(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 683 837**

(51) Int. Cl.:
F24F 11/00 (2008.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2014 PCT/JP2014/073289**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15045777**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2014 E 14849361 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3054231**

(54) Título: **Sistema de acondicionamiento de aire y método para controlar para el mismo**

(30) Prioridad:

30.09.2013 JP 2013204146

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.09.2018

(73) Titular/es:

DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-chome
Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

(72) Inventor/es:

NISHIMURA, TADAFUMI y
KIBO, KOUSUKE

(74) Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 683 837 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de acondicionamiento de aire y método para controlar para el mismo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de acondicionamiento de aire para hacer circular refrigerante entre un intercambiador de calor de lado de fuente de calor y una pluralidad de intercambiadores de calor de lado de uso, y a un método para controlar el mismo.

Técnica anterior

En un aparato de acondicionamiento de aire convencional u otro sistema de acondicionamiento de aire, se realiza un ciclo de refrigeración por compresión de vapor para hacer circular refrigerante en un circuito de refrigerante que tiene un compresor para comprimir el refrigerante, un intercambiador de calor de lado de fuente de calor y un intercambiador de calor de lado de uso para permitir que el refrigerante intercambie calor, y un mecanismo de reducción de presión para reducir la presión del refrigerante. Entre tales sistemas de acondicionamiento de aire, están aquellos en los que una pluralidad de unidades de interior que incluyen intercambiadores de calor de lado de uso están dispuestas en el mismo gran espacio de interior de, por ejemplo, una sala de conferencias o similar, con el fin de acondicionar suficientemente el aire en el mismo espacio de interior.

En un sistema de acondicionamiento de aire que tiene una pluralidad de unidades de interior de esta manera, por ejemplo, el aparato de acondicionamiento de aire divulgado en la solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2011-257126, se mejora la eficacia de funcionamiento sin hacer que las capacidades de la pluralidad de unidades de interior sea insuficiente, ajustando los funcionamientos de la unidad de exterior y la pluralidad de unidades de interior.

Adicionalmente, en el documento US-A-5.303.767 se describe un sistema y un método para controlar el funcionamiento de un sistema de HVAC de calentamiento, ventilación y acondicionamiento de aire para su uso principalmente en un edificio que tiene más de dos zonas de temperatura controlable. Las salas que tienen prioridad para calentarse o enfriarse se identifican como tales en un controlador. El controlador suma las diferencias de temperatura de todos los espacios controlados y hace que el sistema de HVAC funcione en un primer modo, por ejemplo, calentando, si la suma tiene una relación con un valor preseleccionado, por ejemplo, suma >= 0, y hace que el sistema de HVAC funcione en un segundo modo, por ejemplo, enfriando, en caso contrario.

Sumario de la invención

<Problema técnico>

Sin embargo, puesto que se realizan controles individuales sobre la pluralidad de unidades de interior individualmente, hay casos en los que surgen condiciones de manera que, debido al estado de funcionamiento, entre la pluralidad de unidades de interior hay tanto aquellas que están térmicamente activadas como aquellas que están térmicamente desactivadas. En tales casos, hay ocasiones en las que todavía podría mejorarse la eficacia de funcionamiento del sistema en su conjunto aun cuando las eficacias de funcionamiento de las unidades de interior individuales son altas.

Un objeto de la presente invención es hacer más eficaz un sistema de acondicionamiento de aire en el que una pluralidad de unidades de interior están dispuestas en el mismo espacio de interior a lo largo de todo el sistema de acondicionamiento de aire.

<Solución al problema>

Un sistema de acondicionamiento de aire según la presente invención comprende las características de la reivindicación 1, es decir, una pluralidad de unidades de interior instaladas en el mismo espacio de interior, que incluyen intercambiadores de calor de lado de uso respectivos y capaces de fijar temperaturas fijadas individualmente; una unidad de exterior que incluye un intercambiador de calor de lado de fuente de calor para realizar intercambio de calor con refrigerante que circula a través de los intercambiadores de calor de lado de uso; y un dispositivo de control configurado para usar las temperaturas fijadas de las unidades de interior para calcular un valor relacionado de temperatura representativo compartido por las unidades de interior, y conmutar simultáneamente las unidades de interior entre activación térmica y desactivación térmica partiendo de la base del valor relacionado de temperatura representativo.

En el sistema de acondicionamiento de aire del primer aspecto, puesto que la unidad de interior se conmuta simultáneamente entre activación térmica y desactivación térmica partiendo de la base de un valor relacionado de temperatura representativo compartido, es posible evitar casos en los que hay tanto unidades de interior térmicamente activadas como unidades de interior térmicamente desactivadas. Puesto que en este momento se usa

un valor relacionado de temperatura representativo compartido, también puede mejorarse la eficacia de todo el sistema de acondicionamiento de aire.

Adicionalmente, el dispositivo de control usa un valor promedio ponderado como el valor relacionado de temperatura representativo, encontrándose el valor promedio ponderado a partir de las diferencias entre las temperaturas de control respectivas y las temperaturas fijadas de las unidades de interior y ponderándose según al menos uno del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior y el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes del espacio de interior.

En el sistema de acondicionamiento de aire, se encuentra el promedio ponderado en lugar de meramente el promedio a partir de las diferencias entre las temperaturas de control y las temperaturas fijadas de las unidades de interior, por lo que puede realizarse un control que refleja las diferencias entre cada unidad de interior en al menos uno del grado de influencia del entorno térmico del espacio de interior y el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes del espacio de interior.

Según la presente invención, en el dispositivo de control, el valor promedio ponderado puede ponderarse según la capacidad nominal de cada unidad de interior.

Por tanto, las capacidades nominales de las unidades de interior pueden usarse para asignar ponderación según el grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior, y puede reflejarse el grado de influencia que cada unidad de interior tiene ocasionalmente sobre el entorno de interior.

Según la presente invención, en el dispositivo de control, el valor promedio ponderado puede ponderarse según la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior.

Por tanto, las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior pueden usarse para asignar ponderación según el grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior, por lo que puede hacerse hincapié en la diferencia entre la temperatura de control y la temperatura fijada de la unidad de interior que produce la capacidad de acondicionamiento de aire más alta, y puede reflejarse el grado de influencia que cada unidad de interior tiene ocasionalmente sobre el entorno de interior.

Según la presente invención, en el dispositivo de control, el valor promedio ponderado puede ponderarse según un volumen de flujo de aire de cada unidad de interior.

Por tanto, los volúmenes de flujo de aire de las unidades de interior pueden usarse para asignar ponderación según el grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior, por lo que puede hacerse hincapié en la diferencia entre la temperatura de control y la temperatura fijada de la unidad de interior que tiene el mayor volumen de flujo de aire, y puede reflejarse el grado de influencia que cada unidad de interior tiene ocasionalmente sobre el entorno de interior.

Según la presente invención, en el dispositivo de control, el valor promedio ponderado puede ponderarse según la densidad de ocupantes en la zona que rodea a cada unidad de interior.

Por tanto, las densidades de ocupantes en las zonas que rodean a las unidades de interior se usan para asignar ponderación según el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes, por lo que puede darse ponderación a la diferencia entre las temperaturas de control y las temperaturas fijadas de unidades de interior que tienen altas densidades de ocupantes, y es fácil proporcionar un entorno en el que más personas se encontrarán cómodas.

Un sistema de acondicionamiento de aire según un segundo aspecto de la presente invención es el sistema de acondicionamiento de aire según el primer aspecto, en el que las unidades de interior incluyen adicionalmente sopladores de aire respectivos de los que pueden ajustarse los volúmenes de flujo de aire dirigido a los intercambiadores de calor de lado de uso; y el dispositivo de control ajusta los sopladores de aire para cada unidad de interior, reduce los volúmenes de flujo de aire cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas, y aumenta los volúmenes de flujo de aire cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes.

En el sistema de acondicionamiento de aire del segundo aspecto, la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior puede ajustarse de manera autónoma para optimizar la capacidad a través del volumen de flujo de aire del soplador de aire, y pueden suprimirse casos de pérdida de eficacia debido a cambios en las condiciones de activación térmica.

Un sistema de acondicionamiento de aire según un tercer aspecto de la presente invención es el sistema de acondicionamiento de aire según el primer o el segundo aspecto, en el que las unidades de interior incluyen adicionalmente mecanismos de expansión respectivos capaces de ajustar los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento en los lados de salida de los intercambiadores de calor de lado de uso; y el dispositivo de control ajusta los grados de apertura de los mecanismos de expansión en cada unidad de interior, reduce los grados

de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas, y aumenta los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes.

En el sistema de acondicionamiento de aire del tercer aspecto, el grado de apertura del mecanismo de expansión en cada unidad de interior puede ajustarse de manera autónoma para optimizar la capacidad en cada unidad de interior, y pueden suprimirse casos de pérdida de eficacia debido a cambios en las condiciones de activación térmica.

Un sistema de acondicionamiento de aire según un cuarto aspecto de la presente invención es el sistema de acondicionamiento de aire según cualquiera de los aspectos primero a decimoprimero, en el que el dispositivo de control es un controlador centralizado que adquiere datos de la unidad de exterior y las unidades de interior, y envía los datos a la unidad de exterior y las unidades de interior.

En el sistema de acondicionamiento de aire del cuarto aspecto, la unidad de exterior y las unidades de interior pueden gestionarse colectivamente mediante controladores centralizados, y todo el sistema de acondicionamiento de aire se armoniza fácilmente.

Un método para controlar un sistema de acondicionamiento de aire según un quinto aspecto de la presente invención es un método para controlar un sistema de acondicionamiento de aire que comprende las características de la reivindicación 5.

<Efectos ventajosos de la invención>

En el sistema de acondicionamiento de aire según el primer aspecto de la presente invención o el método para controlar un sistema de acondicionamiento de aire según el decimotercer aspecto, puede mejorarse la eficacia global en un sistema de acondicionamiento de aire en el que están dispuestas una pluralidad de unidades de interior en el mismo espacio de interior.

Además, puede mejorarse la eficacia global del sistema de acondicionamiento de aire a la vez que se reflejan las diferencias entre cada unidad de interior en al menos uno del grado de influencia sobre el entorno térmico y el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes.

En más detalle, puede mejorarse la eficacia global del sistema de acondicionamiento de aire a la vez que se refleja la diferencia en el grado de influencia de cada unidad de interior sobre el entorno térmico, usando las capacidades nominales de las unidades de interior, usando las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior, usando los volúmenes de flujo de aire de las unidades de interior y/o usando las densidades de ocupantes de las áreas circundantes de las unidades de interior para proporcionar un entorno que más personas encontrarán cómodo.

En el sistema de acondicionamiento de aire del segundo aspecto, puede mejorarse la eficacia global del sistema de acondicionamiento de aire a la vez que se suprime de manera autónoma la pérdida de eficacia debido a cambios en las condiciones de activación térmica, a través del volumen de flujo de aire del soplador de aire en cada unidad de interior.

En el sistema de acondicionamiento de aire del tercer aspecto, puede mejorarse la eficacia global del sistema de acondicionamiento de aire a la vez que se suprime de manera autónoma la pérdida de eficacia debido a cambios en las condiciones de activación térmica, a través del grado de apertura del mecanismo de expansión en cada unidad de interior.

En el sistema de acondicionamiento de aire del cuarto aspecto, puede mejorarse la eficacia global del sistema de acondicionamiento de aire a la vez que se armoniza todo el sistema de acondicionamiento de aire mediante controladores centralizados.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de circuitos que muestra la configuración esquemática de un aparato de acondicionamiento de aire según una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques para ilustrar el sistema de control del aparato de acondicionamiento de aire.

La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de control de conservación de energía en la operación de enfriamiento de aire.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra el flujo de control de conservación de energía en la operación de calentamiento de aire.

La figura 5 es un gráfico para ilustrar las acciones de las unidades de interior bajo el control de la temperatura promedio.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de control de la temperatura promedio durante el enfriamiento de aire usando diferentes valores de índice ponderado para una evaluación de desactivación térmica y una evaluación de activación térmica.

Descripción de realizaciones

A continuación se describen un aparato de acondicionamiento de aire y un método para controlar el mismo, con referencia a los dibujos, como ejemplo del sistema de acondicionamiento de aire y el método para controlar el mismo según la presente invención.

(1) Configuración del aparato de acondicionamiento de aire

La figura 1 es un dibujo de configuración esquemática de un aparato de acondicionamiento de aire según una realización de la presente invención. El aparato de acondicionamiento de aire 10 es un aparato usado para enfriar y calentar el aire en una sala de un edificio o similar, realizando una operación de ciclo de refrigeración por compresión de vapor. El aparato de acondicionamiento de aire 10 comprende principalmente una unidad de exterior 20 como unidad de fuente de calor, las unidades de interior 40, 50, 60 como una pluralidad de unidades de uso (tres en la presente realización) conectadas en paralelo a la unidad de exterior, y un tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y un tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72 como tubos de comunicación de refrigerante para conectar la unidad de exterior 20 y las unidades de interior 40, 50, 60. Específicamente, un circuito de refrigerante por compresión de vapor 11 del aparato de acondicionamiento de aire 10 de la presente realización está configurado conectando la unidad de exterior 20, las unidades de interior 40, 50, 60, el tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72.

(1-1) Unidades de interior

Las unidades de interior 40, 50, 60 se instalan en una sala 1 tal como, por ejemplo, una sala de conferencias de un edificio empotrándose en, suspendiéndose de o uniéndose de otro modo al techo de la sala, o montándose en o uniéndose de otro modo a una pared de la sala. Las unidades de interior 40, 50, 60 están conectadas a la unidad de exterior 20 a través del tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72, y las unidades de interior constituyen parte del circuito de refrigerante 11.

A continuación se describen las configuraciones de las unidades de interior 40, 50, 60. Puesto que la unidad de interior 40 y las unidades de interior 50, 60 tienen la misma configuración, sólo se describe en el presente documento la configuración de la unidad de interior 40, y no se describen las configuraciones de las unidades de interior 50, 60, que se indican con símbolos que numeran entre los cincuenta y los sesenta en lugar de los símbolos que numeran entre los cuarenta que indican los componentes de la unidad de interior 40.

La unidad de interior 40 tiene principalmente un circuito de refrigerante de lado de interior 11a que constituye parte del circuito de refrigerante 11 (la unidad de interior 50 tiene un circuito de refrigerante de lado de interior 11b y la unidad de interior 60 tiene un circuito de refrigerante de lado de interior 11c). Este circuito de refrigerante de lado de interior 11a tiene principalmente una válvula de expansión de interior 41 como mecanismo de expansión y un intercambiador de calor de interior 42 como intercambiador de calor de lado de uso. En la presente realización, las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 se proporcionan como mecanismos de expansión en las unidades de interior 40, 50, 60 respectivamente, pero la realización no se limita a esto, y puede proporcionarse un mecanismo de expansión (que incluye una válvula de expansión) en la unidad de exterior 20, o en una unidad de conexión independiente de las unidades de interior 40, 50, 60 y la unidad de exterior 20.

La válvula de expansión de interior 41 es una válvula de expansión eléctrica conectada al lado de líquido del intercambiador de calor de interior 42 con el fin de ajustar o manipular de otro modo la velocidad de flujo del refrigerante que fluye dentro del circuito de refrigerante de lado de interior 11a, y también es capaz de bloquear el paso de refrigerante.

El intercambiador de calor de interior 42 es un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal configurado a partir de, por ejemplo, un tubo de transferencia de calor y numerosas aletas, y este intercambiador de calor funciona como un evaporador de refrigerante para enfriar aire de interior durante una operación de enfriamiento de aire, y funciona como un condensador de refrigerante para calentar aire de interior durante una operación de calentamiento de aire.

La unidad de interior 40 tiene un ventilador de interior 43 como un soplador de aire para introducir aire de interior en la unidad, y suministrar aire de interior sometido a intercambio de calor como aire de suministro dentro de la sala después de que el aire haya intercambiado calor con el refrigerante en el intercambiador de calor de interior 42. El

ventilador de interior 43 es un ventilador capaz de variar el volumen de flujo de aire del aire suministrado al intercambiador de calor de interior 42 dentro de un intervalo de volumen de flujo de aire predeterminado, y es un ventilador centrífugo, un ventilador de múltiples palas o similar, accionado por un motor 43m compuesto por, por ejemplo, un motor de ventilador de CC o similar. El ventilador de interior 43 puede fijarse selectivamente en cualquiera de los modos siguientes: modo de volumen de flujo de aire constante en el que el volumen de flujo de aire se fija a uno de tres volúmenes de flujo de aire constantes incluyendo flujo de aire bajo que tiene el volumen de flujo de aire más bajo, flujo de aire alto que tiene el volumen de flujo de aire más alto, y flujo de aire medio de un grado intermedio entre flujo de aire bajo y flujo de aire alto; modo de control de volumen de flujo de aire automático en el que el volumen de flujo de aire se varía automáticamente desde flujo de aire bajo hasta flujo de aire alto según el grado de sobrecalentamiento SH, el grado de subenfriamiento SC y/u otros factores; y modo de fijación de volumen de flujo de aire en el que el volumen de flujo de aire se varía manualmente a través de un controlador remoto u otro dispositivo de entrada. Específicamente, cuando un usuario selecciona o bien “flujo de aire bajo”, “flujo de aire medio”, o bien “flujo de aire alto” usando, por ejemplo, un controlador remoto, el modo será modo de volumen de flujo de aire constante en el que el volumen de flujo de aire es constante a flujo de aire bajo, y cuando un usuario selecciona “automático”, el modo será modo de control de volumen de flujo de aire automático en el que el volumen de flujo de aire se varía automáticamente según el estado de funcionamiento. En el presente documento se facilita una descripción de la configuración por la que la velocidad de ventilador del volumen de flujo de aire del ventilador de interior 43 se conmuta entre los tres niveles “flujo de aire bajo”, “flujo de aire medio” y “flujo de aire alto”. El volumen de flujo de aire del ventilador de interior Ga, que es el volumen de flujo de aire del ventilador de interior 43, puede derivarse a partir de un cálculo usando, por ejemplo, la velocidad de rotación del motor 43m como parámetro. Los métodos alternativos incluyen derivar el volumen de flujo de aire del ventilador de interior Ga a partir de un cálculo basado en el valor de corriente eléctrica del motor 43m, que se deriva del volumen de flujo de aire del ventilador de interior Ga a partir de un cálculo basado en la velocidad de ventilador fijada y otros métodos.

También se proporcionan diversos sensores en la unidad de interior 40. En el lado de líquido del intercambiador de calor de interior 42, se proporciona un sensor de temperatura en línea de líquido 44 para detectar la temperatura del refrigerante (es decir, la temperatura del refrigerante correspondiente a la temperatura de condensación Tc durante la operación de calentamiento de aire o la temperatura de evaporación Te durante la operación de enfriamiento de aire). En el lado de gas del intercambiador de calor de interior 42, se proporciona un sensor de temperatura en línea de gas 45 para detectar la temperatura del refrigerante. En el lado de orificio de entrada para aire de interior de la unidad de interior 40, se proporciona un sensor de temperatura de interior 46 para detectar la temperatura del aire de interior que fluye dentro de la unidad (es decir, la temperatura de interior Tr). Por ejemplo, pueden usarse termistores para el sensor de temperatura en línea de líquido 44, el sensor de temperatura en línea de gas 45 y el sensor de temperatura de interior 46. La unidad de interior 40 también tiene un dispositivo de control de lado de interior 47 para controlar las acciones de los componentes que constituyen la unidad de interior 40. El dispositivo de control de lado de interior 47 tiene una unidad de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a para calcular la capacidad de acondicionamiento de aire actual y otros parámetros en la unidad de interior 40, y una unidad de cálculo de la temperatura requerida 47b para calcular, partiendo de la base de la capacidad de acondicionamiento de aire actual, la temperatura de evaporación requerida Ter o la temperatura de condensación requerida Tcr necesaria para lograr dicha capacidad (véase la figura 2). El dispositivo de control de lado de interior 47, que tiene un microordenador (no mostrado), una memoria 47c y/o similar proporcionados con el fin de controlar la unidad de interior 40, está diseñado para ser capaz de intercambiar señales de control y similares con un controlador remoto (no mostrado) para hacer funcionar individualmente la unidad de interior 40, e intercambiar señales de control y similares con la unidad de exterior 20 a través de una línea de transmisión 80a.

(1-2) Unidad de exterior

La unidad de exterior 20 se instala en el exterior de un edificio o similar y está conectada a las unidades de interior 40, 50, 60 a través del tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72, y la unidad de exterior 20 junto con las unidades de interior 40, 50, 60 constituye el circuito de refrigerante 11.

A continuación se describe la configuración de la unidad de exterior 20. La unidad de exterior 20 tiene principalmente un circuito de refrigerante de lado de exterior 11d que constituye parte del circuito de refrigerante 11. Este circuito de refrigerante de lado de exterior 11d tiene principalmente un compresor 21, una válvula de conmutación de cuatro vías 22, un intercambiador de calor de exterior 23 como intercambiador de calor de lado de fuente de calor, una válvula de expansión de exterior 38 como mecanismo de expansión, un acumulador 24, una válvula de cierre de lado de líquido 26 y una válvula de cierre de lado de gas 27.

El compresor 21 es un compresor del que puede variarse la capacidad de funcionamiento, y es un compresor de desplazamiento positivo accionado por un motor 21m del que se controla la velocidad de rotación mediante un inversor. Sólo hay un compresor 21 de la unidad de exterior 20 representado en el presente documento, pero puede haber dos o más compresores en casos tales como cuando hay un gran número de unidades de interior conectadas.

La válvula de conmutación de cuatro vías 22 es una válvula para conmutar el sentido del flujo de refrigerante. Durante la operación de enfriamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 conecta el lado de

descarga del compresor 21 y el lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23, y conecta el lado de entrada del compresor 21 (específicamente, el acumulador 24) y el lado del tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72 (estado de operación de enfriamiento de aire: véanse las líneas continuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la figura 1), con el fin de hacer que el intercambiador de calor de exterior 23 funcione como un condensador del refrigerante comprimido por el compresor 21 y que los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 funcionen como evaporadores del refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior 23. Durante la operación de calentamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 puede conectarse al lado de descarga del compresor 21 y al lado del tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72, y conecta el lado de entrada del compresor 21 y el lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23 (estado de operación de calentamiento de aire: véanse las líneas discontinuas de la válvula de conmutación de cuatro vías 22 en la figura 1), con el fin de hacer que los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 funcionen como condensadores del refrigerante comprimido por el compresor 21 y que el intercambiador de calor de exterior 23 funcione como un evaporador del refrigerante condensado en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62.

El intercambiador de calor de exterior 23 es, por ejemplo, un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal, y es un dispositivo para permitir intercambio de calor entre aire y refrigerante con el fin de usar aire como fuente de calor. El intercambiador de calor de exterior 23 es un intercambiador de calor que funciona como un condensador de refrigerante durante la operación de enfriamiento de aire, y funciona como un evaporador de refrigerante durante la operación de calentamiento de aire. El lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23 está conectado a la válvula de conmutación de cuatro vías 22, y el lado de líquido está conectado a la válvula de expansión de exterior 38.

La válvula de expansión de exterior 38 es una válvula de expansión eléctrica dispuesta en lo que es, durante la operación de enfriamiento de aire, el lado aguas abajo del intercambiador de calor de exterior 23 en el sentido del flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante 11, con el fin de ajustar la presión, la velocidad de flujo y/u otras características del refrigerante que fluye dentro del circuito de refrigerante de lado de exterior 11d. En otras palabras, la válvula de expansión de exterior 38 está conectada al lado de líquido del intercambiador de calor de exterior 23.

La unidad de exterior 20 tiene un ventilador de exterior 28 como soplador de aire para introducir aire de exterior en la unidad, y descargar el aire fuera de la sala después de que el aire haya intercambiado calor con el refrigerante en el intercambiador de calor de exterior 23. Este ventilador de exterior 28 es un ventilador capaz de variar el volumen de flujo de aire del aire suministrado al intercambiador de calor de exterior 23, y es un ventilador de hélice o similar accionado por un motor 28m compuesto por, por ejemplo, un motor de ventilador de CC o similar.

La válvula de cierre de lado de líquido 26 y la válvula de cierre de lado de gas 27 son válvulas proporcionadas en los orificios que conectan con el tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72. La válvula de cierre de lado de líquido 26 está dispuesta en lo que es, durante la operación de enfriamiento de aire, el lado aguas abajo de la válvula de expansión de exterior 38 y el lado aguas arriba del tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 en el sentido del flujo de refrigerante en el circuito de refrigerante 11, y es capaz de bloquear el paso de refrigerante. La válvula de cierre de lado de gas 27 está conectada a la válvula de conmutación de cuatro vías 22 y es capaz de bloquear el paso de refrigerante.

La unidad de exterior 20 está dotada de un sensor de presión de entrada 29 para detectar la presión de entrada del compresor 21 (es decir, la presión de refrigerante correspondiente a la presión de evaporación Pe durante la operación de enfriamiento de aire), un sensor de presión de descarga 30 para detectar la presión de descarga del compresor 21 (es decir, la presión de refrigerante correspondiente a la presión de condensación Pc durante la operación de calentamiento de aire), un sensor de temperatura de entrada 31 para detectar la temperatura de entrada del compresor 21, y un sensor de temperatura de descarga 32 para detectar la temperatura de descarga del compresor 21. Previsto en el lado de orificio de entrada para el aire de exterior de la unidad de exterior 20 hay un sensor de temperatura de exterior 36 para detectar la temperatura del aire de exterior (es decir, la temperatura de exterior) que fluye dentro de la unidad. Por ejemplo, pueden usarse termistores para el sensor de temperatura de entrada 31, el sensor de temperatura de descarga 32 y el sensor de temperatura de exterior 36. La unidad de exterior 20 también tiene un dispositivo de control de lado de exterior 37 para controlar las acciones de los componentes que constituyen la unidad de exterior 20. El dispositivo de control de lado de exterior 37 cuenta con una unidad de designación de valor objetivo 37a para designar una temperatura de evaporación objetivo Tet o una temperatura de condensación objetivo Tct (alternativamente, una diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet o una diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct) para controlar la capacidad de funcionamiento del compresor 21, tal como se muestra en la figura 2. El dispositivo de control de lado de exterior 37 también tiene un microordenador (no mostrado) proporcionado con el fin de controlar la unidad de exterior 20, una memoria 37b, un circuito de inversor para controlar el motor 21m y/o similar, y el dispositivo de control de lado de exterior 37 está diseñado para ser capaz de intercambiar señales de control y similares con los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60 a través de la línea de transmisión 80a. Específicamente, un dispositivo de control de funcionamiento 80 para realizar control de funcionamiento en todo el aparato de acondicionamiento de aire 10 está configurado a partir de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67, el dispositivo de control de lado de exterior 37 y la línea de transmisión 80a que conecta los dispositivos de control.

El dispositivo de control de funcionamiento 80 está conectado para ser capaz de recibir las señales de detección del sensor de presión de entrada 29, el sensor de presión de descarga 30, el sensor de temperatura de entrada 31, el sensor de temperatura de descarga 32, el sensor de temperatura de exterior 36, los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64, los sensores de temperatura en línea de gas 45, 55, 65 y los sensores de temperatura de interior 46, 56, 66, tal como se muestra en la figura 2. El dispositivo de control de funcionamiento 80 también está conectado al compresor 21, la válvula de conmutación de cuatro vías 22, el ventilador de exterior 28, la válvula de expansión de exterior 38, las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61, los ventiladores de interior 43, 53, 63, y otros componentes para ser capaz de controlar la unidad de exterior 20 y las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de estas señales de detección y otros factores. Además, diversos datos para controlar el aparato de acondicionamiento de aire 10 se almacenan en las memorias 37b, 47c, 57c, 67c que constituyen el dispositivo de control de funcionamiento 80.

(1-3) Tubo de comunicación de refrigerante

Los tubos de comunicación de refrigerante 71, 72 son tubos de refrigerante construidos *in situ* cuando se instala el aparato de acondicionamiento de aire 10 en un edificio u otra ubicación de instalación, y se usan tubos de diversas longitudes y/o diámetros dependiendo de la ubicación de instalación, la combinación de los modelos de la unidad de exterior y las unidades de interior, y otras condiciones de instalación. Por ejemplo, cuando se instala un nuevo aparato de acondicionamiento de aire 10 en un edificio o similar, el aparato de acondicionamiento de aire 10 se llena con la cantidad adecuada de refrigerante dependiendo de las longitudes y los diámetros de los tubos de comunicación de refrigerante 71, 72, y/u otras condiciones de instalación.

Tal como se describió anteriormente, los circuitos de refrigerante de lado de interior 11a, 11b, 11c, el circuito de refrigerante de lado de exterior 11d y los tubos de comunicación de refrigerante 71, 72 están conectados, constituyendo el circuito de refrigerante 11 del aparato de acondicionamiento de aire 10. El aparato de acondicionamiento de aire 10 está diseñado de modo que el funcionamiento lo realice el dispositivo de control de funcionamiento 80 configurado a partir de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 y el dispositivo de control de lado de exterior 37, mientras que la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire se conmutan por la válvula de conmutación de cuatro vías 22, y los diversos dispositivos de la unidad de exterior 20 y las unidades de interior 40, 50, 60 se controlan según cargas de funcionamiento de las unidades de interior 40, 50, 60.

(2) Acciones del aparato de acondicionamiento de aire

Durante la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire 10, se realiza el control de la temperatura de interior en las unidades de interior 40, 50, 60, en las que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se acercan a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3 fijadas individualmente para cada una de las unidades de interior 40, 50, 60 por un usuario a través de un controlador remoto u otro dispositivo de entrada. En este control de la temperatura de interior, cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan al modo de control de volumen de flujo de aire automático, se ajustan el volumen de flujo de aire del ventilador de interior 43 y el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 41 de modo que la temperatura de interior Tr1 se aproxima a la temperatura fijada Ts1, se ajustan el volumen de flujo de aire del ventilador de interior 53 y el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 51 de modo que la temperatura de interior Tr2 se aproxima a la temperatura fijada Ts2, y se ajustan el volumen de flujo de aire del ventilador de interior 63 y el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 61 de modo que la temperatura de interior Tr3 converge en la temperatura fijada Ts3.

Cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan a modo de volumen de flujo de aire constante, se ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 41 de modo que la temperatura de interior Tr1 se aproxima a la temperatura fijada Ts1, se ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 51 de modo que la temperatura de interior Tr2 se aproxima a la temperatura fijada Ts2, y se ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 61 de modo que la temperatura de interior Tr3 se aproxima a la temperatura fijada Ts3. Lo que se controla ajustando los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 es el grado de sobrecalentamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 durante la operación de enfriamiento de aire, y el grado de subenfriamiento en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 durante la operación de calentamiento de aire.

(2-1) Operación de enfriamiento de aire

En primer lugar, se describe la operación de enfriamiento de aire usando la figura 1.

Durante la operación de enfriamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 está en el estado indicado por las líneas continuas en la figura 1, es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 21 está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23, y el lado de entrada del compresor 21 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 a través de la válvula de cierre de lado de gas 27 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72. La válvula de expansión de exterior 38 está

completamente abierta en este momento. La válvula de cierre de lado de líquido 26 y la válvula de cierre de lado de gas 27 están abiertas. El grado de apertura de la válvula de expansión de interior 41 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento SH1 del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de interior 42 (es decir, el lado de gas del intercambiador de calor de interior 42) alcanza un grado de sobrecalentamiento objetivo SHt1, el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 51 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento SH2 del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de interior 52 (es decir, el lado de gas del intercambiador de calor de interior 52) es constante en un grado de sobrecalentamiento objetivo SHt2, y el grado de apertura de la válvula de expansión de interior 61 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento SH3 del refrigerante en la salida del intercambiador de calor de interior 62 (es decir, el lado de gas del intercambiador de calor de interior 62) alcanza un grado de sobrecalentamiento objetivo SHt3.

Los grados de sobrecalentamiento objetivo SHt1, SHt2, SHt3 se fijan a los valores de temperatura óptimos con el fin de que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximen a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3 dentro de un intervalo de grado de sobrecalentamiento predeterminado. Los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 se detectan respectivamente restando los valores de temperatura del refrigerante (correspondiente a la temperatura de evaporación Te) detectados por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 de los valores de temperatura del refrigerante detectados por los sensores de temperatura en línea de gas 45, 55, 65. Los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 no se limitan a detectarse mediante el método anterior, y pueden detectarse convirtiendo la presión de entrada del compresor 21 detectada por el sensor de presión de entrada 29 en un valor de temperatura de saturación correspondiente a la temperatura de evaporación Te, y restando este valor de temperatura de saturación de refrigerante de los valores de temperatura del refrigerante detectados por los sensores de temperatura en línea de gas 45, 55, 65.

Aunque no se emplean en la presente realización, los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 pueden detectarse proporcionando sensores de temperatura para detectar las temperaturas del refrigerante que fluye dentro de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, y restando los valores de temperatura del refrigerante correspondientes a las temperaturas de evaporación Te detectadas por esos sensores de temperatura de los valores de temperatura del refrigerante detectados por los sensores de temperatura en línea de gas 45, 55, 65.

Cuando el compresor 21, el ventilador de exterior 28 y los ventiladores de interior 43, 53, 63 se hacen funcionar durante este estado del circuito de refrigerante 11, se introduce refrigerante gaseoso a baja presión en el compresor 21 y se comprime hasta refrigerante gaseoso a alta presión. El refrigerante gaseoso a alta presión se envía entonces al intercambiador de calor de exterior 23 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, y el refrigerante intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 28 y se condensa hasta refrigerante líquido a alta presión. El refrigerante líquido a alta presión se envía a las unidades de interior 40, 50, 60 a través de la válvula de cierre de lado de líquido 26 y el tubo de comunicación de refrigerante líquido 71.

La presión del refrigerante líquido a alta presión enviado a las unidades de interior 40, 50, 60 se reduce casi hasta la presión de entrada del compresor 21 por las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61, convirtiéndose en refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión que se envía a los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, y el refrigerante intercambia calor con el aire de interior en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 y se evapora hasta refrigerante gaseoso a baja presión.

Este refrigerante gaseoso a baja presión se envía a la unidad de exterior 20 a través del tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72, y el refrigerante fluye a través de la válvula de cierre de lado de gas 27 y la válvula de conmutación de cuatro vías 22 dentro del acumulador 24. El refrigerante gaseoso a baja presión que ha fluido dentro del acumulador 24 se introduce de nuevo en el compresor 21. Puede realizarse una operación de enfriamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire 10, en la que el intercambiador de calor de exterior 23 se hace funcionar como un condensador del refrigerante comprimido en el compresor 21, y los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 se hacen funcionar como evaporadores del refrigerante condensado en el intercambiador de calor de exterior 23 y entonces se envían a través del tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61. En el aparato de acondicionamiento de aire 10, puesto que las unidades de interior 40, 50, 60 no tienen mecanismos para ajustar la presión del refrigerante en los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 comparten todos una presión de evaporación Pe común.

Se realiza el control de conservación de energía durante esta operación de enfriamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire 10. El control de conservación de energía durante la operación de enfriamiento de aire se describe a continuación partiendo de la base del diagrama de flujo de la figura 3.

En primer lugar, en la etapa S11, las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60 calculan respectivamente las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 en las unidades de interior 40, 50, 60

partiendo de la base de las diferencias de temperatura ΔTer1, ΔTer2, ΔTer3 que son las diferencias de temperatura entre las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 y la temperatura de evaporación Te, los volúmenes de flujo de aire del ventilador de interior Ga1, Ga2, Ga3 producidos por los ventiladores de interior 43, 53, 63, y los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3, en ese punto en el tiempo. Las capacidades de acondicionamiento de aire calculadas Q11, Q12, Q13 se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. Las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 también pueden calcularse usando la temperatura de evaporación Te en lugar de las diferencias de temperatura ΔTer1, ΔTer2, ΔTer3.

En la etapa S12, las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a calculan respectivamente los desplazamientos ΔQ1, ΔQ2, ΔQ3 de las capacidades de acondicionamiento de aire en el espacio de interior partiendo de la base de las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 calculadas respectivamente por los sensores de temperatura de interior 46, 56, 66, y las diferencias de temperatura ΔT1, ΔT2, ΔT3 con las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3 fijadas por un usuario a través de un controlador remoto o similar en ese momento. Las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a calculan respectivamente entonces las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23 añadiendo los desplazamientos a las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13. Las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23 calculadas se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67.

Aunque no se muestra en la figura 3, cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan al modo de control de volumen de flujo de aire automático en las unidades de interior 40, 50, 60 tal como se describió anteriormente, se realiza el control de la temperatura de interior para ajustar los volúmenes de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 y los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23, de modo que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximan respectivamente a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3. Cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan al modo de volumen de flujo de aire constante, se realiza el control de la temperatura de interior para ajustar los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23, de modo que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximan respectivamente a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3.

Específicamente, debido al control de la temperatura de interior, las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior 40, 50, 60 se mantienen respectivamente entre las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 y las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23 descritas anteriormente. Esencialmente, el equivalente de la cantidad de calor intercambiado en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 está entre las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 de las unidades de interior 40, 50, 60 y las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23. Por tanto, durante el control de conservación de energía cuando ha transcurrido tiempo suficiente después del comienzo de la operación y se ha alcanzado un estado casi estacionario, las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 de las unidades de interior 40, 50, 60 y/o las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23 son casi equivalentes a las cantidades actuales de calor intercambiado en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62.

En la etapa S13, se hace una confirmación de si el modo fijado de volumen de flujo de aire en los controladores remotos de los ventiladores de interior 43, 53, 63 es el modo de control de volumen de flujo de aire automático o el modo de volumen de flujo de aire constante. Cuando el modo fijado de volumen de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 es el modo de control de volumen de flujo de aire automático, la secuencia pasa a la etapa S14, y cuando el modo es el modo de volumen de flujo de aire constante, la secuencia pasa a la etapa S15.

En la etapa S14, las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b calculan respectivamente las temperaturas de evaporación requeridas Ter1, Ter2, Ter3 de las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23, los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} (los volúmenes de flujo de aire en “flujo de aire alto”) de los ventiladores de interior 43, 53, 63, y los valores mínimos de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3}. Las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b también calculan respectivamente las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3, que son las temperaturas de evaporación requeridas Ter1, Ter2, Ter3 menos las temperaturas de evaporación Te1, Te2, Te3 detectadas por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 en ese momento. El término “valor mínimo de grado de sobrecalentamiento SH_{min}” usado en el presente documento se refiere al valor mínimo del intervalo en el que el grado de sobrecalentamiento puede fijarse ajustando los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61, los valores respectivos SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3} se fijan según el modelo, y los valores fijados en ocasiones son diferentes entre sí y en ocasiones son iguales entre sí. En las unidades de interior 40, 50, 60, cuando los volúmenes de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 y/o los grados de sobrecalentamiento se llevan a los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3}, si no están actualmente en los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3}, es posible crear un estado en el que se muestran mayores cantidades de calor intercambiado que las cantidades actuales en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Por tanto,

una cantidad de estado de funcionamiento que implica los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3} es una cantidad de estado de funcionamiento que puede crear un estado en el que se muestran mayores cantidades de calor intercambiado que las cantidades actuales en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Las diferencias de temperatura de evaporación calculadas ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3 se almacenan entonces respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67.

En la etapa S15, las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b calculan respectivamente las temperaturas de evaporación requeridas Ter1, Ter2, Ter3 de las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q21, Q22, Q23, los volúmenes de flujo de aire constantes Ga1, Ga2, Ga3 (por ejemplo, los volúmenes de flujo de aire en “flujo de aire medio”) de los ventiladores de interior 43, 53, 63, y los valores mínimos de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}, SH_{min2}, SH_{min3}. Las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b también calculan respectivamente las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3, que son las temperaturas de evaporación requeridas Ter1, Ter2, Ter3 menos la temperatura de evaporación Te detectada por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 en ese momento. Las diferencias de temperatura de evaporación calculadas ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3 se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. En esta etapa S15, se emplean los volúmenes de flujo de aire constantes Ga1, Ga2, Ga3 en lugar de los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3}, pero el fin de esto es priorizar los volúmenes de flujo de aire fijados por el usuario, y los volúmenes de flujo de aire se reconocerán como valores máximos de volumen de flujo de aire dentro del intervalo fijado por el usuario.

En la etapa S16, las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3, que se habían almacenado respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 en las etapas S14 y S15, se envían al dispositivo de control de lado de exterior 37 y se almacenan en la memoria 37b del dispositivo de control de lado de exterior 37. La unidad de designación de valor objetivo 37a del dispositivo de control de lado de exterior 37 designa entonces una diferencia de temperatura de evaporación mínima ΔTe_{min}, que es el mínimo entre las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3, como la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet. Por ejemplo, cuando las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3 de las unidades de interior 40, 50, 60 son 1 ºC, 0 ºC y -2 ºC, la ΔTe_{min} es de -2 ºC.

En la etapa S17, se controla la capacidad de funcionamiento del compresor 21 de modo que la temperatura de evaporación se acerca a la nueva temperatura de evaporación objetivo Tet actualizada con la ΔTe_{min}. Por tanto, como resultado de la capacidad de funcionamiento del compresor 21 que se controla partiendo de la base de la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet, en la unidad de interior (suponiendo la unidad de interior 40 en este caso) que había calculado la diferencia de temperatura de evaporación mínima ΔTe_{min} empleada como la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet, el ventilador de interior 43 se ajusta para alcanzar el valor máximo de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1} cuando se fija al modo de control de volumen de flujo de aire automático, y la válvula de expansión de interior 41 se ajusta de modo que el grado de sobrecalentamiento SH en la salida del intercambiador de calor de interior 42 alcanza el valor mínimo de grado de sobrecalentamiento SH_{min1}.

Las funciones de intercambio de calor de enfriamiento de aire, que difieren para cada una de las unidades de interior 40, 50, 60 y tienen en cuenta las relaciones de las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q11, Q12, Q13 (Q21, Q22, Q23), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 y las diferencias de temperatura ΔTer1, ΔTer2, ΔTer3 de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60, se usan para calcular las capacidades de acondicionamiento de aire Q11, Q12, Q13 en la etapa S11 y para calcular las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3 en la etapa S14 o S15. Estas funciones de intercambio de calor de enfriamiento de aire son expresiones relacionales asociadas con las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q11, Q12, Q13 (Q21, Q22, Q23), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 y las diferencias de temperatura ΔTer1, ΔTer2, ΔTer3 que representan las características de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, y estas funciones se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60. Una variable entre las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q11, Q12, Q13 (Q21, Q22, Q23), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de sobrecalentamiento SH1, SH2, SH3 y las diferencias de temperatura ΔTer1, ΔTer2, ΔTer3 se determina introduciendo las otras tres variables en las funciones de intercambio de calor de enfriamiento de aire. Las diferencias de temperatura de evaporación ΔTe1, ΔTe2, ΔTe3 pueden llevarse de ese modo a los valores adecuados con precisión, y la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet puede determinarse con exactitud. Por tanto, pueden impedirse aumentos excesivos de la temperatura de evaporación Te. Por tanto, pueden impedirse el exceso y la deficiencia en las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior 40, 50, 60, pueden lograrse los estados óptimos de las unidades de interior 40, 50, 60 de manera rápida y estable y puede mostrarse un mayor efecto de conservación de energía.

La temperatura de evaporación objetivo Tet se actualiza partiendo de la base de la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet en este flujo para controlar la capacidad de funcionamiento del compresor 21, pero la temperatura de evaporación objetivo no se limita a la diferencia de temperatura de evaporación objetivo ΔTet, la

unidad de designación de valor objetivo 37a puede designar el valor mínimo de la temperatura de evaporación requerida Ter calculada en las unidades de interior 40, 50, 60 como la temperatura de evaporación objetivo Tet, y la capacidad de funcionamiento del compresor 21 puede controlarse partiendo de la base de la temperatura de evaporación objetivo asignada Tet.

(2-2) Operación de calentamiento de aire

A continuación, se describe la operación de calentamiento de aire usando la figura 1.

Durante la operación de calentamiento de aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 22 está en el estado indicado por las líneas discontinuas en la figura 1 (el estado de operación de calentamiento de aire), es decir, un estado en el que el lado de descarga del compresor 21 está conectado a los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 a través de la válvula de cierre de lado de gas 27 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72, y el lado de entrada del compresor 21 está conectado al lado de gas del intercambiador de calor de exterior 23. El grado de apertura de la válvula de expansión de exterior 38 se ajusta con el fin de despresurizar el refrigerante que fluye dentro del intercambiador de calor de exterior 23 hasta una presión a la que el refrigerante puede evaporarse (es decir, la presión de evaporación Pe) en el intercambiador de calor de exterior 23. La válvula de cierre de lado de líquido 26 y la válvula de cierre de lado de gas 27 se abren. Los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 se ajustan de modo que los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 alcanzan respectivamente grados de subenfriamiento objetivo SCt1, SCt2, SCt3. Los grados de subenfriamiento objetivo SCt1, SCt2, SCt3 se fijan a valores de temperatura óptimos con el fin de que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximen a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3 dentro del intervalo de grado de subenfriamiento especificado según el estado de funcionamiento en ese momento. Los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 se detectan convirtiendo la presión de descarga Pd del compresor 21 detectada por el sensor de presión de descarga 30 en un valor de temperatura de saturación correspondiente a la temperatura de condensación Tc, y restando los valores de temperatura del refrigerante detectados por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 de este valor de temperatura de saturación del refrigerante.

Aunque no se emplean en la presente realización, pueden proporcionarse sensores de temperatura para detectar la temperatura del refrigerante que fluye dentro de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, y los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 del refrigerante en las salidas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 pueden detectarse restando los valores de temperatura del refrigerante correspondientes a la temperatura de condensación Tc detectada por estos sensores de temperatura de los valores de temperatura del refrigerante detectados por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64.

Cuando el compresor 21, el ventilador de exterior 28 y los ventiladores de interior 43, 53, 63 se hacen funcionar en este estado del circuito de refrigerante 11, se introduce refrigerante gaseoso a baja presión en el compresor 21 y se comprime hasta refrigerante gaseoso a alta presión, que se envía a las unidades de interior 40, 50, 60 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22, la válvula de cierre de lado de gas 27 y el tubo de comunicación de refrigerante gaseoso 72.

El refrigerante gaseoso a alta presión enviado a las unidades de interior 40, 50, 60 intercambia calor con el aire de interior en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 y se condensa hasta refrigerante líquido a alta presión, que entonces pasa a través de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 para reducir su presión según los grados de apertura de válvula de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61.

El refrigerante que ha pasado a través de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 se envía a la unidad de exterior 20 a través del tubo de comunicación de refrigerante líquido 71 y se reduce su presión adicionalmente a través de la válvula de cierre de lado de líquido 26 y la válvula de expansión de exterior 38, después de lo cual el refrigerante fluye dentro del intercambiador de calor de exterior 23. El refrigerante bifásico gaseoso-líquido a baja presión que ha fluido dentro del intercambiador de calor de exterior 23 intercambia calor con el aire de exterior suministrado por el ventilador de exterior 28 y se evapora hasta refrigerante gaseoso a baja presión, que fluye dentro del acumulador 24 a través de la válvula de conmutación de cuatro vías 22. El refrigerante gaseoso a baja presión que ha fluido dentro del acumulador 24 se introduce de nuevo en el compresor 21. Puesto que el aparato de acondicionamiento de aire 10 no tiene ningún mecanismo para ajustar la presión del refrigerante en los lados de gas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 comparten todos una presión de condensación Pc común.

Se realiza el control de conservación de energía durante la operación de calentamiento de aire en el aparato de acondicionamiento de aire 10. El control de conservación de energía durante la operación de calentamiento de aire se describe a continuación partiendo de la base del diagrama de flujo de la figura 4.

En primer lugar, en la etapa S21, las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60 calculan

respectivamente las capacidades de acondicionamiento de aire actuales Q31, Q32, Q33 en las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de las diferencias de temperatura ΔTcr1, ΔTcr2, ΔTcr3 que son las diferencias de temperatura entre las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 y la temperatura de condensación Tc, los volúmenes de flujo de aire del ventilador de interior Ga1, Ga2, Ga3 producidos por los ventiladores de interior 43, 53, 63, y los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3, en ese punto en el tiempo. Las capacidades de acondicionamiento de aire calculadas Q31, Q32, Q33 se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. Las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33 también pueden calcularse usando la temperatura de condensación Tc en lugar de las diferencias de temperatura ΔTcr1, ΔTcr2, ΔTcr3.

En la etapa S22, las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a calculan respectivamente los desplazamientos ΔQ1, ΔQ2, ΔQ3 de las capacidades de acondicionamiento de aire en el espacio de interior partiendo de la base de las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 detectadas respectivamente por los sensores de temperatura de interior 46, 56, 66, y las diferencias de temperatura ΔT1, ΔQ2, ΔT3 con las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3 fijadas por un usuario a través de un controlador remoto o similar en ese momento. Las unidades de cálculo de la capacidad de acondicionamiento de aire 47a, 57a, 67a calculan entonces respectivamente las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43 añadiendo los desplazamientos a las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33. Las capacidades requeridas calculadas Q41, Q42, Q43 se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. Aunque no se muestra en la figura 4, cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan al modo de control de volumen de flujo de aire automático en las unidades de interior 40, 50, 60 tal como se describió anteriormente, se realiza el control de la temperatura de interior para ajustar los volúmenes de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 y los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43, de modo que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximan respectivamente a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3. Cuando los ventiladores de interior 43, 53, 63 se fijan al modo de volumen de flujo de aire constante, se realiza el control de la temperatura de interior para ajustar los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43, de modo que las temperaturas de interior Tr1, Tr2, Tr3 se aproximan respectivamente a las temperaturas fijadas Ts1, Ts2, Ts3.

Específicamente, debido al control de la temperatura de interior, las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior 40, 50, 60 continúan manteniéndose respectivamente entre las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33 y las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43 descritas anteriormente. Esencialmente, la cantidad de calor intercambiado en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 está entre las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33 de las unidades de interior 40, 50, 60 y las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43. Por tanto, durante el control de conservación de energía cuando ha transcurrido tiempo suficiente después del comienzo de la operación y se ha alcanzado un estado casi estacionario, las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33 de las unidades de interior 40, 50, 60 y/o las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43 son casi equivalentes a las cantidades actuales de calor intercambiado en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62.

En la etapa S23, se hace una confirmación de si el modo fijado de volumen de flujo de aire en los controladores remotos de los ventiladores de interior 43, 53, 63 es el modo de control de volumen de flujo de aire automático o el modo de volumen de flujo de aire constante. Cuando el modo fijado de volumen de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 es el modo de control de volumen de flujo de aire automático, la secuencia pasa a la etapa S24, y cuando el modo es el modo de volumen de flujo de aire constante, la secuencia pasa a la etapa S25.

En la etapa S24, las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b calculan respectivamente las temperaturas de condensación requeridas Tcr1, Tcr2, Tcr3 de las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43, los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} (los volúmenes de flujo de aire en “flujo de aire alto”) de los ventiladores de interior 43, 53, 63, y los valores mínimos de grado de subenfriamiento SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3}. Las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b también calculan respectivamente las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3, que son las temperaturas de condensación requeridas Tcr1, Tcr2, Tcr3 menos las temperaturas de condensación Tc1, Tc2, Tc3 detectadas por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 en ese momento. El término “valor mínimo de grado de subenfriamiento SC_{min}” usado en el presente documento se refiere al valor mínimo del intervalo en el que el grado de subenfriamiento puede fijarse ajustando los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61, y los valores respectivos SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3} se fijan según el modelo. En las unidades de interior 40, 50, 60, cuando los volúmenes de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63 y/o los grados de subenfriamiento se llevan a los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de subenfriamiento SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3}, si no están actualmente en los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de subenfriamiento SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3}, es posible crear un estado en el que se muestran mayores cantidades de calor intercambiado que las cantidades actuales en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Por tanto, una cantidad de estado de funcionamiento que implica los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3} y los valores mínimos de grado de subenfriamiento SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3} es una cantidad de estado

de funcionamiento que puede crear un estado en los que se muestran mayores cantidades de calor intercambiado que las cantidades actuales en los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Las diferencias de temperatura de condensación calculadas ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3 se almacenan entonces respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67.

En la etapa S25, las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b calculan respectivamente las temperaturas de condensación requeridas Tcr1, Tcr2, Tcr3 de las unidades de interior 40, 50, 60 partiendo de la base de las capacidades requeridas Q41, Q42, Q43, los volúmenes de flujo de aire constantes Ga1, Ga2, Ga3 (por ejemplo, los volúmenes de flujo de aire en "flujo de aire medio") de los ventiladores de interior 43, 53, 63 y los valores mínimos de grado de subenfriamiento SC_{min1}, SC_{min2}, SC_{min3}. Las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b también calculan respectivamente las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3, que son las temperaturas de condensación requeridas Tcr1, Tcr2, Tcr3 menos las temperaturas de condensación Tc1, Tc2, Tc3 detectadas por los sensores de temperatura en línea de líquido 44, 54, 64 en ese momento. Las diferencias de temperatura de condensación calculadas ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3 se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. En esta etapa S25, se emplean los volúmenes de flujo de aire constantes Ga1, Ga2, Ga3 en lugar de los valores máximos de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1}, Ga_{MAX2}, Ga_{MAX3}, pero el fin de esto es priorizar los volúmenes de flujo de aire fijados por el usuario, y los volúmenes de flujo de aire se reconocerán como valores máximos dentro del volumen de intervalo de flujo de aire fijado por el usuario.

En la etapa S26, las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3, que se habían almacenado respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 en las etapas S24 y S25, se envían al dispositivo de control de lado de exterior 37 y se almacenan en la memoria 37b del dispositivo de control de lado de exterior 37. La unidad de designación de valor objetivo 37a del dispositivo de control de lado de exterior 37 designa entonces una diferencia de temperatura de condensación máxima ΔTc_{max}, que es el máximo entre las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3, como la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct. Por ejemplo, cuando las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3 de las unidades de interior 40, 50, 60 son 1 ºC, 0 ºC y -2 ºC, la ΔTc_{max} es de 1 ºC.

En la etapa S27, la capacidad de funcionamiento del compresor 21 se controla partiendo de la base de la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct. Por tanto, como resultado de la capacidad de funcionamiento del compresor 21 que se controla partiendo de la base de la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct, en la unidad de interior (suponiendo la unidad de interior 40 en este caso) que había calculado la diferencia de temperatura de condensación máxima ΔTc_{max} empleada como la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct, el ventilador de interior 43 se ajusta para alcanzar el valor máximo de volumen de flujo de aire Ga_{MAX1} cuando se fija al modo de control de volumen de flujo de aire automático, y la válvula de expansión de interior 41 se ajusta de modo que el grado de subenfriamiento SC en la salida del intercambiador de calor de interior 42 alcanza el valor mínimo de grado de subenfriamiento SC_{min1}.

Las funciones de intercambio de calor de calentamiento de aire, que difieren para cada una de las unidades de interior 40, 50, 60 y tienen en cuenta las relaciones de las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q31, Q32, Q33 (Q41, Q42, Q43), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 y las diferencias de temperatura ΔTcr1, ΔTcr2, ΔTcr3 (la diferencia de temperatura entre la temperatura de interior Tr y la temperatura de condensación Tc) de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60, se usan para calcular las capacidades de acondicionamiento de aire Q31, Q32, Q33 en la etapa S21 y para calcular las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3 en la etapa S24 o S25. Estas funciones de intercambio de calor de calentamiento de aire son expresiones relacionales asociadas con las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q31, Q32, Q33 (Q41, Q42, Q43), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 y las diferencias de temperatura ΔTcr1, ΔTcr2, ΔTcr3 que representan las características de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62, y estas funciones se almacenan respectivamente en las memorias 47c, 57c, 67c de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60. Una variable entre las capacidades de acondicionamiento de aire (requeridas) Q31, Q32, Q33 (Q41, Q42, Q43), los volúmenes de flujo de aire Ga1, Ga2, Ga3, los grados de subenfriamiento SC1, SC2, SC3 y las diferencias de temperatura ΔTcr1, ΔTcr2, ΔTcr3 se determina respectivamente introduciendo las otras tres variables en las funciones de intercambio de calor de calentamiento de aire. Las diferencias de temperatura de condensación ΔTc1, ΔTc2, ΔTc3 pueden llevarse de ese modo a los valores adecuados con precisión, y la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct puede determinarse con exactitud. Por tanto, pueden impedirse aumentos excesivos de la temperatura de condensación Tc. Por tanto, pueden impedirse el exceso y la deficiencia en las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior 40, 50, 60, pueden lograrse los estados óptimos de las unidades de interior 40, 50, 60 de manera rápida y estable y puede mostrarse un mayor efecto de conservación de energía.

La capacidad de funcionamiento del compresor 21 se controla partiendo de la base de la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct en este flujo, pero este control no se limita a la diferencia de temperatura de condensación objetivo ΔTct, la unidad de designación de valor objetivo 37a puede designar el valor máximo de la temperatura de condensación solicitada Tcr calculada en las unidades de interior 40, 50, 60 como la temperatura de

condensación objetivo Tct, y la capacidad de funcionamiento del compresor 21 puede controlarse partiendo de la base de la temperatura de condensación objetivo designada Tct.

Los controles de funcionamiento descritos anteriormente los realiza el dispositivo de control de funcionamiento 80 (más específicamente, los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67, el dispositivo de control de lado de exterior 37, y la línea de transmisión 80a que los conecta) que funciona como un medio de control de funcionamiento para realizar operaciones normales incluyendo la operación de enfriamiento de aire y la operación de calentamiento de aire.

(2-3) Equiparación del estado de funcionamiento de la unidad de interior

A continuación se facilita una descripción del control de la temperatura promedio, realizado con el fin de impedir un estado desequilibrado en el que algunas unidades de interior dentro del mismo grupo de unidades de interior están térmicamente activadas.

Para esta descripción, las unidades de interior 40, 50, 60 se designan como un solo grupo AA. Esta descripción facilita un ejemplo de un caso en el que dentro del grupo AA, la unidad de interior 40 es una unidad de base. Los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 tienen la información de que las unidades de interior 40, 50, 60 respectivas pertenecen al grupo AA, y la información de que la unidad de interior 40 es una unidad de base. El dispositivo de control de lado de interior 47 adquiere entonces información de condiciones de activación térmica/desactivación térmica de las unidades de interior 50, 60 a partir de los dispositivos de control de lado de interior 57, 67. Específicamente, la temperatura fijada, la temperatura de control y la capacidad nominal de la unidad de interior 50, así como la temperatura fijada, la temperatura de control y la capacidad nominal de la unidad de interior 60, se envían al dispositivo de control de lado de interior 47 de la unidad de interior 40.

En este ejemplo, un diferencial de activación térmica es la diferencia de temperatura entre la temperatura fijada y la temperatura que conmuta la unidad de interior de un estado térmicamente desactivado al térmicamente activado, y un diferencial de desactivación térmica es la diferencia de temperatura entre la temperatura fijada y la temperatura que conmuta la unidad de interior de un estado térmicamente activado al térmicamente desactivado.

El dispositivo de control de lado de interior 47 lleva a cabo el control de la temperatura promedio para las unidades de interior que pertenecen al grupo AA. En el control de la temperatura promedio, se usan las siguientes fórmulas (1) y (2) para realizar conmutación entre activación térmica y desactivación térmica simultáneamente para todas las unidades de interior 40, 50, 60. En las fórmulas (1) y (2), Tsn es la temperatura fijada, Ts1, Ts2 y Ts3 son las temperaturas fijadas respectivas de las unidades de interior 40, 50, 60, Trn es la temperatura de control de las unidades de interior, Tr1, Tr2 y Tr3 son las temperaturas de control respectivas de las unidades de interior 40, 50, 60, Capn es la capacidad nominal de las unidades de interior, y Cap1, Cap2, y Cap3 son las capacidades nominales de las unidades de interior 40, 50, 60. Las temperaturas de control Tr1, Tr2, Tr3 en este ejemplo son las temperaturas detectadas por los sensores de temperatura de interior 46, 56, 66.

[Ec. 1]

$$\frac{\sum_{n}\{(Tsn - Trn)\times Capn\}}{\sum_{n} Capn} > 1 \qquad \ldots(1)$$

Cuando se satisface la fórmula (1), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 2]

$$\frac{\sum_{n}\{(Tsn - Trn)\times Capn\}}{\sum_{n} Capn} < -1 \qquad \ldots(2)$$

Cuando se satisface la fórmula (2), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

En el control de la temperatura promedio descrito anteriormente, se supone que el diferencial de activación térmica

es de 1 ºC y se supone que el diferencial de desactivación térmica es de -1 ºC, pero el diferencial de activación térmica y el diferencial de desactivación térmica no se limitan a 1 ºC y -1 ºC.

La figura 5 es un gráfico que muestra un ejemplo de un caso en el que las unidades de interior 40, 50, 60 se controlan mediante el control de la temperatura promedio durante el enfriamiento de aire. En la figura 5, la curva C1 representa la temperatura de control de la unidad de interior 40 (la temperatura detectada por el sensor de temperatura de interior 46), la curva C2 representa la temperatura de control de la unidad de interior 50 50 (la temperatura detectada por el sensor de temperatura de interior 56), y la curva C3 representa la temperatura de control de la unidad de interior 60 (la temperatura detectada por el sensor de temperatura de interior 66). También en la figura 5, la flecha Ar4 indica el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 40 está térmicamente activada, y las flechas Ar1 y Ar7 indican el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 40 está térmicamente desactivada. Las flechas Ar2 y Ar8 indican el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 50 está térmicamente desactivada, y la flecha Ar5 indica el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 50 está térmicamente activada. Las flechas Ar3 y Ar9 indican el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 60 está térmicamente desactivada, y la flecha Ar6 indica el periodo de tiempo durante el cual la unidad de interior 60 está térmicamente activada.

En el tiempo t0 mostrado en la figura 5, las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas. Las unidades de interior 40, 50, 60 realizan el control de la temperatura promedio. Por tanto, la unidad de interior 40, que es una unidad de base, usa las temperaturas fijadas, las temperaturas de control y las capacidades nominales de las unidades de interior 40, 50, 60 para realizar los cálculos en los lados izquierdos de las fórmulas (1) y (2) anteriores. Desde el tiempo t0 hasta t1, las unidades de interior 40, 50, 60 continúan en el estado térmicamente desactivado puesto que los resultados (temperaturas C promedio ponderadas) de los cálculos del lado izquierdo de las fórmulas (1) y (2) anteriores son de entre -1 y 1.

En el tiempo t1, como resultado de los cálculos de las fórmulas (1) y (2) anteriores, las unidades de interior 40, 50, 60 están todas térmicamente activadas puesto que se satisface la condición de la fórmula (1).

Desde el tiempo t1 hasta el tiempo t2, como resultado del control de la temperatura promedio, las unidades de interior 40, 50, 60 continúan estando en el estado térmicamente activado puesto que los resultados de los cálculos del lado izquierdo de las fórmulas (1) y (2) anteriores son de entre -1 y 1.

En el tiempo t2, como resultado de los cálculos de las fórmulas (1) y (2) anteriores, las unidades de interior 40, 50, 60 están todas térmicamente desactivadas puesto que se satisface la condición de la fórmula (2).

Tal como se describió anteriormente, todas las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente activadas de manera temporal desde el tiempo t1 hasta el tiempo t2, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas de manera temporal desde el tiempo t1 hasta el tiempo t2 y desde el tiempo t2 hasta el tiempo t3. De ese modo se mejora la eficacia de todo el aparato de acondicionamiento de aire 10.

(3) Características

(3-1)

Tal como se describió anteriormente, las unidades de interior 40, 50, 60 del aparato de acondicionamiento de aire 10 se instalan en una sala 1 (un ejemplo del mismo espacio de interior). Las unidades de interior 40, 50, 60 incluyen intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 respectivos (un ejemplo de los intercambiadores de calor de lado de uso), y las unidades de interior están configuradas para ser capaces de fijar las temperaturas fijadas individualmente. Los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 (un ejemplo de los dispositivos de control) usan las temperaturas fijadas de las unidades de interior 40, 50, 60 en condiciones predeterminadas para calcular un valor de los lados izquierdos de las fórmulas (1) y (2) anteriores (un ejemplo del valor relacionado de temperatura representativo) compartido entre las unidades de interior 40, 50, 60, usando las fórmulas (1) y (2). Debido a que se satisface cualquiera de las fórmulas (1) y (2) anteriores, las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan simultáneamente entre activación térmica y desactivación térmica (un ejemplo de una pluralidad de las unidades de interior que están configuradas para conmutarse simultáneamente entre activación térmica y desactivación térmica partiendo de la base del valor relacionado de temperatura representativo).

En el tiempo t1, durante el cual en el control de la temperatura individual normal habría entre las tres unidades de interior 40, 50, 60 tanto aquellas que están térmicamente activadas como aquellas que están térmicamente desactivadas, el número de unidades de interior térmicamente activadas puede aumentarse conmutando todas las unidades a la activación térmica simultáneamente, y pueden aumentarse los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 que intercambian calor con el refrigerante que circula a través del intercambiador de calor de exterior 23 (un ejemplo del intercambiador de calor de lado de fuente de calor). Cuando la zona de transferencia de calor global de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 que están intercambiando calor (la suma total de las zonas de transferencia de calor de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62 térmicamente activados) ha aumentado, puede equilibrarse el intercambio de calor, y la diferencia de presión entre la presión de evaporación y la presión de

condensación del sistema de acondicionamiento de aire puede reducirse para mejorar la eficacia de todo el sistema de acondicionamiento de aire.

(3-2)

El dispositivo de control de lado de exterior 37 (un ejemplo de un dispositivo de control) del dispositivo de control de funcionamiento 80 designa las condiciones de funcionamiento de la unidad de exterior 20 para satisfacer el requisito de aumento más alto de entre los requisitos para aumentar la capacidad de acondicionamiento de aire de las unidades de interior 40, 50, 60. Como resultado, la unidad de exterior 20 puede hacerse funcionar en respuesta al requisito más alto de capacidad de acondicionamiento de aire de entre las unidades de interior 40, 50, 60, y pueden cumplirse los requisitos de capacidad de acondicionamiento de aire de todas las unidades de interior 40, 50, 60. De ese modo puede mejorarse la eficacia a la vez que se impiden deficiencias en la capacidad de acondicionamiento de aire en algunas unidades de interior.

(3-3)

Los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 del dispositivo de control de funcionamiento 80, a través de las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b, calculan, para cada unidad de interior, las temperaturas de evaporación requeridas o las temperaturas de condensación requeridas de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. El dispositivo de control de lado de exterior 37 del dispositivo de control de funcionamiento 80 designa una temperatura de evaporación objetivo partiendo de la base del valor mínimo entre las temperaturas de evaporación requeridas de las unidades de interior 40, 50, 60 calculadas en las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b. Alternativamente, el dispositivo de control de lado de exterior 37 del dispositivo de control de funcionamiento 80, a través de la unidad de designación de valor objetivo 37a, designa una temperatura de condensación objetivo partiendo de la base del valor máximo entre las temperaturas de condensación requeridas de las unidades de interior 40, 50, 60 calculadas en las unidades de cálculo de la temperatura requerida 47b, 57b, 67b. De ese modo se designa una temperatura de evaporación objetivo o una temperatura de condensación objetivo por la unidad de exterior 20 en respuesta al requisito más alto de capacidad de acondicionamiento de aire de entre las unidades de interior 40, 50, 60, por lo que puede designarse una temperatura de evaporación objetivo o una temperatura de condensación objetivo que cumple con los requisitos de capacidad de acondicionamiento de aire de todas las unidades de interior 40, 50, 60 y puede mejorarse la eficacia a la vez que se impiden deficiencias en la capacidad de acondicionamiento de aire en algunas unidades de interior.

(3-4)

Puesto que el dispositivo de control de lado de interior 47 de la unidad de interior 40, que es la unidad de base descrita anteriormente, usa las fórmulas (1) y (2) anteriores, las capacidades nominales (un ejemplo del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior) se derivan de las diferencias entre las temperaturas fijadas y las temperaturas detectadas (un ejemplo de las temperaturas de control) de los sensores de temperatura de interior 46, 56, 66 respectivos de las unidades de interior 40, 50, 60. En otras palabras, se usa un valor promedio ponderado, que se pondera mediante las capacidades nominales, como el valor relacionado de temperatura representativo. De ese modo puede hacerse hincapié en que la unidad de interior tiene la mayor capacidad nominal y el mayor grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior, y puede reflejarse el grado de influencia de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60 sobre el entorno de interior.

(3-5)

Las unidades de interior 40, 50, 60 comprenden ventiladores de interior 43, 53, 63 respectivos (un ejemplo de los sopladores de aire) de los que pueden ajustarse los volúmenes de flujo de aire enviados a los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 ajustan los ventiladores de interior 43, 53, 63 para cada unidad de interior, reducen los volúmenes de flujo de aire si las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas, y aumentan los volúmenes de flujo de aire si las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes. A través de esta manera de control, los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 pueden ajustar de manera autónoma la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior a través de los volúmenes de flujo de aire de los ventiladores de interior 43, 53, 63, y pueden optimizar de manera autónoma la capacidad de acondicionamiento de aire. El número de unidades de interior activadas térmicamente se aumenta mediante el control de la temperatura promedio, y aunque hay casos de capacidad de acondicionamiento de aire excesiva que conduce a casos temporales de escasa eficacia, esta optimización autónoma surte efecto también en estos casos, suprimiendo la pérdida de eficacia.

(3-6)

Las unidades de interior 40, 50, 60 comprenden válvulas de expansión de interior 41, 51, 61 respectivas (un ejemplo de los mecanismos de expansión) capaces de ajustar los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento en los lados de salida de los intercambiadores de calor de interior 42, 52, 62. Los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 ajustan los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51,

61 en cada unidad de interior, reducen los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento si las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas, y aumentan los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento si las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes. La capacidad de acondicionamiento de aire puede ajustarse por tanto de manera autónoma en cada unidad de interior ajustando los grados de apertura de las válvulas de expansión de interior 41, 51, 61. El número de unidades de interior térmicamente activadas aumenta mediante el control de la temperatura promedio, y aunque hay casos de capacidad de acondicionamiento de aire excesiva que conduce a casos temporales de escasa eficacia, esta optimización autónoma surte efecto también en estos casos, suprimiendo la pérdida de eficacia.

(4) Modificaciones

(4-1) Modificación 1A

En la realización anterior, se asignan ponderaciones con capacidades nominales, pero también pueden asignarse con las capacidades de acondicionamiento de aire (un ejemplo del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior) de las unidades de interior 40, 50, 60 en lugar de las capacidades nominales. En este caso, por ejemplo, se usan las siguientes fórmulas (3) y (4) en lugar de las fórmulas (1) y (2) anteriores. En otras palabras, se usa un valor promedio ponderado (el valor de los lados izquierdos de las siguientes fórmulas (3) y (4)), que se pondera mediante capacidades de acondicionamiento de aire, como el valor relacionado de temperatura representativo. De ese modo puede hacerse hincapié en que las unidades de interior tienen mayores capacidades de acondicionamiento de aire y mayores grados de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior en el punto en el tiempo cuando se hacen los cálculos de la fórmula (3) y/o (4), y puede reflejarse el grado de influencia sobre el entorno de interior de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60. Las capacidades de acondicionamiento de aire pueden calcularse a partir de, por ejemplo, las condiciones de funcionamiento de las unidades de interior en ese punto en el tiempo. En las fórmulas (3) y (4), ACapn representa las capacidades de acondicionamiento de aire de las unidades de interior, siendo ACap1, ACap2 y ACap3 la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior 40, 50, 60 respectiva.

[Ec. 3]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times ACapn\}}{\sum_{n}ACapn}>1 \qquad \ldots(3)$$

Cuando se satisface la fórmula (3), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 4]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times ACapn\}}{\sum_{n}ACapn}<-1 \qquad \ldots(4)$$

Cuando se satisface la fórmula (4), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

En el caso de la modificación 1A, las capacidades de acondicionamiento de aire descritas anteriormente no pueden calcularse mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas. Como consecuencia, mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas (etapa S31 en la figura 6), o bien se realiza el control usando, por ejemplo, las capacidades nominales basadas en el cálculo de la fórmula (1) y/o la fórmula (2) o bien se almacena como datos otro valor de índice que no resulta afectado porque las unidades de interior estén térmicamente activadas o térmicamente desactivadas (etapa S32 en la figura 6), o los valores de capacidad de acondicionamiento de aire del caso anterior de activación térmica y se realizan los cálculos de las formulas (3) y (4) usando esos valores. En la figura 6, las letras An representan la capacidad nominal, la densidad de ocupantes, un valor fijado de ponderación u otro valor de índice que no resulta influido por si la unidad de interior está térmicamente activada o térmicamente desactivada, y las letras Bn representan un valor de índice que resulta influido por si la unidad de interior está térmicamente activada o térmicamente desactivada, que es la capacidad de acondicionamiento de aire en este caso. En otras palabras, mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente activadas (etapa S33 en la figura 6), se realiza el control según el cálculo de la fórmula (3) y/o (4),

usando las capacidades de acondicionamiento de aire como valor de índice (etapa S34 en la figura 6).

(4-2) Modificación 1B

En la realización anterior, se asignan ponderaciones con capacidades nominales, pero también pueden asignarse con los volúmenes de flujo de aire (un ejemplo del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior) de las unidades de interior 40, 50, 60 en lugar de las capacidades nominales. En este caso, por ejemplo, se usan las siguientes fórmulas (5) y (6) en lugar de las fórmulas (1) y (2) anteriores. En otras palabras, se usa un valor promedio ponderado (el valor de los lados izquierdos de las siguientes fórmulas (5) y (6)), que se pondera mediante volúmenes de flujo de aire como el valor relacionado de temperatura representativo. De ese modo puede hacerse hincapié en que las unidades de interior tienen mayores volúmenes de flujo de aire y mayores grados de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior, y puede reflejarse el grado de influencia sobre el entorno de interior de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60. En las fórmulas (5) y (6), AVon representa los volúmenes de flujo de aire de las unidades de interior, siendo AVo1, AVo2 y AVo3 el volumen de flujo de aire de cada unidad de interior 40, 50, 60 respectiva.

[Ec. 5]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times AVon\}}{\sum_{n}AVon}>1 \qquad \ldots(5)$$

Cuando se satisface la fórmula (5), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 6]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times AVon\}}{\sum_{n}AVon}<-1 \qquad \ldots(6)$$

Cuando se satisface la fórmula (6), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

En los casos que usan la modificación 1B, similares a los casos que usan la modificación 1A, no pueden calcularse los volúmenes de flujo de aire descritos anteriormente mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas (etapa S31 en la figura 6). Como consecuencia, mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente desactivadas, o bien se realiza el control usando, por ejemplo, las capacidades nominales basadas en el cálculo de la fórmula (1) y/o la fórmula (2) o bien se almacena como datos otro valor de índice que no resulta afectado porque las unidades de interior estén térmicamente activadas o térmicamente desactivadas (etapa S32 en la figura 6), o los valores de volumen de flujo de aire de este último caso de activación térmica y se realizan los cálculos de las formulas (5) y (6) usando estos valores. Las letras Bn en este caso representan un valor de índice que resulta influido por si la unidad de interior está térmicamente activada o térmicamente desactivada, que es el volumen de flujo de aire en este caso. En otras palabras, mientras que las unidades de interior 40, 50, 60 están térmicamente activadas (etapa S33 en la figura 6), se realiza el control según el cálculo de la fórmula (5) y/o (6), usando los volúmenes de flujo de aire como valor de índice (etapa S34 en la figura 6).

(4-3) Modificación 1C

En la realización anterior, se asignan ponderaciones con capacidades nominales, pero también pueden asignarse ponderaciones con las densidades de ocupantes (un ejemplo del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior) en las zonas que rodean a las unidades de interior 40, 50, 60 en lugar de las capacidades nominales. En este caso, por ejemplo, se usan las siguientes fórmulas (7) y (8) en lugar de las fórmulas (1) y (2) anteriores. En otras palabras, se usa un valor promedio ponderado (el valor de los lados izquierdos de las siguientes fórmulas (7) y (8)), que se pondera mediante densidades de ocupantes, como el valor relacionado de temperatura representativo. De ese modo puede hacerse hincapié en que las unidades de interior tienen mayores densidades de ocupantes y mayores grados de influencia sobre la comodidad de los ocupantes, y puede reflejarse el grado de influencia sobre el entorno de interior de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60. En las fórmulas (7) y (8),

SDn representa las densidades de ocupantes de las unidades de interior, siendo SD1, SD2 y SD3 las densidades de ocupantes de cada unidad de interior 40, 50, 60 respectiva. Para medir densidades de ocupantes, por ejemplo, se proporcionan sensores de detección humana, etc., en las unidades de interior 40, 50, 60, y se designa el número de personas detectadas como la densidad de ocupantes para cada uno de los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67. Alternativamente, el número de personas detectadas dentro de la zona del espacio dentro del intervalo del sensor de detección humana puede dividirse para encontrar la densidad de ocupantes.

[Ec. 7]

$$\frac{\sum_{n}\{(Tsn-Trn)\times SDn\}}{\sum_{n} SDn} > 1 \qquad \ldots(7)$$

Cuando se satisface la fórmula (7), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 8]

$$\frac{\sum_{n}\{(Tsn-Trn)\times SDn\}}{\sum_{n} SDn} < -1 \qquad \ldots(8)$$

Cuando se satisface la fórmula (8), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

(4-4) Modificación 1D

En la realización anterior, se asignan ponderaciones con capacidades nominales, pero también pueden asignarse ponderaciones con los valores fijados de ponderación (un ejemplo del grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes en el espacio de interior) de las unidades de interior 40, 50, 60 en lugar de las capacidades nominales. En este caso, por ejemplo, se usan las siguientes fórmulas (9) y (10) en lugar de las fórmulas (1) y (2) anteriores. En otras palabras, se usa un valor promedio ponderado (el valor de los lados izquierdos de las siguientes fórmulas (9) y (10)), que se pondera mediante valores fijados de ponderación, como el valor relacionado de temperatura representativo. De ese modo puede hacerse hincapié en que las unidades de interior tienen mayores valores fijados de ponderación y mayores grados de influencia sobre la comodidad de los ocupantes, y puede reflejarse el grado de influencia sobre el entorno de interior de cada una de las unidades de interior 40, 50, 60. En las fórmulas (9) y (10), WP representa los valores fijados de ponderación de las unidades de interior, siendo WP1, WP2 y WP3 el valor fijado de ponderación de cada unidad de interior 40, 50, 60 representativa. Los valores fijados de ponderación pueden configurarse de modo que, por ejemplo, pueden introducirse en los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 de las unidades de interior 40, 50, 60 mediante un controlador remoto o similar.

[Ec. 9]

$$\frac{\sum_{n}\{(Tsn-Trn)\times WPn\}}{\sum_{n} WPn} > 1 \qquad \ldots(9)$$

Cuando se satisface la fórmula (9), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 10]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times WPn\}}{\sum_{n}WPn}<-1 \qquad \ldots(10)$$

Cuando se satisface la fórmula (10), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

(4-5) Modificación 1E

En la realización anterior, los cálculos de las fórmulas (1) y (2) anteriores los realiza el dispositivo de control de lado de interior 47 de la unidad de interior 40, que es una unidad de base. Sin embargo, los cálculos de las fórmulas (1) y (2) anteriores y/o el control de la temperatura promedio adjunto puede realizarlos el dispositivo de control de lado de exterior 37.

(4-6) Modificación 1F

En la realización anterior, los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 o el dispositivo de control de funcionamiento 80 que incluye los dispositivos de control de lado de interior 47, 57, 67 y el dispositivo de control de lado de exterior 37, se facilitaron como ejemplos de dispositivos de control, pero los ejemplos de dispositivos de control no se limitan a ello; los dispositivos de control pueden ser controladores centralizados que adquieren datos de la unidad de exterior 20 y las unidades de interior 40, 50, 60, y que proporcionan datos a la unidad de exterior 20 y las unidades de interior 40, 50, 60. Todo el sistema de acondicionamiento de aire se armoniza fácilmente por la gestión de unificación de los controladores centralizados.

(4-7) Modificación 1G

En la realización anterior, se usó la figura 6 para describir casos de uso de valores de índice diferentes durante la desactivación térmica y la activación térmica. Sin embargo, la diferenciación del uso de valores de índice diferentes no se limita a casos de activación térmica y desactivación térmica. Por ejemplo, pueden asignarse ponderaciones con las capacidades nominales durante un tiempo predeterminado después del comienzo de la operación y pueden asignarse ponderaciones con las densidades de ocupantes después de transcurrido el tiempo predeterminado. La conmutación de valores de índice para tales ponderaciones puede adaptarse a diversos escenarios realizando diversos ajustes de condiciones.

(4-8) Modificación 1H

En la realización anterior, sólo se usa un valor de índice en cada una de las fórmulas de determinación, pero también pueden usarse simultáneamente una pluralidad de valores de índice en las fórmulas de determinación. Para facilitar una descripción general de este concepto se usan las formulas (11) y (12).

[Ec. 11]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times f(x1n,x2n)\}}{\sum_{n}f(x1n,x2n)}>1 \qquad \ldots(11)$$

Cuando se satisface la fórmula (11), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

[Ec. 12]

$$\frac{\sum_{n}\{(\mathrm{Ts}n-\mathrm{Tr}n)\times f(x1n,x2n)\}}{\sum_{n}f(x1n,x2n)}<-1 \qquad \ldots(12)$$

Cuando se satisface la fórmula (12), todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la desactivación térmica

si está efectuándose enfriamiento de aire, y todas las unidades de interior 40, 50, 60 se conmutan a la activación térmica si está efectuándose calentamiento de aire.

En las fórmulas (11) y (12) anteriores, las variables x1n, x2n pueden ser las capacidades nominales Capn de las unidades de interior, las capacidades de acondicionamiento de aire ACapn de las unidades de interior, los volúmenes de flujo de aire Avon de las unidades de interior, las densidades de ocupantes SDn de las unidades de interior o los valores fijados de ponderación WP de las unidades de interior. Por ejemplo, pueden multiplicarse dos tipos de valores de índice para formar un nuevo valor de índice, tal como f(x1n, x2n) = Capn x SDn. En el presente documento se ha descrito un caso en el que se multiplican dos variables, pero también pueden usarse tres o más tipos de variables, y la función no se limita a las variables que están multiplicándose entre sí.

(4-9) Modificación 1l

En la realización anterior, se describió un caso en el que se realiza continuamente el control de la temperatura promedio, pero en los casos en los que se realiza el control de la temperatura individual en los que las unidades de interior 40, 50, 60 del grupo AA en el mismo espacio de interior realizan el control de la temperatura de manera individual como en la práctica convencional, cuando o bien hay una mezcla tanto de unidades de interior térmicamente activadas como de unidades de interior térmicamente desactivadas, o bien hay una mezcla de ambas y se ha satisfecho una condición predeterminada, puede conmutarse el control desde el control de la temperatura individual hasta el control de la temperatura promedio. Un ejemplo de conmutación cuando hay una mezcla de ambos y se ha satisfecho una condición predeterminada es una configuración en la que, cuando entre las unidades de interior 40, 50, 60 del grupo AA durante el control de la temperatura individual, hay tanto unidades de interior que han estado térmicamente activadas de manera continuada durante al menos un primer tiempo predeterminado (por ejemplo, diez minutos o más) como también unidades de interior que han estado térmicamente desactivadas de manera continuada durante un segundo tiempo predeterminado (por ejemplo, diez minutos o más), se conmuta el control desde el control de la temperatura individual hasta el control de la temperatura promedio. En este caso, el control vuelve preferiblemente desde el control de la temperatura promedio hasta el control de la temperatura individual después de que se ha realizado el control de la temperatura promedio durante, por ejemplo, un tercer tiempo predeterminado.

Lista de signos de referencia

10	Aparato de acondicionamiento de aire
11	Circuito de refrigerante
20	Unidad de exterior
23	Intercambiador de calor de exterior
37	Dispositivo de control de lado de exterior
40, 50, 60	Unidades de interior
41, 51, 61	Válvulas de expansión de interior
42, 52, 62	Intercambiadores de calor de interior
43, 53, 63	Ventiladores de interior
47, 57, 67	Dispositivos de control de lado de interior
80	Dispositivo de control de funcionamiento

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2011-257126

REIVINDICACIONES

1. Sistema de acondicionamiento de aire, que comprende:

una pluralidad de unidades de interior (40, 50, 60) instaladas en el mismo espacio de interior, que incluyen intercambiadores de calor de lado de uso (42, 52, 62) respectivos y capaces de fijar temperaturas fijadas individualmente;

una unidad de exterior (20) que incluye un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (23) para realizar intercambio de calor con refrigerante que circula a través de los intercambiadores de calor de lado de uso; y

un dispositivo de control (37, 47, 57, 67, 80) configurado para usar las temperaturas fijadas de las unidades de interior para calcular un valor relacionado de temperatura representativo compartido por las unidades de interior, y conmutar las unidades de interior entre activación térmica y desactivación térmica partiendo de la base del valor relacionado de temperatura representativo;

caracterizado porque

el dispositivo de control (37, 47, 57, 67, 80) usa un valor promedio ponderado como el valor relacionado de temperatura representativo, encontrándose el valor promedio ponderado a partir de las diferencias entre las temperaturas de control respectivas y temperaturas fijadas de las unidades de interior y ponderándose según al menos uno del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior y el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes del espacio de interior; y

en el dispositivo de control (37, 47, 57, 67, 80), el valor promedio ponderado se pondera según al menos un criterio seleccionado de un grupo que consiste en la capacidad nominal de cada unidad de interior (40, 50, 60), la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior (40, 50, 60), el volumen de flujo de aire de cada unidad de interior (40, 50, 60) y la densidad de ocupantes en la zona que rodea a cada unidad de interior (40, 50, 60).

2. Sistema de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1, en el que

las unidades de interior incluyen además sopladores de aire (43, 53, 63) respectivos de los que pueden ajustarse los volúmenes de flujo de aire dirigidos a los intercambiadores de calor de lado de uso; y

el dispositivo de control (37, 47, 57, 67, 80) ajusta los sopladores de aire para cada unidad de interior (40, 50, 60), reduce los volúmenes de flujo de aire cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas y aumenta los volúmenes de flujo de aire cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes.

3. Sistema de acondicionamiento de aire según la reivindicación 1 o 2, en el que

las unidades de interior (40, 50, 60) incluyen además mecanismos de expansión (41, 51, 61) respectivos capaces de ajustar los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento en los lados de salida de los intercambiadores de calor de lado de uso; y

el dispositivo de control (37, 47, 57, 67, 80) ajusta los grados de apertura de los mecanismos de expansión en cada unidad de interior (40, 50, 60), reduce los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son excesivas y aumenta los grados de sobrecalentamiento o los grados de subenfriamiento cuando las capacidades de acondicionamiento de aire son insuficientes.

4. Sistema de acondicionamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que

el dispositivo de control es un controlador centralizado que adquiere datos de la unidad de exterior y las unidades de interior (40, 50, 60), y envía datos a la unidad de exterior y las unidades de interior (40, 50, 60).

5. Método para controlar un sistema de acondicionamiento de aire que comprende una pluralidad de unidades de interior (40, 50, 60) instaladas en el mismo espacio de interior, que incluyen intercambiadores de calor de lado de uso (42, 52, 62) respectivos y capaces de fijar temperaturas fijadas individualmente; y una unidad de exterior (20) que incluye un intercambiador de calor de lado de fuente de calor (23) para realizar intercambio de calor con refrigerante que circula a través de los intercambiadores de calor de lado de uso;

estando configurado el sistema de acondicionamiento de aire de modo que se calcula un valor relacionado de temperatura representativo compartido por las unidades de interior usando las temperaturas fijadas de

las unidades de interior, y las unidades de interior se conmutan simultáneamente entre activación térmica y desactivación térmica partiendo de la base del valor relacionado de temperatura representativo;

estando caracterizado el método por comprender:

usar un valor promedio ponderado como el valor relacionado de temperatura representativo, encontrándose el valor promedio ponderado a partir de las diferencias entre las temperaturas de control respectivas y temperaturas fijadas de las unidades de interior (40, 50, 60) y ponderándose según al menos uno del grado de influencia sobre el entorno térmico del espacio de interior y el grado de influencia sobre la comodidad de los ocupantes del espacio de interior;

en el que

el valor promedio ponderado se pondera según al menos un criterio seleccionado de un grupo que consiste en la capacidad nominal de cada unidad de interior (40, 50, 60), la capacidad de acondicionamiento de aire de cada unidad de interior (40, 50, 60), el volumen de flujo de aire de cada unidad de interior (40, 50, 60) y la densidad de ocupantes en la zona que rodea a cada unidad de interior (40, 50, 60).

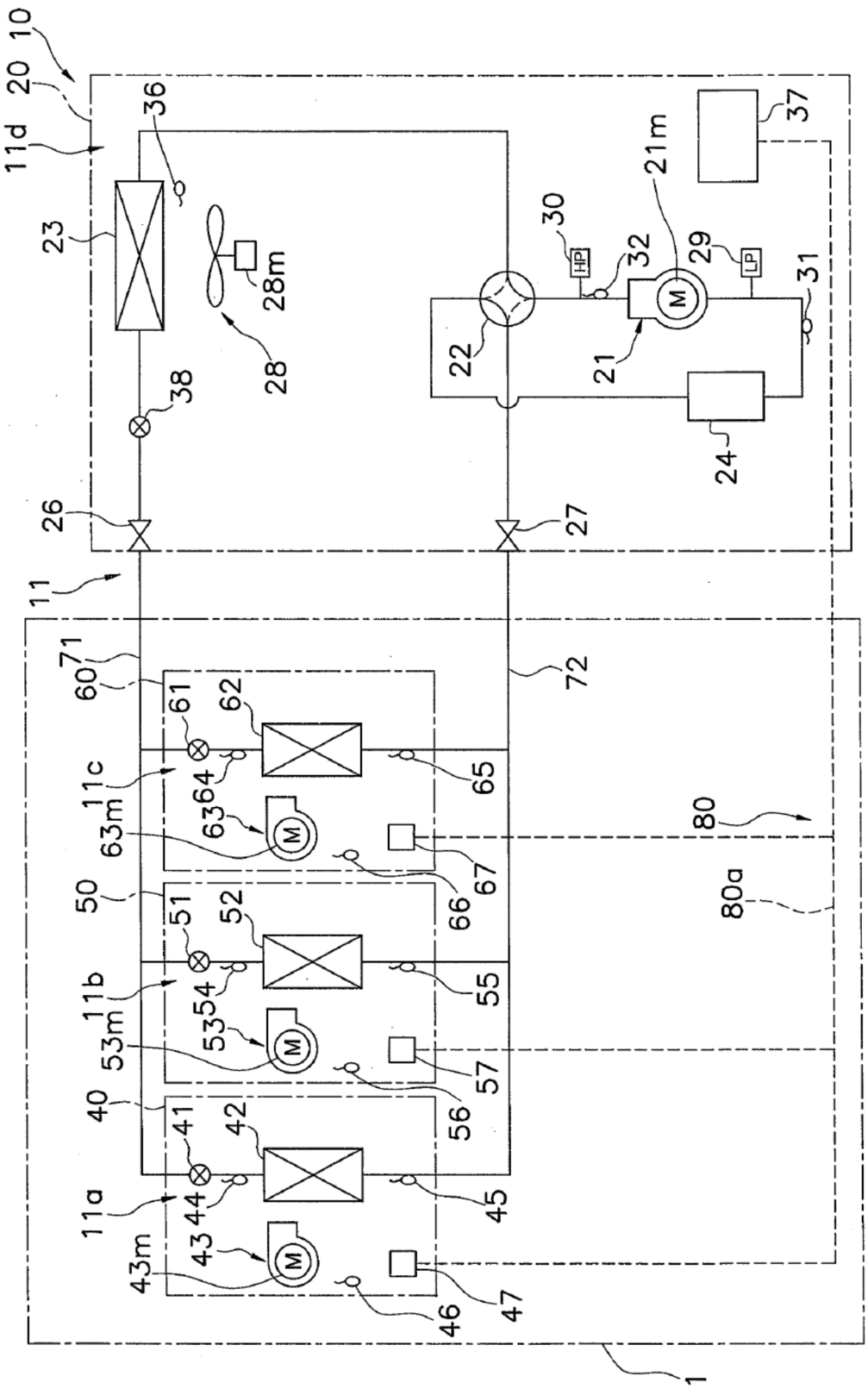
10
20
11d
23
36
28m
28
38
26
11
71
60
61
62
64
63
63m
11c
65
66
67
50
51
52
54
53
53m
11b
55
56
57
40
41
42
44
43
43m
11a
45
46
47
1
72
22
30
HP
32
21m
29
LP
31
21
M
37
24
27
80
80a

FIG. 1

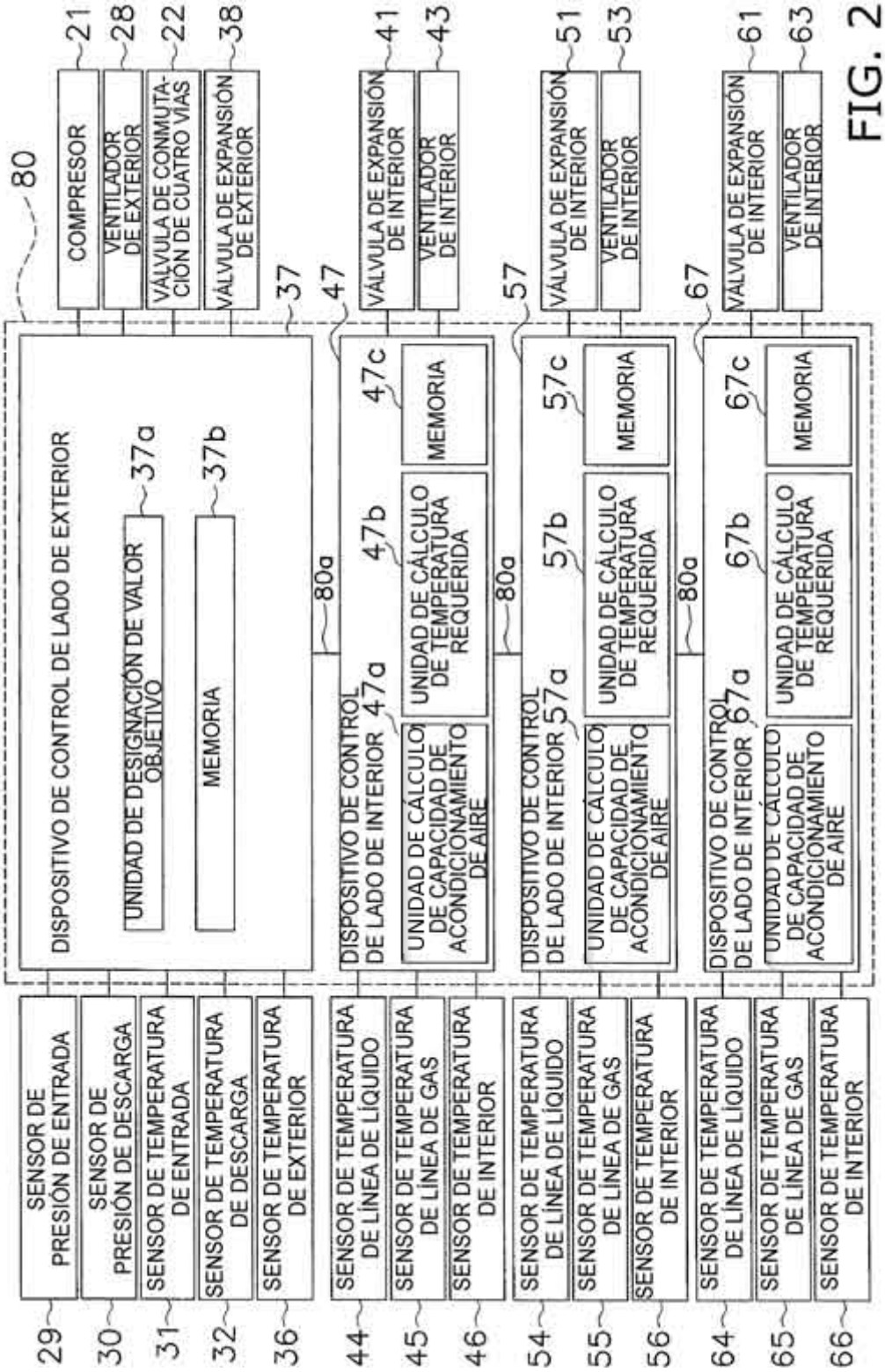
80
COMPRESOR
21
VENTILADOR DE EXTERIOR
28
VÁLVULA DE CONMUTACIÓN DE CUATRO VÍAS
22
VÁLVULA DE EXPANSIÓN DE EXTERIOR
38
VÁLVULA DE EXPANSIÓN DE INTERIOR
41
VENTILADOR DE INTERIOR
43
VÁLVULA DE EXPANSIÓN DE INTERIOR
51
VENTILADOR DE INTERIOR
53
VÁLVULA DE EXPANSIÓN DE INTERIOR
61
VENTILADOR DE INTERIOR
63
DISPOSITIVO DE CONTROL DE LADO DE EXTERIOR
37
UNIDAD DE DESIGNACIÓN DE VALOR OBJETIVO
37a
MEMORIA
37b
47
80a
DISPOSITIVO DE CONTROL DE LADO DE INTERIOR
47a
UNIDAD DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
47b
UNIDAD DE CÁLCULO DE TEMPERATURA REQUERIDA
47c
MEMORIA
57
80a
DISPOSITIVO DE CONTROL DE LADO DE INTERIOR
57a
UNIDAD DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
57b
UNIDAD DE CÁLCULO DE TEMPERATURA REQUERIDA
57c
MEMORIA
67
80a
DISPOSITIVO DE CONTROL DE LADO DE INTERIOR
67a
UNIDAD DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
67b
UNIDAD DE CÁLCULO DE TEMPERATURA REQUERIDA
67c
MEMORIA
SENSOR DE PRESIÓN DE ENTRADA
29
SENSOR DE PRESIÓN DE DESCARGA
30
SENSOR DE TEMPERATURA DE ENTRADA
31
SENSOR DE TEMPERATURA DE DESCARGA
32
SENSOR DE TEMPERATURA DE EXTERIOR
36
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE LÍQUIDO
44
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE GAS
45
SENSOR DE TEMPERATURA DE INTERIOR
46
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE LÍQUIDO
54
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE GAS
55
SENSOR DE TEMPERATURA DE INTERIOR
56
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE LÍQUIDO
64
SENSOR DE TEMPERATURA DE LÍNEA DE GAS
65
SENSOR DE TEMPERATURA DE INTERIOR
66

FIG. 2

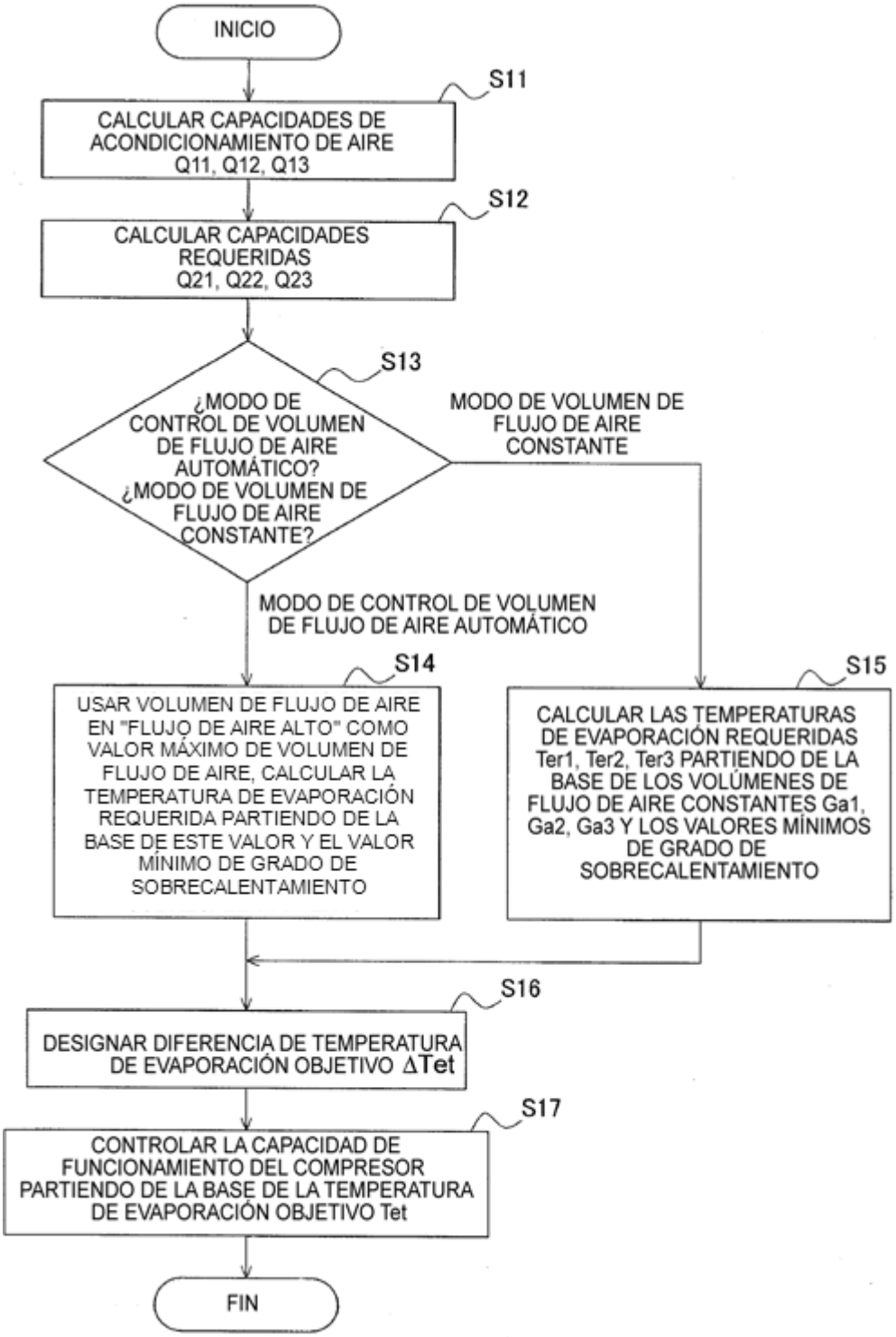
INICIO
S11
CALCULAR CAPACIDADES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Q11, Q12, Q13
S12
CALCULAR CAPACIDADES REQUERIDAS Q21, Q22, Q23
S13
¿MODO DE CONTROL DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE AUTOMÁTICO? ¿MODO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE?
MODO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE
MODO DE CONTROL DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE AUTOMÁTICO
S14
USAR VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE EN "FLUJO DE AIRE ALTO" COMO VALOR MÁXIMO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE, CALCULAR LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN REQUERIDA PARTIENDO DE LA BASE DE ESTE VALOR Y EL VALOR MÍNIMO DE GRADO DE SOBRECALENTAMIENTO
S15
CALCULAR LAS TEMPERATURAS DE EVAPORACIÓN REQUERIDAS Ter1, Ter2, Ter3 PARTIENDO DE LA BASE DE LOS VOLÚMENES DE FLUJO DE AIRE CONSTANTES Ga1, Ga2, Ga3 Y LOS VALORES MÍNIMOS DE GRADO DE SOBRECALENTAMIENTO
S16
DESIGNAR DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN OBJETIVO ΔTet
S17
CONTROLAR LA CAPACIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR PARTIENDO DE LA BASE DE LA TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN OBJETIVO Tet
FIN

FIG. 3

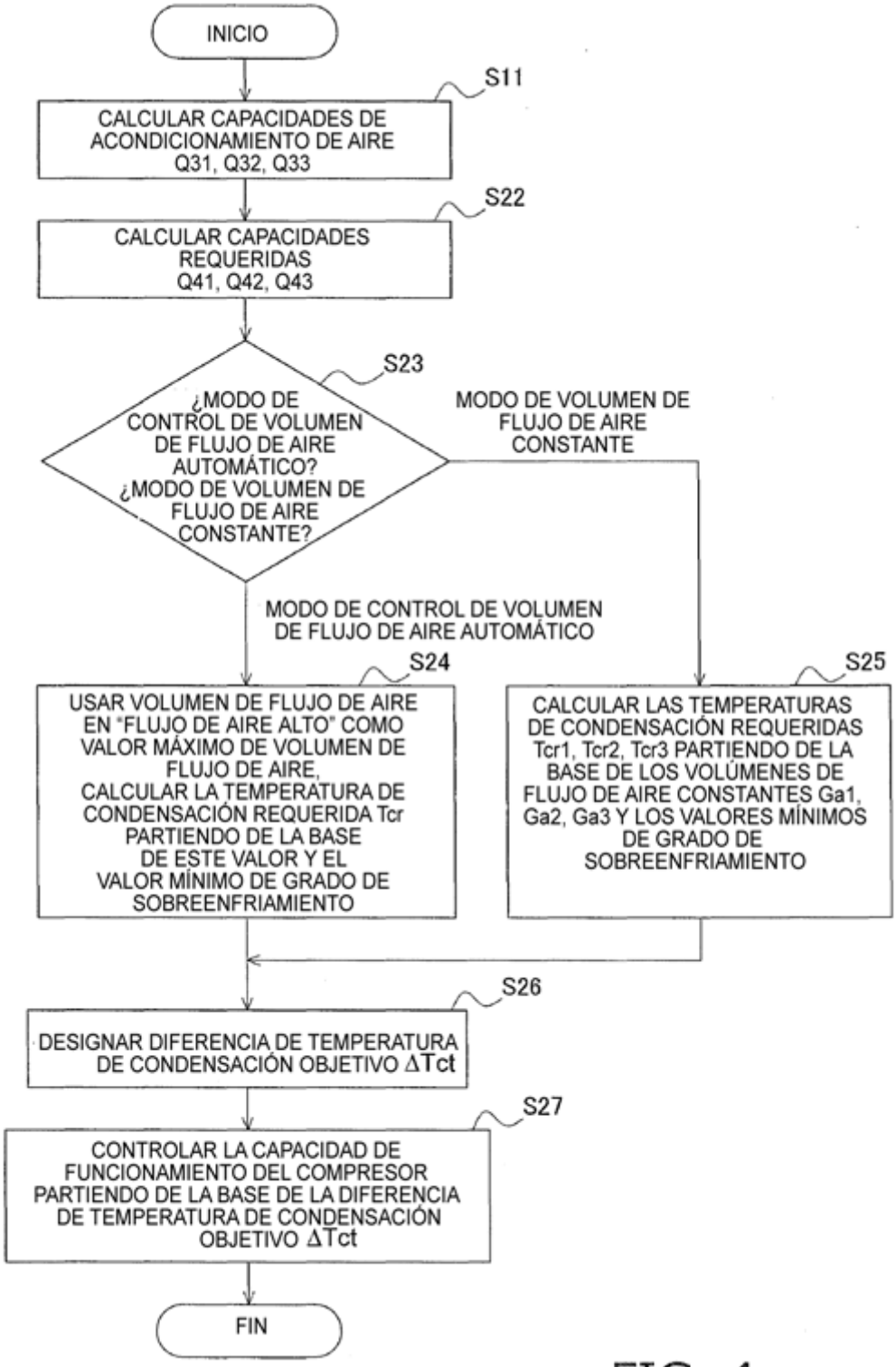
INICIO
S11
CALCULAR CAPACIDADES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Q31, Q32, Q33
S22
CALCULAR CAPACIDADES REQUERIDAS Q41, Q42, Q43
S23
¿MODO DE CONTROL DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE AUTOMÁTICO? ¿MODO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE?
MODO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE CONSTANTE
MODO DE CONTROL DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE AUTOMÁTICO
S24
USAR VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE EN "FLUJO DE AIRE ALTO" COMO VALOR MÁXIMO DE VOLUMEN DE FLUJO DE AIRE, CALCULAR LA TEMPERATURA DE CONDENSACIÓN REQUERIDA Tcr PARTIENDO DE LA BASE DE ESTE VALOR Y EL VALOR MÍNIMO DE GRADO DE SOBREENFRIAMIENTO
S25
CALCULAR LAS TEMPERATURAS DE CONDENSACIÓN REQUERIDAS Tcr1, Tcr2, Tcr3 PARTIENDO DE LA BASE DE LOS VOLÚMENES DE FLUJO DE AIRE CONSTANTES Ga1, Ga2, Ga3 Y LOS VALORES MÍNIMOS DE GRADO DE SOBREENFRIAMIENTO
S26
DESIGNAR DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE CONDENSACIÓN OBJETIVO ΔTct
S27
CONTROLAR LA CAPACIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR PARTIENDO DE LA BASE DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE CONDENSACIÓN OBJETIVO ΔTct
FIN

FIG. 4

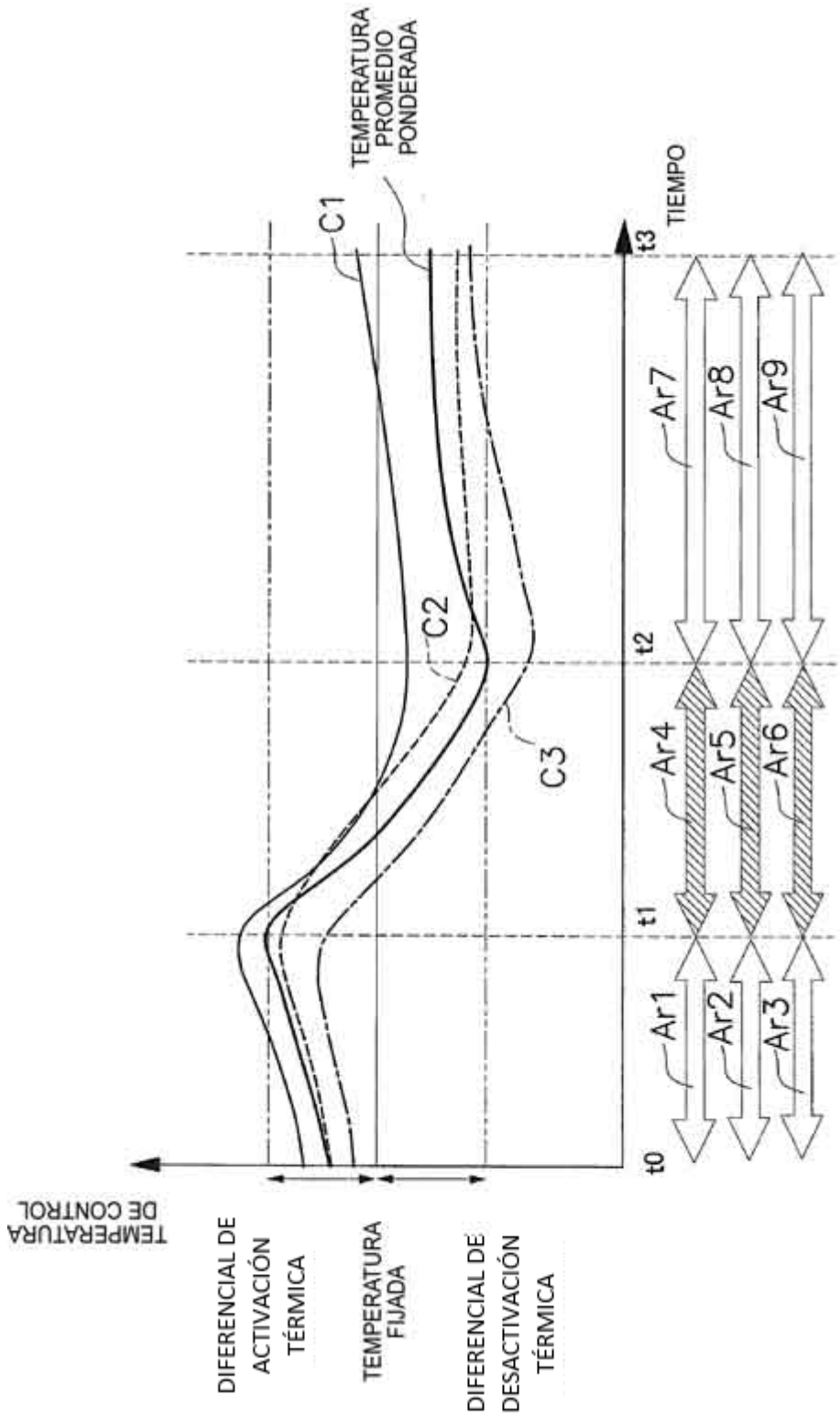
TEMPERATURA DE CONTROL
DIFERENCIAL DE ACTIVACIÓN TÉRMICA
TEMPERATURA FIJADA
DIFERENCIAL DE DESACTIVACIÓN TÉRMICA
TEMPERATURA PROMEDIO PONDERADA
C1
C2
C3
t0
t1
t2
t3
TIEMPO
Ar1
Ar2
Ar3
Ar4
Ar5
Ar6
Ar7
Ar8
Ar9

FIG. 5

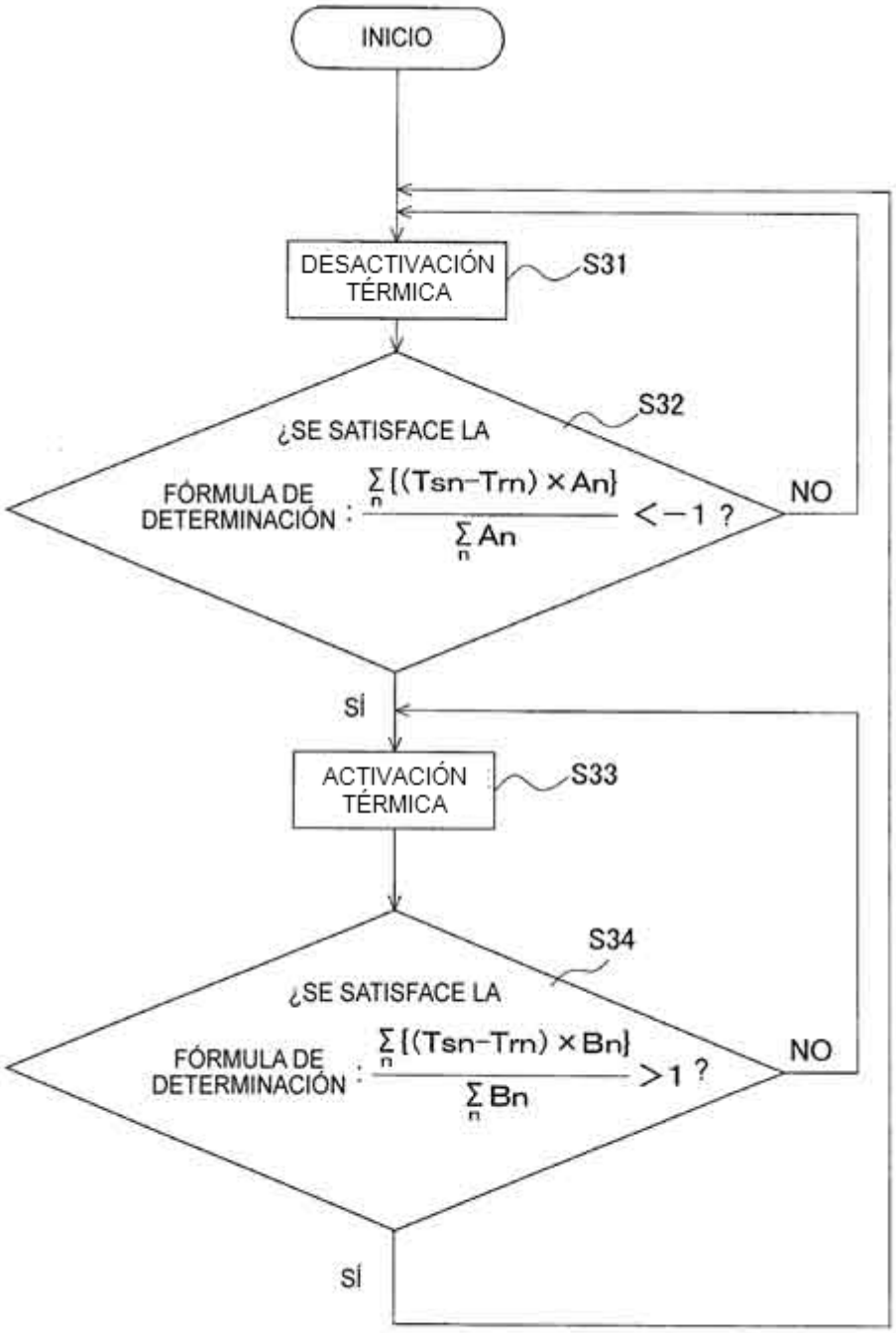
INICIO
DESACTIVACIÓN TÉRMICA
S31
¿SE SATISFACE LA FÓRMULA DE DETERMINACIÓN : $\frac{\sum_n \{(Tsn-Trn) \times An\}}{\sum_n An} < -1$?
S32
NO
SÍ
ACTIVACIÓN TÉRMICA
S33
¿SE SATISFACE LA FÓRMULA DE DETERMINACIÓN : $\frac{\sum_n \{(Tsn-Trn) \times Bn\}}{\sum_n Bn} > 1$?
S34
NO
SÍ

FIG. 6