

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 533**

51 Int. Cl.:

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2007 E 07014397 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 1884726**

54 Título: **Método para controlar un acondicionador de aire**

30 Prioridad:

24.07.2006 JP 2006200354

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

07.06.2017

73 Titular/es:

**FUJITSU GENERAL LIMITED (100.0%)
3-3-17, Suenaga, Takatsu-ku, Kawasaki-shi
Kanagawa 213-8502, JP**

72 Inventor/es:

TAMURA, HIDEYA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 615 533 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

Método para controlar un acondicionador de aire

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un método para controlar un acondicionador de aire y, más específicamente, a un método para controlar una operación de enfriamiento de un acondicionador de aire en un entorno de baja temperatura del aire exterior.

10 En general, los acondicionadores de aire tienen un ciclo de refrigeración que incluye un compresor, una válvula de cuatro vías, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior. En el invierno en el que la temperatura del aire exterior es en general baja, el acondicionador de aire realiza una operación de calentamiento para hacer circular un gas refrigerante de alta presión y alta temperatura descargado del compresor en el orden de la válvula de cuatro vías, el intercambiador de calor interior, la válvula de expansión, el intercambiador de calor exterior, la válvula de cuatro vías y el compresor, usando de este modo el intercambiador de calor interior y el intercambiador de calor exterior como un condensador y un evaporador, respectivamente.

20 Por otra parte, en el verano en el que la temperatura del aire exterior es en general alta, el acondicionador de aire realiza una operación de refrigeración para hacer circular un gas refrigerante de alta presión y alta temperatura descargado del compresor en el orden de la válvula de cuatro vías, el intercambiador de calor exterior, la válvula de expansión, el intercambiador de calor interior, la válvula de cuatro vías y el compresor, usando de este modo el intercambiador de calor exterior y el intercambiador de calor interior como el condensador y el evaporador, respectivamente. Además de este tipo de acondicionador de aire, se ponen en el mercado los acondicionadores de aire que tienen una función de deshumidificación o una función de recalentamiento y deshumidificación.

25 En los últimos años, específicamente, se han proporcionado muchas fuentes de calor, tales como aparatos iluminadores o electrónicos, en una habitación tal como en una oficina. Por lo tanto, en muchos casos, el acondicionador de aire funciona en un modo de refrigeración incluso en un entorno de baja temperatura del aire exterior en el que la temperatura del aire exterior es igual o menor que, por ejemplo, 10 °C.

30 En la operación de refrigeración realizada en el entorno de baja temperatura del aire exterior, asumiendo que es constante una carga interior, cuando la temperatura del aire exterior disminuye, el refrigerante en el intercambiador de calor exterior está excesivamente sobreenfriado y un refrigerante fluye en el intercambiador de calor exterior como un refrigerante líquido, lo que da lugar a una reducción de la cantidad de refrigerante que se hace circular. Por lo tanto, es necesario abrir la válvula de expansión (en muchos casos, una válvula de expansión electrónica).

35 En un caso en el que la temperatura del aire exterior disminuye por debajo del punto de congelación, incluso cuando la válvula de expansión está completamente abierta, solo se hace circular un refrigerante de gas, y el intercambiador de calor interior está sobrecalentado, lo que hace difícil obtener la capacidad de enfriamiento deseada. Además, la temperatura alrededor de una entrada del intercambiador de calor interior es menor que el punto de congelación, y la entrada está congelada.

40 Con el fin de resolver este problema, es necesario reducir el número de rotaciones del ventilador exterior para evitar el sobreenfriamiento del intercambiador de calor exterior y hacer circular el refrigerante líquido a través del intercambiador de calor interior. Es decir, en el modo de enfriamiento en el entorno de baja temperatura del aire exterior, es necesario controlar la válvula de expansión para que se abra más que en el modo de enfriamiento normal y controlar que el ventilador exterior rote a una velocidad de rotación inferior que la del modo de enfriamiento normal.

45 En un método de control de una operación de enfriamiento en el entorno de baja temperatura del aire exterior de acuerdo con la técnica relacionada, para un número predeterminado de rotaciones del compresor determinado por una unidad interior, cuando la temperatura del aire exterior disminuye, se reduce el número de rotaciones del ventilador exterior. Por lo tanto, se calculan como variables una temperatura de descarga objetivo del compresor usando la temperatura del aire exterior, la temperatura del intercambiador de calor interior, el número de rotaciones del compresor y el grado predeterminado de sobrecalentamiento. A continuación, se ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión, basándose en la diferencia entre el valor calculado y las temperaturas de descarga detectadas, para controlar la cantidad de refrigerante que se hace circular, evitando de este modo el sobrecalentamiento excesivo del intercambiador de calor interior (un método de control de temperatura de descarga).

50 El documento de patente 1 desvela la siguiente configuración: en un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior, con el fin de evitar que se congele el intercambiador de calor interior y para ampliar un intervalo de funcionamiento de enfriamiento, se compara una temperatura establecida con la temperatura del aire exterior; y basándose en el resultado de la comparación, cuando la frecuencia de funcionamiento del compresor es mayor que un valor predeterminado, se abre la válvula de expansión, pero cuando la frecuencia de funcionamiento

del compresor es menor que el valor predeterminado, se cierra la válvula de expansión.

Además, el documento de patente 2 desvela una estructura que incluye: un primer aparato de ajuste de diferencia de presión que, en un modo de refrigeración en un entorno en el que la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado, cuando la diferencia entre la presión alta y la presión baja de un compresor es inferior a un valor predeterminado, reduce el número de rotaciones de un ventilador exterior para evitar que se reduzca la diferencia entre la presión alta y la presión baja del compresor; y un segundo aparato de ajuste de diferencia de presión que aumenta la frecuencia de funcionamiento del compresor cuando es difícil mantener la diferencia entre la presión alta y la presión baja para que sea mayor que un valor predeterminado usando solo el primer aparato de ajuste de diferencia de presión.

El documento de patente 3 desvela un sistema de bomba de calor.

El documento de patente 4 describe un método para ajustar una lógica de temperatura de unidad interior con el fin de controlar el motor de unidad exterior de un acondicionador de aire, caracterizado por que el método comprende una etapa en la que, durante el funcionamiento de enfriamiento de dicho acondicionador de aire, la diferencia de temperatura entre la temperatura interior y la temperatura del intercambiador de calor de la unidad exterior se compara con un valor de referencia preestablecido; y una etapa en la que el valor de las RPM del motor de ventilador de la unidad exterior se regula basándose en el resultado de dicha comparación.

Finalmente, el documento 5 desvela un dispositivo de ajuste de presión para un sistema acondicionador de aire y un sistema acondicionador de aire equipado con el mismo.

[Documento de Patente 1]

Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada N.º Hei7-158980

[Documento de Patente 2]

Publicación de solicitud internacional N.º WO2003/083376

[Documento de Patente 3]

Publicación de solicitud de patente alemana N.º DE3248356

[Documento de Patente 4]

Publicación de solicitud de patente coreana N.º KR2005/0037259

[Documento de Patente 5]

Publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º US2004/144111

Sin embargo, en el método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada, se usa el mismo método de control para un modo de refrigeración normal (a la temperatura ambiente) y un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior. Por lo tanto, cuando la temperatura del aire exterior disminuye, es difícil controlar la cantidad de refrigerante que circula debido a los siguientes factores.

(1) Se reduce el número de rotaciones del ventilador exterior para aumentar la temperatura de condensación. Por lo tanto, la detección de la temperatura del aire exterior está muy afectada por la temperatura del intercambiador de calor exterior.

(2) A medida que la temperatura del aire exterior disminuye, la temperatura de descarga disminuye. Por lo tanto, hay poca variación en la cantidad de refrigerante que circula a través del ciclo de refrigeración que es adecuado cuando las variables mencionadas anteriormente varían y una temperatura de descarga objetivo cuando estas variables no varían. (3) Ya que la cantidad de refrigerante que circula a través del ciclo de refrigeración se reduce, la respuesta de un valor de detección de temperatura de descarga a un cambio en las variables es lenta.

(4) Cuando se sobrecalienta una entrada del intercambiador de calor interior, no se proporciona una unidad para detectar el sobrecalentamiento de la entrada.

Cuando se combinan entre sí los factores (1) a (3) mencionados anteriormente, se detecta una temperatura del aire exterior que es mayor que la temperatura del aire exterior real, de manera que se calcula una temperatura de descarga más alta que una temperatura de descarga a la que se obtiene la cantidad óptima de refrigerante que circula. Como resultado, la válvula de expansión se cierra para aumentar la temperatura de descarga hasta un valor objetivo. Ya que la diferencia entre la temperatura de descarga y la temperatura ordinaria es pequeña, la válvula de expansión se estrecha. Como resultado, la cantidad de refrigerante a circular se reduce considerablemente.

En cuanto a la unidad de detección descrita en (4), en general, se proporciona un sensor de temperatura en el intercambiador de calor interior para detectar la temperatura del centro de una tubería que pasa a través del intercambiador de calor interior. Por lo tanto, con el fin de detectar el sobrecalentamiento de una entrada del intercambiador de calor interior, es necesario proporcionar un sensor de temperatura adicional en la proximidad de la entrada del intercambiador de calor interior.

Con el fin de resolver los problemas mencionados anteriormente, es necesario cambiar el método de detección de la temperatura del aire exterior, mejorar un método de detección y control de la temperatura de descarga y, proporcionar además un sensor de temperatura para monitorizar la temperatura de la entrada del intercambiador de

calor interior. Por lo tanto, las especificaciones y el diseño del acondicionador de aire de acuerdo con la técnica relacionada deberían cambiarse significativamente.

5 Un objeto de la invención es proporcionar un método para controlar apropiadamente la cantidad de refrigerante que circula en un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior sin cambiar significativamente las especificaciones y el diseño del acondicionador de aire existente.

Sumario de la invención

10 Con el fin de conseguir el objeto mencionado anteriormente, de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para controlar un acondicionador de aire que tiene un ciclo de refrigeración que incluye un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión y un intercambiador de calor interior, el método incluye:

15 una etapa de control de un grado de apertura de la válvula de expansión y/o el número de rotaciones de un ventilador exterior del intercambiador de calor exterior de tal manera que la diferencia $T_x (= T_e - T_i)$ entre la temperatura T_e del intercambiador de calor exterior y la temperatura T_i del intercambiador de calor interior esté dentro de un intervalo predeterminado, en un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior.

20 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, la temperatura T_e del intercambiador de calor exterior es la temperatura de una salida del intercambiador de calor exterior y se detecta la temperatura T_i del intercambiador de calor interior en el centro de una tubería que pasa a través del intercambiador de calor interior.

25 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, cuando la diferencia T_x es mayor que un valor límite superior del intervalo predeterminado, se reduce el grado de apertura de la válvula de expansión y/o se aumenta el número de rotaciones del ventilador exterior de tal manera que la diferencia T_x esté dentro del intervalo predeterminado.

30 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, cuando la diferencia T_x es menor que un valor límite inferior del intervalo predeterminado, se aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión y/o se disminuye el número de rotaciones del ventilador exterior de tal manera que la diferencia T_x esté dentro del intervalo predeterminado.

35 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, se realiza un modo de control de válvula de expansión para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión antes de un modo para controlar el número de rotaciones del ventilador exterior, con el fin de establecer la diferencia T_x dentro del intervalo predeterminado.

40 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, en el modo de control de válvula de expansión, el número de rotaciones del ventilador exterior se establece para que sea menor que el del ventilador exterior en un modo de enfriamiento normal.

45 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, cuando la diferencia T_x está más allá del intervalo predeterminado, el modo de control de válvula de expansión se conmuta al modo para controlar el número de rotaciones del ventilador exterior para disminuir el número de rotaciones del ventilador exterior a un número predeterminado de rotaciones.

50 En el método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con el aspecto mencionado anteriormente, preferentemente, el grado de apertura de la válvula de expansión y/o el número de rotaciones del ventilador exterior varían de acuerdo con la temperatura del aire exterior.

55 De acuerdo con la invención, es posible controlar rápidamente la cantidad de refrigerante que circula controlando el grado de apertura de la válvula de expansión y/o el número de rotaciones del ventilador exterior del intercambiador de calor exterior de tal manera que la diferencia $T_x (= T_e - T_i)$ entre la temperatura T_e del intercambiador de calor exterior y la temperatura T_i del intercambiador de calor interior esté dentro de un intervalo predeterminado, en un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior. Además, ya que la temperatura T_e y T_i son las temperaturas de un refrigerante líquido, tienen una alta responsabilidad.

60 Además, cuando el intercambiador de calor interior está sobrecalentado, T_e es menor que T_i y T_x es menor que 0. Por lo tanto, es posible detectar el sobrecalentamiento del intercambiador de calor interior sin proporcionar un sensor de temperatura en la proximidad de la entrada del intercambiador de calor interior.

65

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra un ciclo de refrigeración de un acondicionador de aire de acuerdo con una realización de la invención.

5 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de control del acondicionador de aire.

La figura 3 es un diagrama de Mollier que ilustra la comparación entre un método de control de Tx de acuerdo con la realización de la invención y un método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada.

10 La figura 4 es una gráfica que ilustra la relación entre Tx, el grado de apertura de una válvula de expansión y el número de rotaciones de un ventilador exterior.

La figura 5 es un diagrama de tiempos que ilustra un modo de control de válvula de expansión y un modo de control de número de rotaciones de ventilador exterior incluido en el método de control de Tx de acuerdo con la realización de la invención.

15 La figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una zona de temperatura de una temperatura baja de aire exterior.

La figura 7 es un diagrama de flujo de funcionamiento que ilustra el modo de control de válvula de expansión.

La figura 8 es un diagrama de flujo de funcionamiento que ilustra el modo de control de número de rotaciones de ventilador exterior.

20 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

A continuación en el presente documento, se describirán unas realizaciones a modo de ejemplo de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, pero la invención no está limitada a los mismos.

25 La figura 1 muestra un ciclo de refrigeración de un acondicionador de aire de acuerdo con una realización de la invención. El ciclo de refrigeración puede ser un ciclo de refrigeración general aplicado a acondicionadores de aire generales. Como una estructura básica, el ciclo de refrigeración incluye un compresor 11, una válvula de cuatro vías, un intercambiador de calor exterior 13, una válvula de expansión 14 y un intercambiador de calor interior 15. En esta realización, la válvula de expansión 14 es una válvula de expansión electrónica cuyo grado de apertura está controlado por un motor de pulsos (no mostrado).

30 En un modo de enfriamiento, la válvula de cuatro vías se conmuta, como se representa por una línea continua en la figura 1, de tal manera que el intercambiador de calor exterior 13 está conectado a un lado de descarga de refrigerante 11a del compresor 11 y el intercambiador de calor interior 15 está conectado a un lado de entrada de refrigerante 11b del compresor 11. Por lo tanto, el intercambiador de calor exterior 13 sirve como un condensador y el intercambiador de calor interior 15 sirve como un evaporador.

35 Además, en un modo de calentamiento, la válvula de cuatro vías 12 se conmuta, tal como se representa mediante una línea de cadena, de tal manera que el intercambiador de calor interior 15 está conectado al lado de descarga de refrigerante 11a del compresor 11 y el intercambiador de calor exterior 13 está conectado al lado de entrada de refrigerante 11b del compresor 11. Por lo tanto, el intercambiador de calor exterior 13 sirve como un evaporador y el intercambiador de calor interior 15 sirve como condensador. Ya que la invención se refiere a una operación de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior, el ciclo de refrigeración puede usarse para la operación de enfriamiento.

40 El intercambiador de calor exterior 13a está provisto de un ventilador exterior 13a, y el intercambiador de calor interior 15 está provisto de un ventilador interior 15a. En general, se usa un ventilador de hélice como ventilador exterior 13a, y se usa un ventilador de flujo cruzado como ventilador interior 15a.

45 Se proporcionan los sensores de temperatura 13b y 15b en el intercambiador de calor exterior 13 y en el intercambiador de calor interior 15, respectivamente. El sensor de temperatura 13b del intercambiador de calor exterior 13 detecta la temperatura del refrigerante descargado desde una salida del intercambiador de calor exterior 13 y el sensor de temperatura 15b del intercambiador de calor interior 15 detecta la temperatura del refrigerante en el centro de una tubería que pasa a través del intercambiador de calor interior 15.

50 La figura 2 muestra un sistema de control del acondicionador de aire. El sistema de control incluye un controlador de unidad interior 150 y un controlador de unidad exterior 130. El controlador de unidad interior 150 y el controlador de unidad exterior 130 están conectados entre sí a través de unas líneas de transmisión de datos de tal manera que pueden comunicarse entre sí.

55 El controlador de unidad interior 150 incluye una unidad de determinación de señal de controlador remoto 151, una unidad de determinación de estado de funcionamiento 152, una unidad de detección y determinación de temperatura ambiente 153, una unidad 154 para detectar y determinar la temperatura T_i del intercambiador de calor interior y una unidad de determinación de la temperatura del aire exterior 155.

60

65

El controlador de unidad interior 150 recibe señales de un controlador remoto 151a, un sensor de temperatura ambiente 153a, el sensor de temperatura 15b del intercambiador de calor interior 15 y un sensor de temperatura de aire exterior 134a de una unidad exterior que se describirá más adelante, y determina un estado de funcionamiento para controlar el número de rotaciones del ventilador interior 15a. Además, el controlador de unidad interior 150 muestra, por ejemplo, el estado de funcionamiento, la temperatura ambiente y una temperatura establecida en una unidad de visualización 156 de la unidad interior.

El controlador de unidad exterior 130 incluye una unidad de determinación de modo de funcionamiento 131, una unidad de control de compresor 132, una unidad de control de válvula de cuatro vías 133, una unidad 134 para detectar la temperatura de cada componente, una unidad de cálculo de temperatura de descarga objetivo 135, una unidad de control de válvula de expansión electrónica 136 y una unidad 137 para calcular T_x y T_y . T_x y T_y se describirán más adelante.

El controlador de unidad exterior 130 controla el compresor 11, el ventilador exterior 13a, la válvula de cuatro vías 12 y la válvula de expansión electrónica 14 basándose en las señales recibidas desde el sensor de temperatura de aire exterior 134a, un sensor de temperatura de descarga 134b, y el sensor de temperatura 13b del intercambiador de calor exterior 13, y las señales de control recibidas desde el controlador de unidad interior 150.

En esta realización de la invención, la cantidad de refrigerante que circula en el modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior se controla por T_x ($-T_e - T_i$), que es la diferencia entre una temperatura (la temperatura de la salida) T_e que se detecta por el sensor de temperatura 13b del intercambiador de calor exterior 13 y una temperatura (la temperatura del centro, una temperatura intermedia) T_i que se detecta por el sensor de temperatura 15b del intercambiador de calor exterior 15 (en lo sucesivo en el presente documento este método de control se denomina un "método de control de T_x ").

En el método de control de T_x , se establece de antemano un valor objetivo predeterminado de T_{xt} , y el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 14 y/o el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se controlan de tal manera que la diferencia T_y entre T_x y T_{xt} ($= T_x - T_{xt}$) es aproximadamente cero, preferentemente, $T_y = 0$.

Ya que tanto la temperatura T_e de la salida del intercambiador de calor exterior 13 como la temperatura intermedia T_i del intercambiador de calor interior 15 son la temperatura del refrigerante líquido, estas temperaturas T_e y T_i tienen una alta responsabilidad. Además, ya que hay poca variación en la temperatura de descarga del compresor 11 o en la temperatura del aire exterior, es posible controlar rápidamente la cantidad de refrigerante que circula en el modo de refrigeración en el entorno de baja temperatura del aire exterior.

En el método de control de temperatura de descarga descrito anteriormente de acuerdo con la técnica relacionada, se determina una temperatura de descarga teórica basándose en una temperatura de evaporación del evaporador, una temperatura de condensación del condensador y el grado de sobrecalentamiento. Por lo tanto, la temperatura de descarga se calcula basándose en estos factores para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión (véase el lado derecho del diagrama de Mollier mostrado en la figura 3).

Por el contrario, en el método de control de T_x de acuerdo con esta realización de la invención, como se muestra en el lado izquierdo del diagrama de Mollier mostrado en la figura 3, la diferencia T_x entre la temperatura de salida T_e del intercambiador de calor exterior 13 y la temperatura intermedia T_i del intercambiador de calor interior 15 se controla para que tenga un valor constante.

Es decir, cuando se baja la temperatura del aire exterior, se reduce la diferencia entre la temperatura de condensación del condensador y la temperatura de evaporación del evaporador. Por lo tanto, es posible garantizar una diferencia mínima de temperatura. De acuerdo con la realización de la invención, incluso cuando la temperatura ambiente y la temperatura del aire exterior varían, es posible garantizar la cantidad óptima de refrigerante que debe circular determinando el valor objetivo de T_{xt} .

A continuación, se compara el método de control de T_x de acuerdo con esta realización de la invención con el método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada. En el método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada con el fin de controlar el grado de apertura de la válvula de expansión se necesitan cinco variables, es decir, una temperatura de descarga, la temperatura del intercambiador de calor interior, el grado de sobrecalentamiento, la temperatura del aire exterior y el número de rotaciones del compresor. Además, cuando disminuye el número de rotaciones del ventilador exterior, se produce la desviación entre la temperatura del aire exterior real y la temperatura del aire exterior detectada. Por lo tanto, también es necesario corregir la desviación entre las temperaturas. Además, la temperatura de condensación necesaria para calcular una temperatura de descarga objetivo se calcula basándose en la temperatura de evaporación del intercambiador de calor interior, el número de rotaciones del compresor y la temperatura del aire exterior. Por el contrario, en el método de control de T_x de acuerdo con esta realización de la invención, solo se necesitan dos variables, es decir, la temperatura de salida T_e del intercambiador de calor exterior 13 y la temperatura intermedia T_i del intercambiador de calor interior 15, lo que hace posible mejorar la velocidad de

respuesta.

En el método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada, se usan dos variables, es decir, el número de rotaciones del compresor y la temperatura del aire exterior, para controlar el número de rotaciones del ventilador exterior. En el método de control de Tx de acuerdo con esta realización de la invención, se usan dos variables, es decir, la temperatura de salida Te del intercambiador de calor exterior 13 y la temperatura intermedia Ti del intercambiador de calor interior 15 para controlar el número de rotaciones del ventilador exterior. Es decir, tanto en el método de control de temperatura de descarga como en el método de control de Tx, se usan dos variables. Sin embargo, en el método de control de temperatura de descarga de acuerdo con la técnica relacionada, cuando disminuye el número de rotaciones del ventilador exterior, se produce la desviación entre la temperatura del aire exterior real y la temperatura del aire exterior detectada, y por lo tanto es necesario corregir la desviación entre las temperaturas. Por el contrario, en el método de control de Tx de acuerdo con esta realización de la invención, este proceso de corrección no es necesario, lo que hace posible mejorar la velocidad de respuesta.

En el método de control de Tx de acuerdo con esta realización de la invención, cuando el intercambiador de calor interior 15 se sobrecalienta, se establecen las siguientes relaciones: $T_e < T_i$ y $T_x < 0$. Por lo tanto, específicamente, incluso cuando no se proporciona un sensor de temperatura en la proximidad de la entrada del intercambiador de calor interior 15, es posible comprobar fácilmente si el intercambiador de calor interior 15 está en un estado de sobrecalentamiento.

A continuación, se describirá un método para determinar el valor objetivo Txt para el control de Tx.

(1) En el caso de $T_x < 0$, cuando el intercambiador de calor interior 15 está sobrecalentado, Te se deja caer a la temperatura del aire exterior (igual o inferior a la temperatura ambiente), pero Ti se eleva a la temperatura ambiente. Como resultado, se establece la siguiente relación: $T_x = T_e - T_i < 0$. En este caso, se determina que el intercambiador de calor interior 15 está sobrecalentado, y el resultado del control de Tx está representado por NG.

Además, de acuerdo con esta realización de la invención, si $T_x < 0$, es posible determinar si el intercambiador de calor interior 15 está en el estado de sobrecalentamiento. Por lo tanto, específicamente, incluso cuando no se proporciona un sensor de temperatura en la proximidad de la entrada del intercambiador de calor interior 15, es posible comprobar fácilmente si el intercambiador de calor interior 15 está en estado de sobrecalentamiento.

(2) En el caso de $T_x \gg 0$, tanto la temperatura de condensación como la temperatura de evaporación se elevan y la capacidad de enfriamiento se reduce considerablemente, de tal manera que el resultado del control de Tx está representado por NG. Teniendo en cuenta los casos (1) y (2), el valor objetivo Txt para el control de Tx se establece en un valor alrededor de cero que es capaz de garantizar la capacidad de enfriamiento. En realidad, el valor objetivo Txt se determina experimentalmente, pero la invención no está limitada al mismo. El valor objetivo Txt puede ser fijo o variable de acuerdo con una zona de temperatura de la temperatura del aire exterior.

A continuación, se describirá un método de control para establecer Tx para que sea aproximadamente igual a Txt, preferentemente, igual a Ttxt ($T_x - T_{txt} = T_y = 0$). En el modo de enfriamiento en un entorno de temperatura ambiente, la técnica relacionada controla la válvula de expansión electrónica 14 basándose en la temperatura de descarga del compresor, y cuando la temperatura del aire exterior disminuye, se realiza el control de Tx.

Cuando se realiza el control de Tx debido a la caída de la temperatura del aire exterior, el número de rotaciones del ventilador exterior 13a disminuye para ser menor que el del modo de enfriamiento en el entorno de temperatura ambiente y el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se fija al valor reducido. A continuación, el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 14 se controla de tal manera que Ty sea igual a cero. Cuando la válvula de expansión electrónica se abre completamente, pero Ty no llega a cero, se realiza el control del número de rotaciones del ventilador para ajustar el número de rotaciones del ventilador exterior 13a de tal manera que Ty es igual a cero.

Tx varía en proporción a la temperatura del aire exterior, pero es posible controlar linealmente Tx, el grado de apertura de la válvula de expansión y el número de rotaciones del ventilador exterior 13a. Es decir, como se muestra en la figura 4, cuando el número de rotaciones del ventilador exterior aumenta y el grado de apertura de la válvula de expansión disminuye, Tx se hace pequeña. Por otra parte, cuando el número de rotaciones del ventilador exterior disminuye y el grado de apertura de la válvula de expansión aumenta, Tx se hace grande.

Como se ha descrito anteriormente, como se muestra en la figura 5, el método de control de Tx de acuerdo con esta realización de la invención incluye un modo de control de válvula de expansión y un modo de control de número de rotaciones de ventilador exterior. La figura 6 muestra un ejemplo de la zona de temperatura, que es una condición de funcionamiento del método de control de Tx.

En la figura 6, una flecha hacia arriba indica el aumento de la temperatura del aire exterior y una flecha hacia abajo indica la caída de la temperatura del aire exterior. En esta realización, cuando la temperatura del aire exterior aumenta, un intervalo de temperaturas que es igual o inferior a 12 °C (cuando la temperatura del aire exterior baja, un intervalo de temperatura que es igual o inferior a 10 °C) es una zona de funcionamiento de control de Tx en la

que se realiza el control de Tx en el entorno de baja temperatura del aire exterior. La zona de funcionamiento de control de Tx incluye una zona F, que es un intervalo de 2 a 12 °C cuando la temperatura del aire exterior sube (un intervalo de 0 a 10 °C cuando la temperatura del aire exterior cae) y una zona G, que es un intervalo que es igual o inferior a 2 °C cuando la temperatura del aire exterior sube (un intervalo que es igual o inferior a 0 °C cuando la temperatura del aire exterior cae). En este caso, los caracteres 'F' y 'G' en la zona F y la zona G no tienen un significado específico.

Cuando la temperatura del aire exterior sube a más de 12 °C (cuando la temperatura del aire exterior cae por debajo de 10 °C), se realiza un proceso de control de temperatura de descarga del compresor de acuerdo con la técnica anterior. Además, se detecta la temperatura del aire exterior por el sensor de temperatura de aire exterior 134a mostrado en la figura 2. En realidad, se realiza un proceso de determinación de una zona basándose en una temperatura obtenida añadiendo un valor de corrección predeterminado a la temperatura del aire exterior detectada. Además, se establecen unas temperaturas de umbral diferentes durante el aumento de la temperatura del aire exterior y durante la caída de la temperatura del aire exterior para evitar la vibración.

El grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 14 está controlado por el número de pulsos aplicados a un motor de pulsos (no mostrado). En esta realización, cuando el número de pulsos es 60, que es un número mínimo, la válvula de expansión electrónica 14 está completamente cerrada. Cuando el número de pulsos es 480, que es un número máximo, la válvula de expansión electrónica 14 está completamente abierta.

La Tabla 1 muestra el número de rotaciones (rpm) del ventilador exterior 13a en la zona F y en la zona G en esta realización. El número de rotaciones del ventilador exterior 13a varía de acuerdo con el número de rotaciones del compresor 11. Por ejemplo, cuando el número de rotaciones del compresor 11 es igual o mayor que 54 rps, se selecciona Hi1. Cuando el número de rotaciones del compresor 11 es igual o mayor que 42 rps, se selecciona Me1. Cuando el número de rotaciones del compresor 11 es menor que 42 rps, se selecciona Lo1. El número mínimo de rotaciones del ventilador exterior 13a es 150 tanto en la zona F como en la zona G.

[Tabla 1]

		Zona F	Zona G
Máximo	Hi1	400	280
	Me1	340	250
	Lo1	280	230
Mínimo		150	150

La Tabla 2 muestra la relación entre un pulso añadido, un número añadido de rotaciones del ventilador exterior, y un intervalo de tiempo de control de acuerdo con el valor objetivo Txt y la diferencia Ty entre Tx y Txt en la zona F y la zona G. Como puede verse en la Tabla 2, el valor objetivo Txt se calcula mediante una expresión ($0,5 \times Ta' + 7$) en la zona F, y el valor objetivo Txt se fija a 5 en la zona de G. En este caso, Ta' indica una temperatura del aire exterior corregida. Además, un valor límite inferior de Tx (= Te - Ti) es 7, y un valor límite superior de la misma es 13.

[Tabla 2]

valor objetivo Txt		Pulso añadido	Número añadido de rotaciones del ventilador exterior	Intervalo de tiempo de control
Zona F	Zona G			
$0,5 \times Ta' + 7$	5			
$10 \leq Ty$		-20	+40	120 s
$5 \leq Ty < 10$		-10	+20	
$2 \leq Ty < 5$		-5	+10	
$1 \leq Ty < 2$		-1	+5	
$-1 \leq Ty < 1$		0	0	
$-2 \leq Ty < -1$		+1	-5	
$-5 \leq Ty < -2$		+5	-10	
$-10 \leq Ty < -5$		+20	-20	
$-25 \leq Ty < -10$		+80	-20	
$Ty < -25$		+150	-80	30 s
$Ty \leq -10$				

ES 2 615 533 T3

A continuación, se describirá un ejemplo del método de control de Tx de acuerdo con la realización de la invención haciendo referencia a los diagramas de flujo mostrados en las figuras 7 y 8. La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el modo de control de válvula de expansión, y la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el modo de control de número de rotaciones del ventilador exterior.

5 En la operación de enfriamiento, el control de Tx se inicia desde el modo de control de válvula de expansión mostrado en la figura 7. En primer lugar, en la etapa 71, la unidad de determinación de la temperatura del aire exterior 155 del controlador de unidad interior 150 determina si la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado. Cuando la temperatura del aire exterior está dentro de la zona F o de la zona G, el proceso continúa en la etapa 72. Por otra parte, cuando la temperatura del aire exterior es mayor que el valor predeterminado (cuando la temperatura del aire exterior es superior a 12 °C durante la subida de la temperatura del aire exterior (10 °C durante la caída de la temperatura del aire exterior)), el proceso continúa en la etapa 90, y se realiza un proceso de control de temperatura de descarga del compresor general (en un entorno de temperatura ambiente).

15 En la etapa 72, el número de rotaciones del ventilador exterior 13a disminuye. Por ejemplo, en el caso de la zona F, el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se establece en el 50 % del número de rotaciones del ventilador exterior 13a en un modo normal. En el caso de la zona G, el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se establece en el 30 % del número de rotaciones del ventilador exterior 13a en el modo normal. A continuación, se mantiene el número establecido de rotaciones del ventilador exterior 13a.

20 A continuación, en la etapa 73, se calculan Tx y Ty. Se calcula Tx, que es la diferencia entre la temperatura de salida Te del intercambiador de calor exterior 13 y la temperatura intermedia Ti del intercambiador de calor interior 15 ($T_e - T_i$), y se calcula Ty, que es la diferencia entre el valor calculado Tx y el valor objetivo Txt ($T_x - T_{xt}$). Este proceso de cálculo se realiza por una unidad de cálculo de Tx y Ty 137 del controlador de unidad exterior 130.

25 Después de calcularse Tx y Ty, se realiza un enmascaramiento durante un tiempo predeterminado en la etapa 74, y a continuación el proceso continúa en la etapa 75. El tiempo de enmascaramiento corresponde al intervalo de tiempo de control mostrado en la Tabla 2.

30 En la etapa 75, se determina si $T_y > 1$. Cuando se determina que Ty es igual o menor que 1, el proceso continúa en la etapa 76 para determinar si $1 \geq T_y > -1$. Por otro lado, cuando se determina que $T_y > 1$, se determina en la etapa 75a si un pulso tiene un valor límite inferior.

35 En este caso, el pulso significa un pulso de control aplicado desde la unidad de control de válvula de expansión electrónica 136 del controlador de unidad exterior 130 a un motor de pulsos (no mostrado) para accionar la válvula de expansión electrónica 14, y el valor límite inferior del pulso es 60, como se ha descrito anteriormente.

40 Cuando el pulso no alcanza el valor límite inferior, con el fin de disminuir el valor de Tx con respecto al valor objetivo Txt, se reduce el número de pulsos en un valor predeterminado en la etapa 75b de tal manera que el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica se reduce, y a continuación el proceso continúa en la etapa 71. Como se muestra en la Tabla 2, el número de pulsos reducidos depende del valor de Ty.

45 Cuando la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado, el número de pulsos es menos probable que alcance el valor límite inferior. Sin embargo, cuando el número de pulsos alcanza el valor límite inferior, el número de pulsos se fija en el valor límite inferior en la etapa 75c, y a continuación el proceso continúa en la etapa 71.

50 Esta rutina se realiza repetidamente. Es decir, se determina en la etapa 75 si $T_y > 1$. Cuando el resultado de la determinación es NO, es decir, Ty es igual o menor que 1, se determina en la etapa 76 si $1 \geq T_y > -1$. Cuando el resultado de la determinación es SÍ, es decir, se establece la relación $1 \geq T_y > -1$, se determina que se obtiene una cantidad apropiada de refrigerante circulando. A continuación, el número de pulsos se fija en la etapa 76a, y el proceso vuelve a la etapa 71.

55 Cuando el resultado de la determinación en la etapa 76 es No, Ty es igual a o menor que -1. Por lo tanto, en la siguiente etapa 77, se determina si el número de pulsos alcanza entonces el valor límite superior, es decir, 480.

60 Cuando el número de pulsos no alcanza el valor límite superior, con el fin de aumentar el valor de Tx con respecto al valor objetivo Txt, se aumenta el número de pulsos en un valor predeterminado en la etapa 77a de tal manera que se aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 14, y a continuación el proceso continúa en la etapa 71. En este procedimiento, cuando se establece la relación $1 \geq T_y > -1$, el número de pulsos se fija en la etapa 76a. Como se muestra en la Tabla 2, el número de pulsos añadidos depende del valor de Ty.

65 Como se ha descrito anteriormente, en el modelo de control de válvula de expansión se ajusta el grado de apertura de la válvula de expansión electrónica 14, con el número de rotaciones del ventilador exterior 13a que se disminuye, de tal manera que la diferencia Ty entre el valor de Tx y el valor objetivo Txt satisface $1 \geq T_y > -1$. Sin embargo, cuando la diferencia de Ty no satisface la relación $1 \geq T_y \geq -1$ el modo de control de válvula de expansión se

ES 2 615 533 T3

conmuta a un modo de control de número de rotaciones del ventilador exterior mostrado en la figura 8 después de que haya transcurrido un tiempo predeterminado.

5 En el modo de control de número de rotaciones del ventilador exterior, el número de pulsos se fija a un valor límite superior (la válvula de expansión electrónica 14 está completamente abierta) en la etapa 81, y los valores de Tx y Ty se calculan de nuevo en la etapa 82. A continuación, se realiza el enmascaramiento durante un tiempo predeterminado en la etapa 83, y se determina en la etapa 84 si Ty es mayor que 1. Esto se debe a que Ty puede ser mayor que 1 debido a una variación en la temperatura del aire exterior.

10 Cuando Ty es igual o menor que 1 y la relación $1 \geq Ty > -1$ no se establece en la siguiente etapa 85, se determina en la etapa 86 si el número de rotaciones del ventilador exterior 13a es un valor de límite inferior (150 rpm). Cuando el número de rotaciones del ventilador exterior 13a no es el valor límite inferior, con el fin de aumentar el valor de Tx con respecto al valor objetivo Txt, se reduce el número de rotaciones del ventilador exterior 13a en un valor predeterminado en la etapa 86a, y a continuación el proceso vuelve a la etapa 81 a través de la etapa 84c (en la que se determina si la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado). Como se muestra en la Tabla 2, el valor disminuido del número de rotaciones del ventilador exterior 13a depende del valor de Ty.

20 Como se muestra en la etapa 87, el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se reduce al valor límite inferior, es decir, 150 rpm. Sin embargo, en la rutina para reducir el número de rotaciones del ventilador exterior 13a, cuando se satisface $1 \geq Ty > -1$, se determina que se obtiene una cantidad apropiada de refrigerante circulando, y el número de rotaciones del ventilador exterior 13a se fija en la etapa 85a. A continuación, el proceso vuelve a la etapa 81 a través de la etapa 84c (en la que se determina si la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado).

25 Cuando se determina en la etapa 84 que $Ty > 1$, se determina en la etapa 84a si el número de rotaciones del ventilador exterior 13a es un valor límite superior. Como el resultado de la determinación, cuando el número de rotaciones del ventilador exterior 13a no es el valor límite superior, con el fin de disminuir el valor de Tx con respecto al valor objetivo Txt, se aumenta el número de rotaciones del ventilador exterior 13a en un valor predeterminado en la etapa 84b, y a continuación el proceso vuelve a la etapa 81 a través de la etapa 84c (en la que se determina si la temperatura del aire exterior es inferior a un valor predeterminado).

30 Cuando se determina en la etapa 84c que la temperatura del aire exterior no es menor que el valor predeterminado, el modo de control se conmuta desde el modo de control de Tx al modo de control de temperatura de descarga del compresor que se realiza bajo una condición normal (en la temperatura ambiente) en la etapa 90. Además, cuando se determina en la etapa 84a que el número de rotaciones del ventilador exterior 13a alcanza el valor límite superior, el proceso vuelve a la etapa 71 del modo de control de válvula de expansión.

35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para controlar un acondicionador de aire que tiene un ciclo de refrigeración que incluye un compresor (11), un intercambiador de calor exterior (13), una válvula de expansión (14), y un intercambiador de calor interior (15), estando el método caracterizado por comprender:
- 10 una etapa de detectar una temperatura T_e del intercambiador de calor exterior (13) a partir de una salida del intercambiador de calor exterior (13) y una temperatura T_i del intercambiador de calor interior (15) en un centro de una tubería que pasa a través del intercambiador de calor interior (15);
- 15 una etapa de calcular la diferencia $T_x (= T_e - T_i)$, y
una etapa de controlar un grado de apertura de la válvula de expansión (14) y/o el número de rotaciones de un ventilador exterior (13a) del intercambiador de calor exterior (13) de tal manera que la diferencia $T_x (= T_e - T_i)$ entre la temperatura T_e del intercambiador de calor exterior (13) y la temperatura T_i del intercambiador de calor interior (15) está dentro de un intervalo predeterminado, en un modo de enfriamiento en un entorno de baja temperatura del aire exterior.
- 20 2. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cuando la diferencia T_x es mayor que un valor límite superior del intervalo predeterminado, se reduce el grado de apertura de la válvula de expansión (14) y/o se aumenta el número de rotaciones del ventilador exterior (13a) de tal manera que la diferencia T_x esté dentro del intervalo predeterminado.
- 25 3. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cuando la diferencia T_x es menor que un valor límite inferior del intervalo predeterminado, se aumenta el grado de apertura de la válvula de expansión (14) y/o se reduce el número de rotaciones del ventilador exterior (13a) de tal manera que la diferencia T_x esté dentro del intervalo predeterminado.
- 30 4. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se realiza un modo de control de válvula de expansión para controlar el grado de apertura de la válvula de expansión (14) antes de un modo para controlar el número de rotaciones del ventilador exterior (13a), con el fin de ajustar la diferencia T_x dentro del intervalo predeterminado.
- 35 5. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en el modo de control de válvula de expansión, el número de rotaciones del ventilador exterior (13a) se establece para que sea menor que el del ventilador exterior (13a) en un modo de enfriamiento normal.
- 40 6. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cuando la diferencia T_x está por encima del intervalo predeterminado, el modo de control de válvula de expansión se conmuta al modo de control del número de rotaciones del ventilador exterior (13a) para disminuir el número de rotaciones del ventilador exterior (13a) a un número predeterminado de rotaciones.
7. El método para controlar un acondicionador de aire de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el grado de apertura de la válvula de expansión (14) y/o el número de rotaciones del ventilador exterior (13a) varían de acuerdo con una temperatura del aire exterior.

FIG. 1

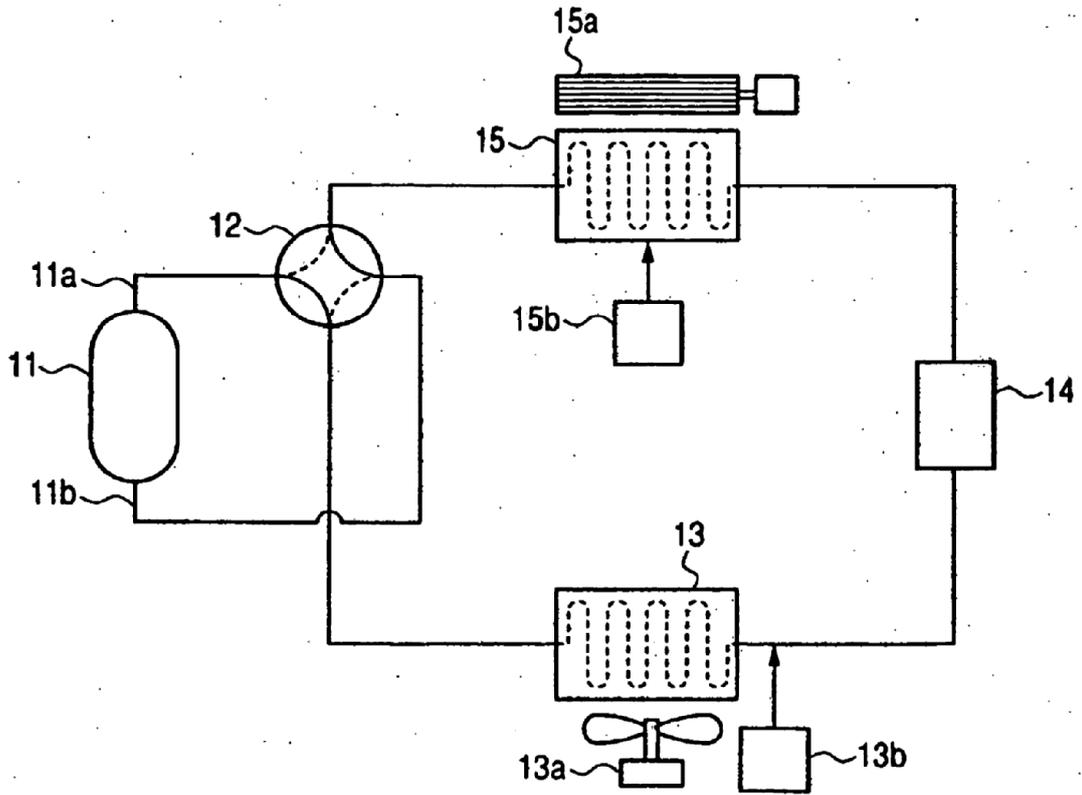


FIG. 2

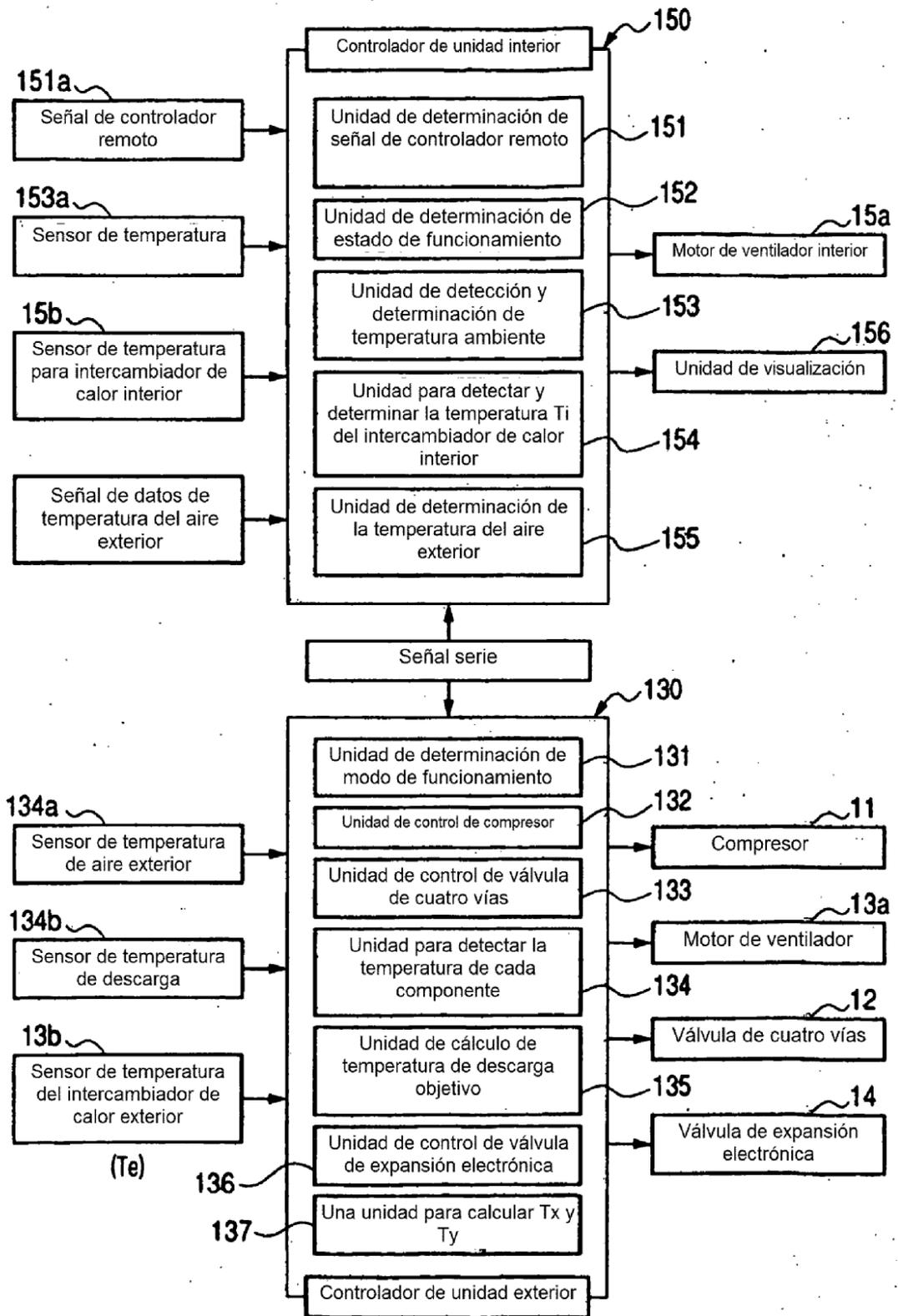


FIG. 3

INTERCAMBIADOR DE CALOR EXTERIOR
SALIDA: TE

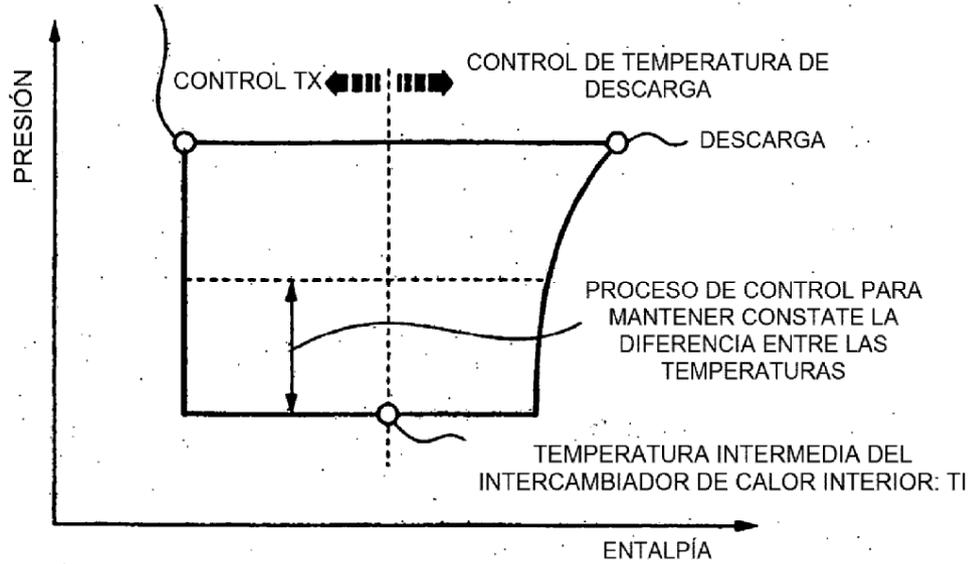


FIG. 4

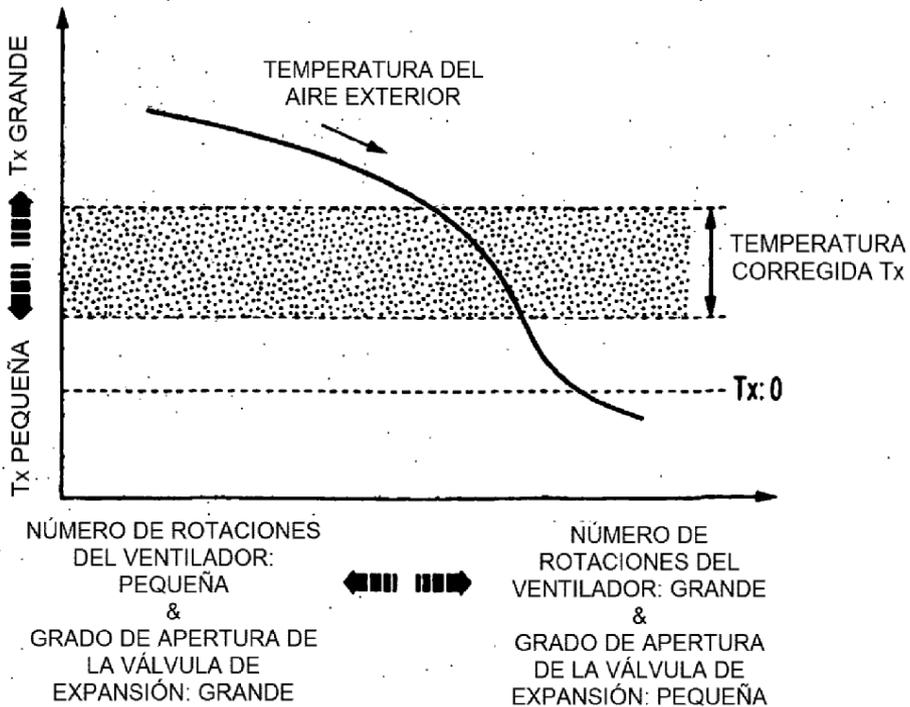


FIG. 5

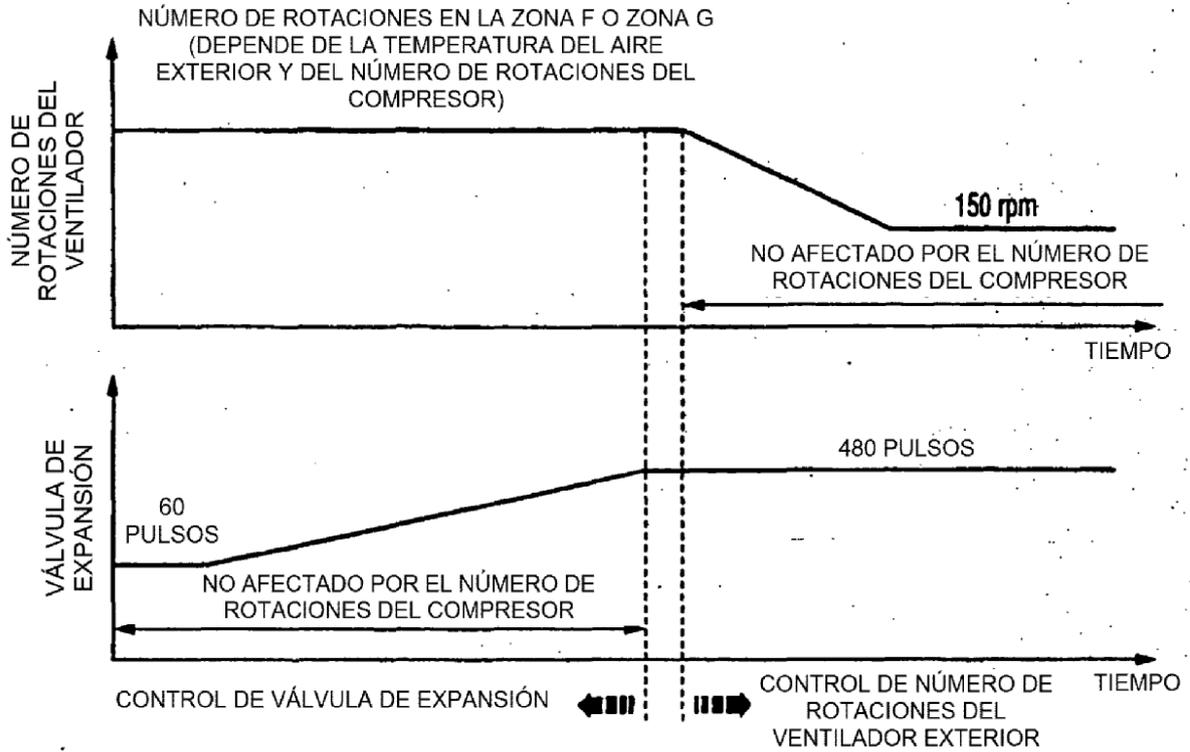
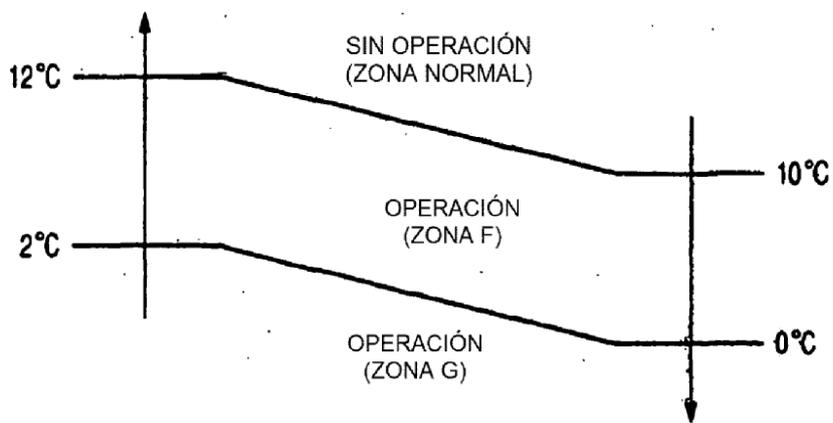


FIG. 6



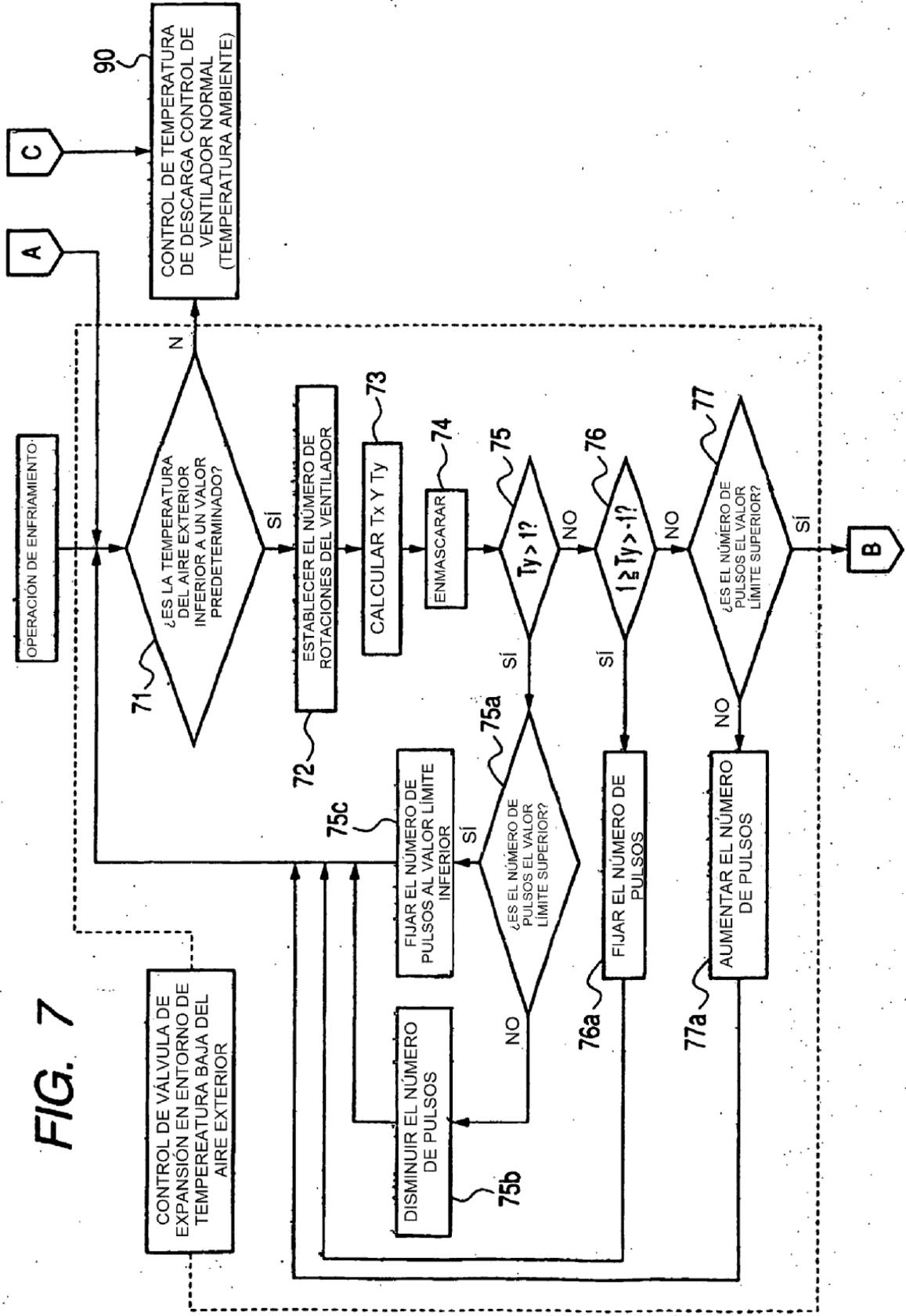


FIG. 7

CONTROL DE VÁLVULA DE EXPANSIÓN EN ENTORNO DE TEMPERATURA BAJA DEL AIRE EXTERIOR

