cero (o un valor negativo) y el refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c estuviera en un estado mojado, los grados de apertura MV_a , MV_b , MV_c de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c aumentarán, con todo, cuando la se satisfaga la condición de válvula cerrada antes descrita, basada en los dos conjuntos de temperaturas T_{rla} , T_{rlb} , T_{rlc} , T_{rga} , T_{rgb} , T_{rgc} del refrigerante, la temperatura de evaporación T_e del refrigerante y las temperaturas T_{ra} , T_{rb} , T_{rc} del aire, y se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada; existirá, por lo tanto, el riesgo de que el refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor interiores 42a, 42b, 42c llegue a un estado mojado que tenga un grado de humeado aún mayor, y el compresor 21 aspire refrigerante líquido en exceso.

En vista de esto, en esta realización, se añade a la condición de válvula cerrada la condición de que los grados de sobrecalentamiento SH_{ra} , SH_{rb} , SH_{rc} del refrigerante sean un valor positivo, con lo que se asegura, bien que el refrigerante a las salidas de los intercambiadores de calor exteriores 42a, 42b, 42c no llegue a un estado mojado, o bien que el compresor 21 no aspire refrigerante líquido en exceso, ni siquiera cuando se satisfaga la condición de válvula cerrada y se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada, tal y como se ha descrito en lo anterior. Por lo tanto, en esta realización, puede llevarse a cabo una detección de válvula cerrada para las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, al tiempo que se garantiza que el compresor 21 no aspira refrigerante líquido en exceso, ni siquiera aunque se lleve a cabo un control de apertura de válvula forzada.

<F>

Cuando los grados de apertura MV_a , MV_b , MV_c de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c se controlan de tal manera que los grados de sobrecalentamiento SH_{ra} , SH_{rb} , SH_{rc} del refrigerante llegan a los grados de sobrecalentamiento de objetivo SH_{ras} , SH_{rbs} , SH_{rcs} , dentro de un intervalo de grados de apertura igual o mayor que los grados de apertura MV_{oa} , MV_{ob} , MV_{oc} de válvula abierta garantizada para los que se asegura que se consigue el flujo de refrigerante aun teniendo en cuenta las diferencias individuales en las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c, las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c no llegan al estado completamente cerrado y no hay necesidad de llevar a cabo una detección de válvula cerrada tal y como se ha descrito anteriormente.

En vista de esto, en esta realización, la condición de que los grados de apertura MV_a , MV_b , MV_c de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c sean más pequeños que los grados de apertura MV_{oa} , MV_{ob} , MV_{oc} de válvula abierta garantizada, se añade a la condición de válvula cerrada, y la detección de válvula cerrada se lleva a cabo únicamente cuando los grados de apertura MV_a , MV_b , MV_c de las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c son más pequeños que los grados de apertura MV_{oa} , MV_{ob} , MV_{oc} de válvula abierta garantizada, tal y como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, en esta realización, puede llevarse a cabo apropiadamente la detección de válvula cerrada únicamente en los casos en que existe el riesgo de que las válvulas de expansión interiores 41a, 41b, 41c alcancen el estado completamente cerrado.

(5) Modificaciones

5 En la realización anteriormente descrita, se aplican la detección de válvula cerrada y el control de apertura de válvula forzada a un aparato de aire acondicionado que puede conmutar entre una operación de enfriamiento de aire y una operación de calentamiento de aire, pero esta disposición no se ha proporcionado a modo de limitación; la detección de válvula cerrada y el control de apertura de válvula forzada pueden también aplicarse, por ejemplo, a un aparato de acondicionamiento de aire configurado únicamente para una operación de enfriamiento de aire.

10 De manera adicional, en la realización descrita en lo anterior, el control de apertura de válvula forzada se lleva a cabo para las válvulas de expansión para las que se ha determinado, por detección de válvula cerrada, que se encuentran en un estado completamente cerrado, pero esta disposición no se ha proporcionado a modo de limitación, y otra opción es, por ejemplo, proporcionar una notificación de una anomalía que asevera que una válvula se encuentra en un estado completamente cerrado sin necesidad de llevar a cabo un control de apertura de válvula forzada.

Aplicabilidad industrial

15 La presente invención es ampliamente aplicable a aparatos de acondicionamiento de aire que tienen un circuito de refrigerante configurado por la conexión de un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior, y que lleva a cabo una operación de enfriamiento de aire en la que el refrigerante se hace circular secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del intercambiador de calor interior.

Lista de signos de referencia

- 1 Aparato de acondicionamiento de aire
- 20 8 Controlador
- 10 Circuito de refrigerante
- 21 Compresor
- 23 Intercambiador de calor exterior
- 29 Sensor de presión de toma
- 25 41a, 41b, 41c Válvula de expansión interior (válvula de expansión)
- 42a, 42b, 42c Intercambiador de calor interior
- 45a, 45b, 45c Sensor de temperatura del lado de líquido
- 46a, 46b, 46c Sensor de temperatura del lado de gas
- 47a, 47b, 47c Sensor de temperatura interior

30

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato de acondicionamiento de aire (1) que tiene un circuito (10) de refrigerante configurado por la conexión de un compresor (21), un intercambiador de calor exterior (23), una válvula de expansión (41a, 41b, 41c) y un intercambiador de calor interior (42a, 42b, 42c), de tal manera que el aparato de acondicionamiento de aire lleva a cabo una operación de enfriamiento de aire en la que el refrigerante se hace circular secuencialmente a través del compresor, del intercambiador de calor exterior, de la válvula de expansión y del intercambiador de calor interior, que comprende:
- 5 un sensor de temperatura (45a, 45b, 45c) del lado de líquido, destinado a detectar una temperatura del refrigerante a la entrada o en una parte intermedia del intercambiador de calor interior, y un sensor de temperatura (46a, 46b, 46c) del lado de gas, destinado a detectar una temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor exterior, de tal manera que los sensores de temperatura se han dispuesto en una sección del circuito del refrigerante que se extiende desde una salida de la válvula de expansión hasta la salida del intercambiador de calor interior; y
- 10 un controlador (8), configurado para controlar el compresor y la válvula de expansión durante la operación de enfriamiento de aire, de tal modo que el controlador se ha configurado para controlar un grado de apertura de la válvula de expansión durante la operación de enfriamiento de aire de manera que un grado de sobrecalentamiento del refrigerante, obtenido restando la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de líquido, de la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura del lado de gas, alcance un grado de sobrecalentamiento de objetivo,
- 15 de modo que el aparato de acondicionamiento de aire comprende, adicionalmente, un sensor de temperatura interior (47a, 47b, 47c) para detectar la temperatura del aire dentro de un espacio de acondicionamiento de aire, por parte del intercambiador de calor; y
- 20 el controlador se ha configurado para determinar que la válvula de expansión está en un estado completamente cerrado cuando las dos temperaturas del refrigerante detectadas por el sensor de temperatura del lado líquido y el sensor de temperatura del lado de gas satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada, en relación con la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior,
- 25 caracterizado por que
- el aparato de acondicionamiento de aire comprende, adicionalmente, un sensor de presión de toma (29) para detectar la presión del refrigerante en un lado de toma del compresor, y por que el controlador se ha configurado para determinar, adicionalmente, que la válvula de expansión está en un estado completamente cerrado cuando las dos temperaturas del refrigerante detectadas por el sensor de temperatura del lado de líquido y por el sensor de temperatura del lado de gas satisfacen una condición de válvula cerrada predeterminada, en relación con una temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma, en una temperatura de saturación del refrigerante, de tal modo que
- 30 la condición de válvula cerrada incluye una primera condición de válvula cerrada, que es la de que la dos temperaturas del refrigerante detectadas por el sensor de temperatura (45a, 45b, 45c) del lado de líquido y por el sensor de temperatura (46a, 46b, 46c) del lado de gas sean más bajas que una primera temperatura de umbral establecida basándose en la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior (47a, 47b, 47c), y más altas que una segunda temperatura de umbral establecida basándose en la temperatura de evaporación del refrigerante, obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma (29) en una temperatura de saturación del refrigerante.
- 35
- 40
- 2.- El aparato de acondicionamiento de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual
- la condición de válvula cerrada incluye, adicionalmente, una segunda condición de válvula cerrada, que es la de que las dos temperaturas del refrigerante detectadas por el sensor de temperatura (45a, 45b, 45c) del lado de líquido y por el sensor de temperatura (46a, 46b, 46c) del lado de gas son más bajas que la primera temperatura de umbral establecida sobre la base de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior (47a, 47b, 47c), y más altas que una tercera temperatura de umbral, establecida sobre la base del valor promedio de la temperatura del aire detectada por el sensor de temperatura interior, y la temperatura de evaporación del refrigerante obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma (29) en una temperatura de saturación del refrigerante; y
- 45
- 50 la condición de válvula cerrada se satisface cuando se satisface la primera condición de válvula cerrada o la segunda condición de válvula cerrada.
- 3.- El aparato de acondicionamiento de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual
- el controlador (8) se ha configurado para controlar una capacidad del compresor (21) durante la operación de enfriamiento de aire, bien de tal manera que la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma (29) alcanza una presión baja de objetivo, o bien de forma que la temperatura de evaporación del refrigerante
- 55

obtenida convirtiendo la presión del refrigerante detectada por el sensor de presión de toma en una temperatura de saturación del refrigerante, alcanza una temperatura de evaporación de objetivo.

5 4.- El aparato de acondicionamiento de aire (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la condición de válvula cerrada incluye, adicionalmente, una condición de que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante sea un valor positivo.

10 5.- El aparato de acondicionamiento de aire (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la condición de válvula cerrada incluye, de manera adicional, una condición de que el grado de apertura de la válvula de expansión (41a, 41b, 41c) sea más pequeño que un grado de apertura de válvula abierta garantizada para el que se garantiza que se consigue el flujo de refrigerante, incluso teniendo en cuenta una diferencia individual de la válvula de expansión.

15 6.- El aparato de acondicionamiento de aire (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el controlador se ha configurado para llevar a cabo un control de apertura de válvula forzada con el fin de aumentar el grado de apertura de la válvula de expansión cuando se determina que la válvula de expansión se encuentra en el estado completamente cerrado.

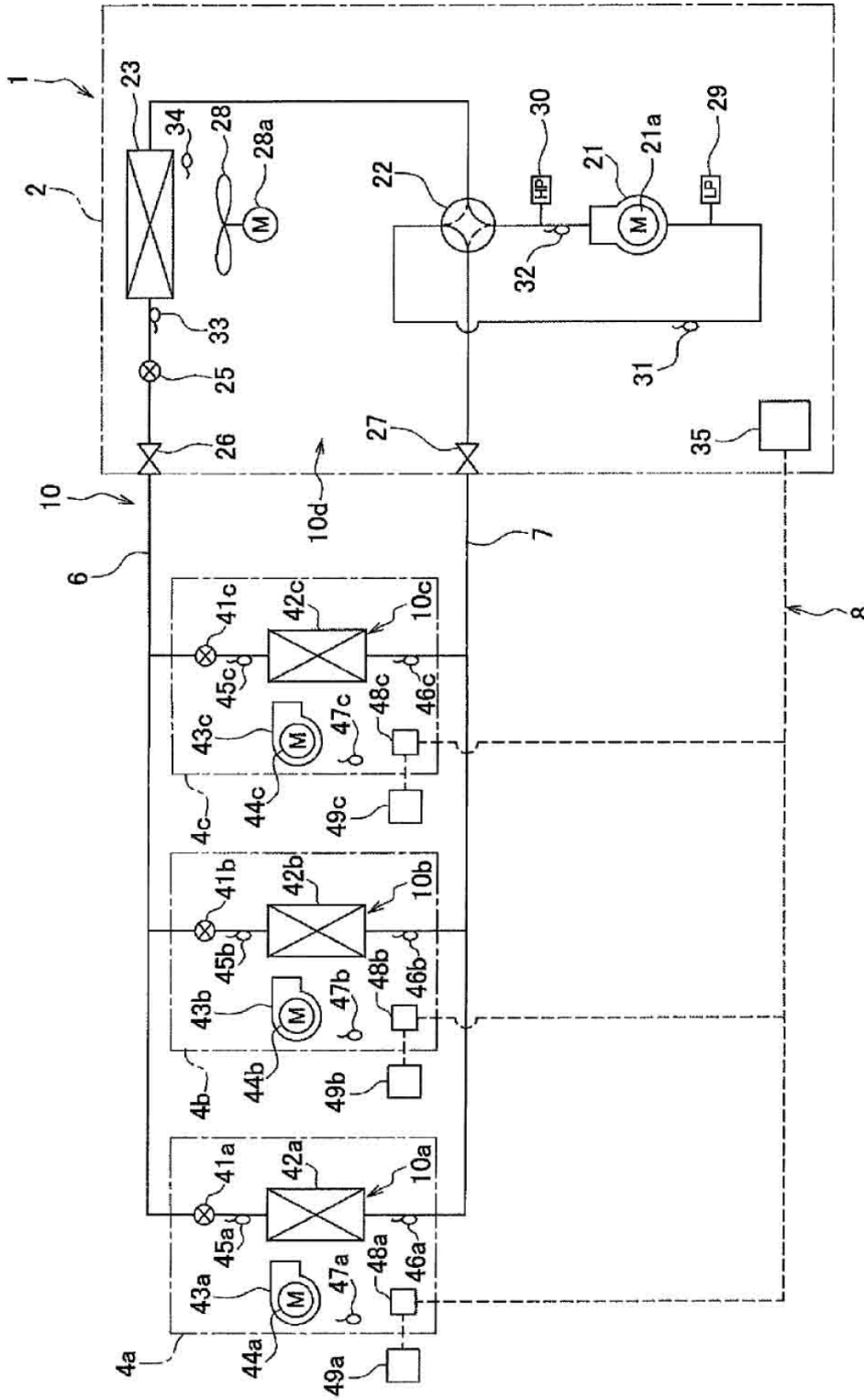


FIG. 1

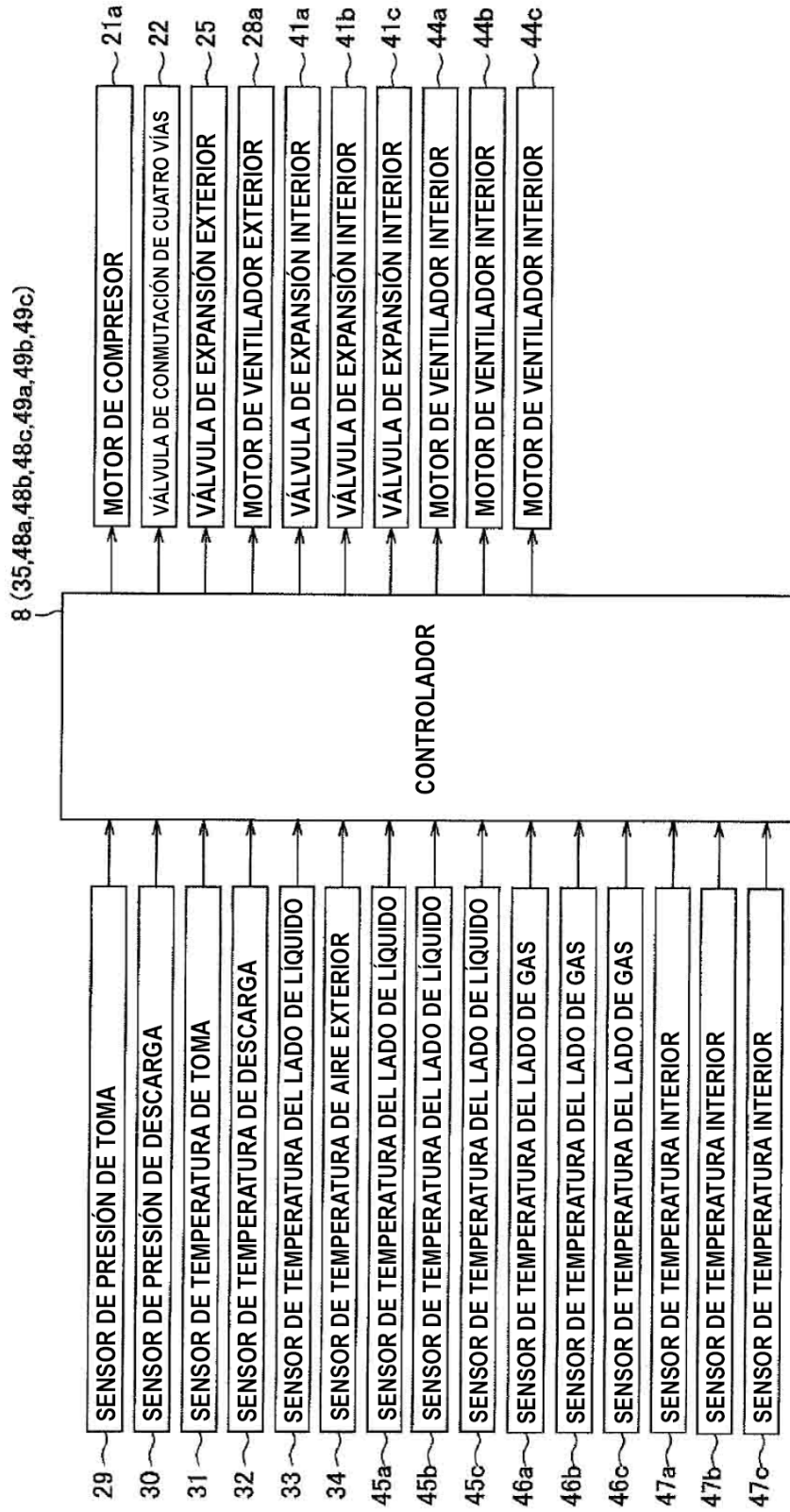


FIG. 2

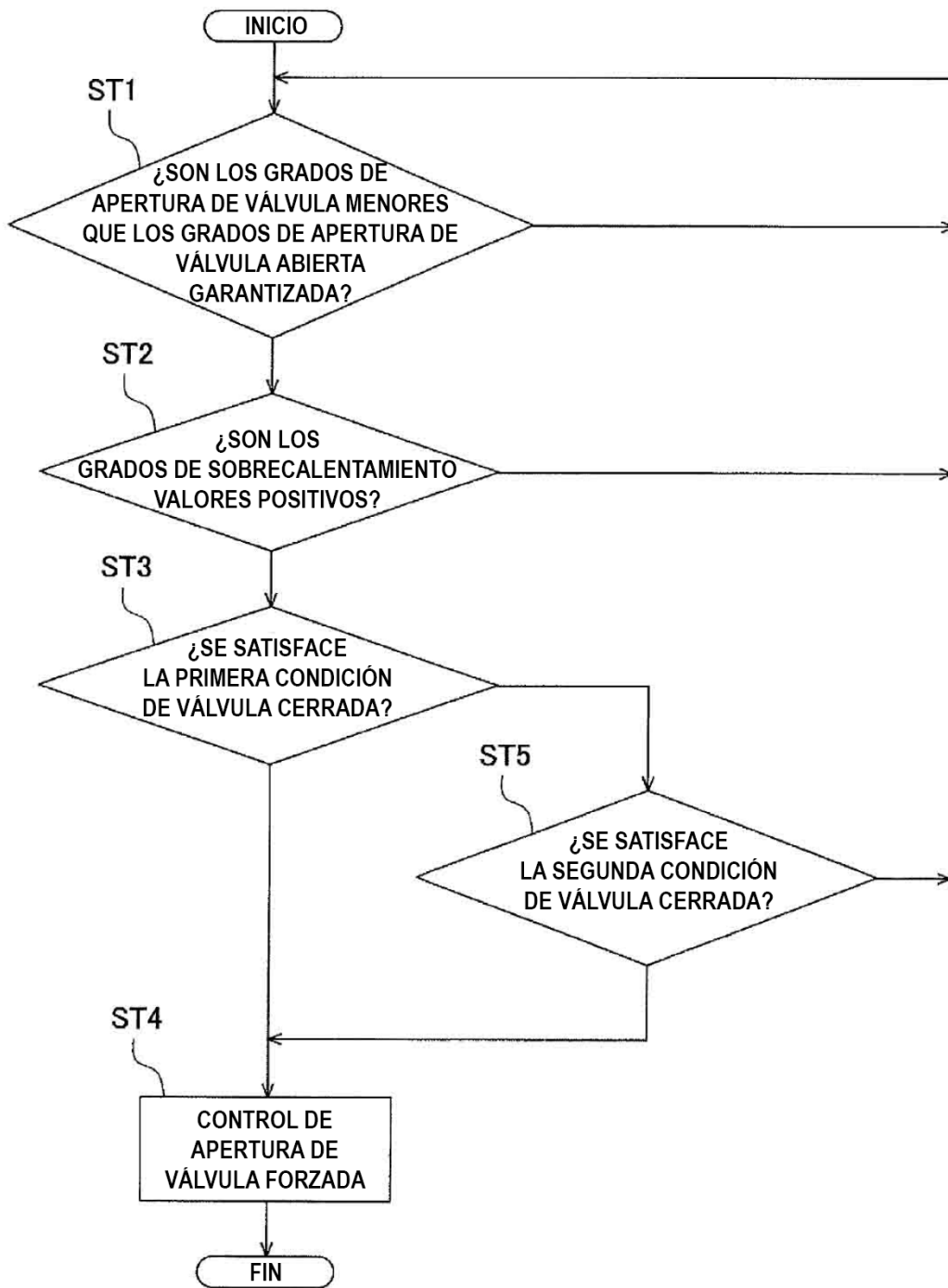


FIG. 3

FIG. 4

PRIMERA CONDICIÓN DE VÁLVULA CERRADA

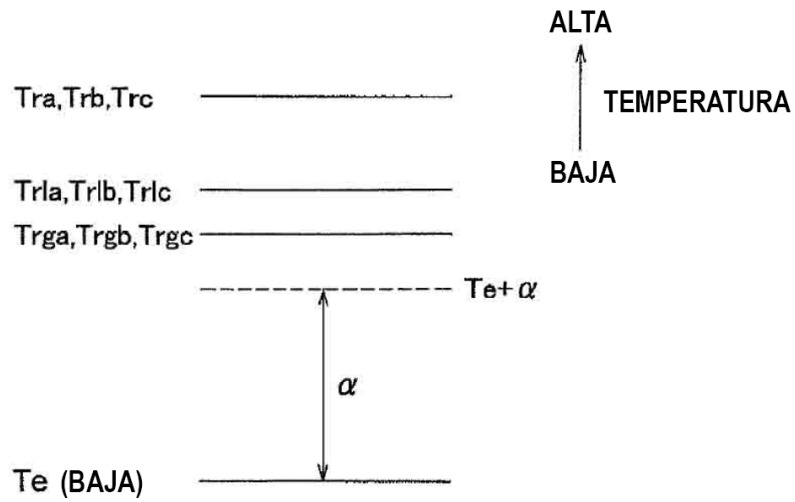


FIG. 5

SEGUNDA CONDICIÓN DE VÁLVULA CERRADA

