

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 713**

51 Int. Cl.:

F25B 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2017 PCT/CN2017/073138**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2018 WO18006596**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2017 E 17823409 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3480536**

54 Título: **Procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica de un conjunto exterior de un aire acondicionado**

30 Prioridad:

04.07.2016 CN 201610515150

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

09.02.2021

73 Titular/es:

QINGDAO HAIER AIR CONDITIONER GENERAL CORP., LTD. (100.0%)

Haier Industrial Park No. 1 Haier road Laoshan District

Qingdao, Shandong 266101, CN

72 Inventor/es:

XU, WENMING;

FU, YU;

ZHANG, MINGJIE;

WANG, FEI;

XU, BEIBEI;

LIU, JUKE;

LUO, RONGBANG;

YUAN, JUNJUN y

DING, SHUANG

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 804 713 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

Procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica de un conjunto exterior de un aire acondicionado

- 5 **[0001]** La presente invención pertenece a un procedimiento de ajuste de la válvula de expansión electrónica del conjunto exterior de un aire acondicionado.

Antecedentes

- 10 **[0002]** La válvula de expansión electrónica es un tipo de nuevo elemento de control comúnmente utilizado en el sistema de circulación de refrigerante de aire acondicionado. La apertura de la válvula de expansión electrónica se controla para regular la cantidad de refrigerante que circula en el sistema de aire acondicionado con el fin de satisfacer la demanda de rendimiento. Por lo tanto, el control de la válvula de expansión electrónica es fundamental para evaluar la relación de eficiencia energética del sistema de aire acondicionado.

- 15 **[0003]** PID es una técnica de control elegible para la apertura de la válvula de expansión electrónica. La acción de control calcula continuamente un valor de error como la diferencia entre una temperatura de salida real y una temperatura de salida deseada del compresor en el sistema de aire acondicionado, y aplica una corrección basada en el algoritmo PID para ajustar la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica a un grado deseado a una gran velocidad. El reglaje PID mejora la eficiencia del procedimiento de ajuste y puede acercar el valor de consigna a la condición real exterior. Pero los términos proporcionales, integrales y derivados del algoritmo PID típico aplicado en EEV son fijos en la técnica anterior, y la consecuencia es que el control no podría satisfacer adecuadamente diversas capacidades o condiciones de trabajo del aire acondicionado, lo que significa que el bucle puede no responder con precisión. De esta manera, la relación de eficiencia energética del dispositivo de refrigeración HVAC puede ser incapaz de alcanzar el nivel deseado.

- 25 **[0004]** El documento JP2001012808 está dirigido a un procedimiento que mejora la eficiencia operativa de un controlador de válvula de expansión para un aire acondicionado y describe un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 30 **[0005]** El documento CN106196786 está dirigido a un procedimiento para ajustar una válvula de expansión electrónica de un aire acondicionado exterior.

Resumen

- 35 **[0006]** Un aspecto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de ajuste de la válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado. El control PID mejorado podría permitir que el bucle responda con precisión y estabilidad, de modo que la eficiencia energética de la circulación de refrigerante del aire acondicionado también podría mejorarse.

- 40 **[0007]** Con el fin de lograr el objeto anterior, la presente invención se implementa mediante las siguientes soluciones técnicas:
Un procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica como se define en la reivindicación independiente 1.

- 45 **[0008]** En comparación con la técnica anterior, las ventajas y efectos positivos de la presente invención son: en el procedimiento como se describió anteriormente para controlar la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica, cuando el compresor trabaja en un estado de baja frecuencia, se selecciona un coeficiente integral más pequeño en el algoritmo PID, que limita el ajuste en un intervalo pequeño cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia para reducir la fluctuación potencial de la temperatura de escape o la oscilación de la cantidad de apertura de la válvula ajustada; cuando el compresor trabaja en un estado de no baja frecuencia, se selecciona un coeficiente integral más grande en el algoritmo PID, que permite el ajuste dentro de un amplio intervalo flexible para mejorar la velocidad de respuesta. Esos refinamientos mejoran la precisión y fiabilidad del control sobre la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica, lo que es ventajoso para optimizar la relación de eficiencia energética de la circulación de refrigerante de aire acondicionado. Además, el coeficiente integral varía con respecto a la diferente temperatura del ambiente exterior cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, de modo que podría evitar la fluctuación potencial de la temperatura de escape o la oscilación de la cantidad de apertura ajustada causada por el empeoramiento del ambiente exterior. La consideración tanto de los parámetros de funcionamiento del compresor como de las condiciones del ambiente exterior hace que el procedimiento de control esté más ampliamente disponible para diversas capacidades o condiciones de trabajo del aire acondicionado.

- 60 **[0009]** Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes con referencia a la descripción detallada.

- 65 **Dibujos**

[0010] La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ajuste de la válvula de expansión electrónica del conjunto exterior del aire acondicionado;

5 Descripción detallada

[0011] Con el fin de promover y comprender los principios de la invención, ahora se hará referencia a la realización ilustrada en los dibujos y se utilizará un lenguaje específico para describirla.

10 **[0012]** En la FIG. 1 se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de ajuste de la válvula de expansión electrónica del conjunto exterior del aire acondicionado según una realización de la presente invención. Para ser específicos, la FIG. 1 es un diagrama de flujo que muestra una implementación de control de la cantidad de apertura de una válvula de expansión electrónica en la circulación de refrigerante de aire acondicionado.

15 **[0013]** El procedimiento de control en la válvula de expansión electrónica en el aire acondicionado mostrado en la FIG. 1 comprende las siguientes etapas:

20 Etapa 11: obtener una frecuencia de funcionamiento en tiempo real, una temperatura de escape en tiempo real y una temperatura del ambiente exterior en tiempo real cuando el compresor está funcionando; y comparar la frecuencia de funcionamiento en tiempo real con una primera frecuencia establecida;

25 En la Etapa 11, la frecuencia de funcionamiento en tiempo real indica una frecuencia de velocidad en tiempo real muestreada obtenida cuando el compresor está funcionando en función de una velocidad de muestreo preestablecida. Es fácil leer la frecuencia de velocidad en tiempo real por un controlador instalado en el aire acondicionado porque el controlador también se utiliza para accionar el compresor; la temperatura de escape en tiempo real indica una temperatura de escape en tiempo real muestreada del compresor obtenida en función de una velocidad de muestreo preestablecida cuando el compresor está funcionando, que podría ser recogida por un sensor de temperatura a la salida del compresor y leída por el controlador; la temperatura del ambiente exterior en tiempo real indica una temperatura muestreada del ambiente que rodea al compresor obtenida en función de una
30 velocidad de muestreo preestablecida, que podría ser recogida por un sensor de temperatura en el conjunto exterior del aire acondicionado y leída por el controlador del aire acondicionado.

[0014] Después de obtener la frecuencia de funcionamiento en tiempo real, comparar la frecuencia de funcionamiento en tiempo real con la primera frecuencia establecida; donde la primera frecuencia establecida es un
35 valor de frecuencia preestablecido y almacenado en el controlador del aire acondicionado y podría modificarse mediante autorización; la primera frecuencia establecida representa un valor límite que separa un estado de baja frecuencia de un estado de no baja frecuencia del compresor. Preferentemente, la primera frecuencia establecida podría establecerse en un intervalo de 30 a 40 Hz y variar según diferentes capacidades de aire acondicionado, también puede cambiar cuando el aire acondicionado trabaja en modo de enfriamiento o en modo de calentamiento;
40 típicamente, cuanto mayor es la capacidad de acondicionamiento de aire, menor es la primera frecuencia establecida y viceversa.

[0015] Etapa 12: determinar si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la primera frecuencia establecida; si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la primera frecuencia
45 establecida, realizar la Etapa 13; si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la primera frecuencia establecida, realizar la Etapa 14.

[0016] Etapa 13: si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la primera frecuencia establecida, se determina que el compresor está trabajando en el estado de no baja frecuencia; obtener un coeficiente integral del algoritmo PID según una primera regla establecida; a continuación, realizar la Etapa 15.
50

[0017] Etapa 14: Si en la Etapa 12 se determina que la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la primera frecuencia establecida, se considera que el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia. Si el aire acondicionado trabaja en el modo de enfriamiento, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según el
55 resultado de la comparación de la temperatura del ambiente exterior en tiempo real y una primera temperatura del ambiente exterior establecida y una segunda regla establecida. Pero si el aire acondicionado trabaja en el modo de calentamiento, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según el resultado de la comparación de la temperatura del ambiente exterior en tiempo real y una primera temperatura del ambiente exterior establecida y una tercera regla establecida. A continuación, se realiza la Etapa 15.
60

[0018] Para ser específicos, en el modo de enfriamiento, si el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, comparando la temperatura del ambiente exterior en tiempo real con la primera temperatura del ambiente exterior establecida, si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según un primer coeficiente integral básico establecido y
65 la segunda regla establecida; si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o mayor que la primera

temperatura del ambiente exterior establecida, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según un segundo coeficiente integral básico establecido y la segunda regla establecida; donde la primera temperatura del ambiente exterior establecida es una temperatura del ambiente exterior constante almacenada de antemano y podría modificarse mediante autorización. La primera temperatura del ambiente exterior establecida representa un límite que
 5 separa una condición de ambiente exterior de alta temperatura de una condición de ambiente exterior de no alta temperatura en modo de enfriamiento; por ejemplo, la primera temperatura del ambiente exterior establecida podría establecerse en 38 °C. El primer coeficiente integral básico establecido, el segundo coeficiente integral básico establecido y la segunda regla establecida también se fijan y almacenan de antemano en el controlador de aire acondicionado y esos parámetros también podrían modificarse mediante autorización.

10 **[0019]** Además, el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida en la Etapa 13 es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la segunda regla establecida en la Etapa 14; y el primer coeficiente integral básico establecido es mayor que el segundo coeficiente integral básico establecido. Para ser específicos, independientemente de si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida, si el compresor trabaja en un estado de alta
 15 frecuencia, el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la segunda regla establecida cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia. Si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, describe
 20 que el ambiente exterior es la condición de ambiente exterior de no alta temperatura. En esta condición, el primer coeficiente integral básico establecido que se utiliza para calcular el coeficiente integral del algoritmo PID es mayor que el segundo coeficiente integral básico establecido que se utiliza para calcular el coeficiente integral del algoritmo PID bajo la condición de ambiente exterior de alta temperatura que la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor o igual que la primera temperatura del ambiente exterior establecida.

25 **[0020]** En el modo de calentamiento, si el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, comparar la temperatura del ambiente exterior en tiempo real con una segunda temperatura del ambiente exterior establecida; si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según un tercer coeficiente integral básico establecido
 30 y una tercera regla establecida; si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o menor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, se obtiene un coeficiente integral del algoritmo PID según un cuarto coeficiente integral básico establecido y la tercera regla establecida; donde la segunda temperatura del ambiente exterior establecida es un valor de temperatura del ambiente exterior almacenado de antemano y podría modificarse mediante autorización. La segunda temperatura del ambiente exterior establecida representa un límite que separa una
 35 condición de ambiente exterior de baja temperatura o una condición de ambiente exterior de no baja temperatura en modo de calentamiento; por ejemplo, la segunda temperatura del ambiente exterior establecida podría establecerse en 10 °C. La segunda regla establecida podría ver la descripción anterior. El tercer coeficiente integral básico establecido y el cuarto coeficiente integral básico establecido también se fijan y almacenan de antemano en el controlador del aire acondicionado y esos parámetros también podrían modificarse mediante autorización.

40 **[0021]** Además, el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida en la Etapa 13 es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la tercera regla establecida en la Etapa 14, y el tercer coeficiente integral básico establecido es mayor que el cuarto coeficiente integral básico establecido. Específicamente, independientemente de si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor
 45 que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, si el compresor trabaja en el estado de alta frecuencia, el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la tercera regla establecida cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia. Cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, describe que el ambiente
 50 exterior es la condición de ambiente exterior de no baja temperatura. En esta condición, el tercer coeficiente integral básico establecido que se utiliza para calcular el coeficiente integral del algoritmo PID es mayor que el cuarto coeficiente integral básico establecido que se utiliza para calcular el coeficiente integral del algoritmo PID bajo la condición de ambiente exterior de baja temperatura que la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida.

55 **[0022]** Etapa 15: El control PID se realiza sobre la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica por medio de una desviación que es una diferencia entre la temperatura de escape en tiempo real y la segunda temperatura de escape objetivo.

60 **[0023]** La Etapa 15 es el resultado de la Etapa 13 o la Etapa 14; para ser específicos, después de obtener el coeficiente integral del algoritmo PID con respecto a la frecuencia de funcionamiento del compresor en tiempo real según la primera regla establecida en la Etapa 13 o según la segunda regla establecida o la tercera regla establecida en la Etapa 14, asignar el coeficiente integral obtenido al algoritmo PID y realizar el control PID sobre la válvula de expansión electrónica. El control PID se basa en la desviación que es la diferencia entre la temperatura de escape en
 65 tiempo real y la segunda temperatura de escape objetivo, donde podría hacerse referencia a la realización mostrada

en la FIG. 1 para determinar la segunda temperatura de escape objetivo.

[0024] El procedimiento de control PID incluye: calcular un valor de error entre la temperatura de escape en tiempo real que se obtiene en la Etapa 11 y una temperatura de escape objetivo establecida; realizar el control PID mediante el error y el coeficiente integral obtenido en la Etapa 13 o en la Etapa 14 para ajustar el valor de apertura de la válvula de expansión electrónica; donde la temperatura de escape objetivo establecida representa una temperatura de escape deseada, que podría ser un valor preestablecido o un valor en tiempo real. Por ejemplo, la temperatura de escape objetivo establecida podría determinarse en tiempo real según la velocidad de flujo de refrigerante o podría determinarse según la frecuencia de funcionamiento del compresor. Preferentemente, la temperatura de escape objetivo establecida se determina según la frecuencia de funcionamiento del compresor. Por ejemplo, se preestablece y almacena una tabla de consulta en la que cada temperatura de escape objetivo disponible está emparejada con un intervalo de frecuencia de funcionamiento. Durante el procedimiento de control PID, con la tabla de consulta, podría identificarse una temperatura de escape objetivo adecuada según la frecuencia de funcionamiento en tiempo real del compresor y utilizarla como la temperatura de escape objetivo establecida. Como realización más preferida de la invención, la temperatura de escape objetivo establecida T_d y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real f se encuentran en una relación lineal que satisface la ecuación: $T_d = m * f + n$, donde los parámetros "m" y "n" son constantes conocidas que se almacenan de antemano. La forma de calcular la temperatura de escape objetivo establecida por la relación lineal podría obtener la relación máxima de eficiencia energética del aire acondicionado.

[0025] En el procedimiento tal como se describió anteriormente para controlar la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica, cuando el compresor trabaja en un estado de baja frecuencia, se selecciona un coeficiente integral más pequeño en el algoritmo PID, que limita el ajuste en un intervalo pequeño cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia para reducir la fluctuación potencial de la temperatura de escape o la oscilación de la cantidad de apertura de la válvula ajustada; cuando el compresor trabaja en un estado de no baja frecuencia, se selecciona un coeficiente integral más grande en el algoritmo PID, que permite el ajuste dentro de un amplio intervalo flexible para mejorar la velocidad de respuesta. Esos refinamientos mejoran la precisión y fiabilidad del control sobre la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica, lo que es ventajoso para optimizar la relación de eficiencia energética de la circulación de refrigerante de aire acondicionado. Además, el coeficiente integral varía con respecto a la diferente temperatura del ambiente exterior cuando el compresor trabaja en el estado de baja frecuencia, de modo que podría evitar la fluctuación potencial de la temperatura de escape o la oscilación de la cantidad de apertura ajustada causada por el empeoramiento del ambiente exterior. La consideración tanto de los parámetros de funcionamiento del compresor como de las condiciones del ambiente exterior hace que el procedimiento de control esté más ampliamente disponible para diversas capacidades o condiciones de trabajo del aire acondicionado.

[0026] Como realización preferida de la invención, la primera regla establecida en la Etapa 13 es que el coeficiente integral es un quinto coeficiente integral establecido. Con la primera regla establecida, los procedimientos para obtener el coeficiente integral comprenden: asignar el quinto coeficiente integral establecido en la variable de coeficiente integral del algoritmo PID, es decir, si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la primera frecuencia establecida, el coeficiente integral del algoritmo PID es un valor fijo. Ese diseño sencillo para el controlador PID podría lograr un efecto mucho mayor.

[0027] Después de obtener el coeficiente integral en la Etapa 13, asignar una variable de coeficiente diferencial del algoritmo PID en la Etapa 15; no hay límite al valor del coeficiente diferencial, podría fijarse. Pero la asignación de una variable de coeficiente proporcional en el algoritmo PID se determina preferentemente sobre la base del coeficiente integral obtenido. Con el fin de mejorar la estabilidad en el control de la cantidad de apertura de la válvula de expansión eléctrica, como realización preferida de la invención, los procedimientos después de obtener el coeficiente integral del algoritmo PID según la primera regla establecida en la Etapa 13 incluyen además: en función de una primera relación correspondiente en la que los coeficientes proporcionales disponibles se emparejan con coeficientes integrales, obtener un coeficiente proporcional con respecto al coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida. De esta manera, el coeficiente proporcional obtenido en la Etapa 15 es un valor emparejado con el coeficiente integral adquirido según la primera regla establecida y resulta de la primera relación correspondiente en la que los coeficientes proporcionales se asocian a coeficientes integrales. Más preferentemente, si el coeficiente integral es el quinto coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un primer coeficiente proporcional establecido que también es un valor fijo.

[0028] En la Etapa 14, la segunda regla cuando el aire acondicionado trabaja en modo de enfriamiento incluye preferentemente las siguientes etapas:

Si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que una segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el primer coeficiente integral básico establecido;

Si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que una segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 + \text{el primer coeficiente}$

integral básico establecido;

5 Si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o mayor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el segundo coeficiente integral básico establecido;

10 Dado que la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o mayor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es igual o mayor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 +$ el segundo coeficiente integral básico establecido;

donde la segunda frecuencia establecida es menor que la primera frecuencia establecida y f representa la frecuencia de funcionamiento en tiempo real.

15 **[0029]** Cuando el aire acondicionado trabaja en el modo de enfriamiento, se realiza una determinación adicional mediante el uso de la segunda frecuencia establecida que es menor que la primera frecuencia establecida, para formar un intervalo de amortiguación de frecuencia formado por la primera frecuencia establecida y la segunda frecuencia establecida que se utiliza para determinar la frecuencia de funcionamiento del compresor en tiempo real. En el intervalo de amortiguación de frecuencia, el coeficiente integral se obtiene a partir de las relaciones lineales $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 +$ el primer coeficiente integral básico establecido o $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 +$ el segundo coeficiente integral básico establecido, que podría evitar la fluctuación de la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica causada por un cambio repentino del coeficiente integral cuando el estado de trabajo del compresor se convierte del estado de baja frecuencia al estado de no baja frecuencia.

25 **[0030]** Además, como se describió anteriormente, el coeficiente integral del algoritmo PID adquirido según la primera regla establecida en la Etapa 13 es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID adquirido según la segunda regla establecida en la Etapa 14. Por lo tanto, tanto el primer coeficiente integral básico establecido como el segundo coeficiente integral básico establecido son menores que el quinto coeficiente integral establecido y el máximo del coeficiente integral calculado por las fórmulas lineales $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 +$ el primer coeficiente integral básico establecido o $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 +$ el segundo coeficiente integral básico establecido es el quinto coeficiente integral establecido, es decir, no se permite que el coeficiente integral calculado por las fórmulas lineales sea mayor que el quinto coeficiente integral establecido. Por ejemplo, si el coeficiente integral k_i calculado según cualquiera de las fórmulas anteriores es menor que el quinto coeficiente integral establecido, k_i se asigna como el valor calculado por la fórmula; y si el coeficiente integral k_i calculado según cualquiera de las fórmulas anteriores es mayor o igual que el quinto coeficiente integral establecido, a k_i se le asigna el quinto coeficiente integral establecido.

40 **[0031]** En el modo de enfriamiento, después de obtener el coeficiente integral en la Etapa 14, asignar una variable de coeficiente diferencial del algoritmo PID en la Etapa 15; no hay límite al coeficiente diferencial, podría fijarse. Pero la asignación de una variable de coeficiente proporcional en el algoritmo PID se determina preferentemente sobre la base del coeficiente integral obtenido. Con el fin de mejorar la estabilidad en el control de la cantidad de apertura de la válvula de expansión eléctrica, como realización preferida de la invención, los procedimientos después de obtener el coeficiente integral del algoritmo PID según la primera regla establecida en la Etapa 14 incluyen además: en función de una segunda relación correspondiente en la que los coeficientes
45 proporcionales disponibles se emparejan con coeficientes integrales, obtener un coeficiente proporcional con respecto al coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la segunda regla establecida. De esta manera, el coeficiente proporcional obtenido en la Etapa 15 es un valor emparejado con el coeficiente integral adquirido según la primera regla establecida en la Etapa 14 y resulta de la segunda relación correspondiente en la que los coeficientes proporcionales se asocian a coeficientes integrales. Más preferentemente, la segunda relación correspondiente es: si
50 el coeficiente integral es mayor o igual que un sexto coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un segundo coeficiente proporcional establecido; si el coeficiente es menor que un sexto coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un tercer coeficiente proporcional establecido, donde el segundo coeficiente proporcional establecido es mayor que el tercer coeficiente proporcional establecido.

55 **[0032]** En la Etapa 14, la tercera regla establecida empleada en el modo de calentamiento incluye preferentemente:

60 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el tercer coeficiente integral básico establecido;

65 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el tercer coeficiente integral básico establecido;

si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o menor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el cuarto coeficiente integral básico establecido;

5

si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es igual o menor que a la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es igual o mayor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el cuarto coeficiente integral básico establecido;

10

donde la segunda frecuencia establecida y la primera frecuencia establecida son las mismas que se describieron anteriormente, y f es la frecuencia de funcionamiento en tiempo real.

[0033] De manera similar, cuando el aire acondicionado trabaja en el modo de calentamiento, se realiza una

15 determinación adicional mediante el uso de la segunda frecuencia establecida que es menor que la primera frecuencia establecida, para formar un intervalo de amortiguación de frecuencia formado por la primera frecuencia establecida y la segunda frecuencia establecida que se utiliza para determinar la frecuencia de funcionamiento del compresor en tiempo real. En el intervalo de amortiguación de frecuencia, el coeficiente integral se obtiene de la relación lineal $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el tercer coeficiente integral básico establecido o $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el cuarto coeficiente integral básico establecido, lo que podría evitar la fluctuación de la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica causada por un cambio repentino del coeficiente integral cuando el estado de trabajo del compresor se convierte del estado de baja frecuencia al estado de no baja frecuencia.

[0034] Además, como se describió anteriormente, el coeficiente integral del algoritmo PID adquirido según la primera regla establecida en la Etapa 14 es mayor o igual que el coeficiente integral del algoritmo PID adquirido según la tercera regla establecida en la Etapa 14. Por lo tanto, tanto el tercer coeficiente integral básico establecido como el cuarto coeficiente integral básico establecido son menores que el quinto coeficiente integral establecido y el máximo del coeficiente integral calculado por las fórmulas lineales $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el tercer coeficiente integral básico establecido o $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 +$ el cuarto coeficiente integral básico establecido es el quinto coeficiente integral establecido, es decir, no se permite que el coeficiente integral calculado por las fórmulas lineales sea mayor que el quinto coeficiente integral establecido. Por ejemplo, si el coeficiente integral k_i calculado según cualquiera de las fórmulas anteriores es menor que el quinto coeficiente integral establecido, a k_i se le asigna el calculado mediante la fórmula; y si el coeficiente integral k_i calculado según cualquiera de las fórmulas anteriores es mayor o igual que el quinto coeficiente integral establecido, a k_i se le asigna el quinto coeficiente integral establecido.

[0035] En modo de calentamiento, después de obtener el coeficiente integral en la Etapa 14, asignar un vale en la variable de coeficiente diferencial del algoritmo PID en la Etapa 15; no hay límite al coeficiente diferencial, podría ser un valor fijo. Pero la asignación de una variable de coeficiente proporcional en el algoritmo PID se determina preferentemente sobre la base del coeficiente integral obtenido. Con el fin de mejorar la estabilidad en el control de la cantidad de apertura de la válvula de expansión eléctrica, como realización preferida de la invención, los procedimientos después de obtener el coeficiente integral del algoritmo PID según la tercera regla establecida en la Etapa 14 que comprende además: en función de una tercera relación correspondiente que asocia los coeficientes proporcionales disponibles a coeficientes integrales, obtener un coeficiente proporcional emparejado con el coeficiente integral del algoritmo PID adquirido según la tercera regla establecida. De esta manera, el coeficiente proporcional obtenido en la Etapa 15 es un valor emparejado con el coeficiente integral adquirido según la tercera regla establecida, que resulta de la tercera relación correspondiente que asocia el coeficiente proporcional al coeficiente integral. Más preferentemente, la tercera relación correspondiente es: si el coeficiente integral es mayor o igual que el séptimo coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un cuarto coeficiente proporcional establecido; si el coeficiente integral es menor que el séptimo coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un quinto coeficiente proporcional establecido, donde el cuarto coeficiente proporcional establecido es mayor que el quinto coeficiente proporcional establecido.

[0036] En esas realizaciones preferidas de la invención, como el primer coeficiente integral básico establecido, el segundo coeficiente integral básico establecido, el tercer coeficiente integral básico establecido y el cuarto coeficiente integral básico establecido descritos anteriormente, la segunda frecuencia establecida, el quinto coeficiente integral establecido, el sexto coeficiente integral establecido, el séptimo coeficiente integral establecido, la primera relación correspondiente, la segunda relación correspondiente, la tercera relación correspondiente, el primer coeficiente proporcional establecido, el segundo coeficiente proporcional establecido, el tercer coeficiente proporcional establecido, el cuarto coeficiente proporcional establecido y el quinto coeficiente proporcional establecido también se fijan y almacenan de antemano en el controlador del aire acondicionado, y también podrían modificarse mediante autorización. Los valores preferidos son: la segunda frecuencia establecida es 25 Hz, el primer coeficiente integral básico establecido es 6, el segundo coeficiente integral básico establecido es 3 y el tercer coeficiente integral básico establecido es 6, el cuarto conjunto el coeficiente integral básico es 3, el quinto coeficiente integral establecido es 12, el sexto coeficiente integral establecido es 6, el séptimo coeficiente integral establecido es 6, el primer coeficiente

ES 2 804 713 T3

proporcional establecido es 200, el segundo coeficiente proporcional establecido es 200, el tercer coeficiente proporcional establecido es 100, el cuarto coeficiente proporcional establecido es 200 y el quinto coeficiente proporcional establecido es 100.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado que comprende las etapas de:

5 obtener una frecuencia de funcionamiento en tiempo real y una temperatura de escape en tiempo real; el procedimiento **caracterizado por** comprender además las etapas de: obtener una temperatura del ambiente exterior en tiempo real cuando el compresor está funcionando, y comparar la frecuencia de funcionamiento en tiempo real con una primera frecuencia establecida (11);
 10 si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la primera frecuencia establecida (12), obtener un coeficiente integral según una primera regla establecida (13);
 si la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la primera frecuencia establecida (12), realizar un procedimiento que comprende:

15 si el aire acondicionado está trabajando en modo de enfriamiento, comparar la temperatura del ambiente exterior en tiempo real con una primera temperatura del ambiente exterior establecida (14);
 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida, obtener un coeficiente integral del algoritmo PID según un primer coeficiente integral básico establecido y una segunda regla establecida (14);
 20 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor o igual que la primera temperatura del ambiente exterior establecida, obtener un coeficiente integral del algoritmo PID según un segundo coeficiente integral básico establecido y la segunda regla establecida (14); donde el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida es mayor o igual que el coeficiente integral del PID obtenido según la segunda regla establecida y el primer coeficiente integral básico establecido es mayor que el segundo coeficiente integral básico establecido;
 25 si el aire acondicionado está trabajando en modo de calentamiento, comparar la temperatura del ambiente exterior en tiempo real con una segunda temperatura del ambiente exterior establecida;
 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, obtener un coeficiente integral del algoritmo PID según un tercer coeficiente integral básico establecido y una tercera regla establecida (14);
 30 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor o igual que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida, obtener un coeficiente integral del algoritmo PID según un cuarto coeficiente integral básico establecido y la tercera regla establecida (14); donde el coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida es mayor o igual que el coeficiente integral del PID obtenido según la tercera regla establecida, y el tercer coeficiente integral básico establecido es mayor que el cuarto coeficiente integral básico establecido;

40 realizar un control PID por medio de la desviación que es una diferencia de la temperatura de escape en tiempo real y una temperatura de escape objetivo establecida (15) sobre la cantidad de apertura de la válvula de expansión electrónica; el coeficiente integral del algoritmo PID del control PID se obtiene según la primera regla establecida (13), la segunda regla establecida (14) o la tercera regla establecida (14).

2. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 1, donde la primera regla establecida comprende:

45 el coeficiente integral es un quinto coeficiente integral establecido;
 obtener un coeficiente integral según la primera regla establecida es asignar el quinto coeficiente integral establecido a la variable de coeficiente integral del algoritmo PID.

50 3. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 2, donde después de determinar el coeficiente integral del algoritmo PID según la primera regla establecida, el procedimiento comprende, además:

55 determinar un coeficiente proporcional con respecto al coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la primera regla establecida mediante la recuperación en una primera relación correspondiente en la que los coeficientes integrales se emparejan con los coeficientes proporcionales disponibles; y asignar el coeficiente proporcional determinado a la variable de coeficiente proporcional del algoritmo PID del control PID, donde el coeficiente proporcional del algoritmo PID depende del coeficiente integral obtenido según la primera regla establecida y se recupera de la primera relación correspondiente en la que los coeficientes integrales se emparejan con coeficientes proporcionales.
 60

4. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 2, donde la primera relación correspondiente comprende: el coeficiente integral es el quinto coeficiente integral establecido y el coeficiente proporcional es un primer coeficiente proporcional establecido.

65

5. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 1, donde la segunda regla establecida comprende:

- 5 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que una segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el primer coeficiente integral básico establecido;
- 10 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 + \text{el primer coeficiente integral básico establecido}$;
- 15 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor o igual que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el segundo coeficiente integral básico establecido;
- si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor o igual que la primera temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 2 + \text{el segundo coeficiente integral básico establecido}$; y la segunda frecuencia establecida es menor que la primera frecuencia establecida y f representa la frecuencia de funcionamiento en tiempo real.

20 6. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 5, donde después de determinar el coeficiente integral del algoritmo PID según la segunda regla establecida, el procedimiento comprende, además:

- 25 determinar un coeficiente proporcional con respecto al coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la segunda regla establecida mediante la recuperación en una segunda relación correspondiente en la que los coeficientes integrales se emparejan con los coeficientes proporcionales disponibles; y
- asignar el coeficiente proporcional determinado a la variable de coeficiente proporcional del algoritmo PID del control PID, donde el coeficiente proporcional del algoritmo PID depende del coeficiente integral obtenido según la
- 30 segunda regla establecida y se recupera de la segunda relación correspondiente en la que los coeficientes integrales se emparejan con coeficientes proporcionales.

7. Procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 5, donde la segunda relación correspondiente comprende:

- 35 si el coeficiente integral es mayor o igual que un sexto coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un segundo coeficiente proporcional establecido;
- si el coeficiente integral es menor que el sexto coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un tercer coeficiente proporcional establecido, donde el segundo coeficiente proporcional establecido es mayor que el tercer coeficiente proporcional establecido.

40 8. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 1, donde la tercera regla establecida comprende:

- 45 si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que una segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el tercer coeficiente integral básico establecido;
- si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es mayor que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i
- 50 satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 + \text{el tercer coeficiente integral básico establecido}$; si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor o igual que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es menor que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral es el cuarto coeficiente integral básico establecido; si la temperatura del ambiente exterior en tiempo real es menor o igual que la segunda temperatura del ambiente exterior establecida y
- 55 la frecuencia de funcionamiento en tiempo real es mayor o igual que la segunda frecuencia establecida, el coeficiente integral k_i satisface $k_i = (f - \text{la segunda frecuencia establecida}) * 1 + \text{el cuarto coeficiente integral básico establecido}$; donde la segunda frecuencia establecida es menor que la primera frecuencia establecida y f representa la frecuencia de funcionamiento en tiempo real.

60 9. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 8, donde después de determinar el coeficiente integral del algoritmo PID según la tercera regla establecida, el procedimiento comprende, además:

- 65 determinar un coeficiente proporcional con respecto al coeficiente integral del algoritmo PID obtenido según la tercera regla establecida mediante la recuperación en una tercera relación correspondiente en la que los

coeficientes integrales se emparejan con los coeficientes proporcionales disponibles; y asignar el coeficiente proporcional determinado a la variable de coeficiente proporcional del algoritmo PID del control PID, donde el coeficiente proporcional del algoritmo PID depende del coeficiente integral obtenido según la tercera regla establecida y se recupera de la tercera relación correspondiente en la que los coeficientes integrales se emparejan con coeficientes proporcionales.

5

10. El procedimiento de ajuste de una válvula de expansión electrónica en un aire acondicionado según la reivindicación 9, donde la tercera relación correspondiente comprende:

- 10 si el coeficiente integral es mayor o igual que un séptimo coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un cuarto coeficiente proporcional establecido;
si el coeficiente integral es menor que el séptimo coeficiente integral establecido, el coeficiente proporcional es un quinto coeficiente proporcional establecido, donde el cuarto coeficiente proporcional establecido es mayor que el quinto coeficiente proporcional establecido.

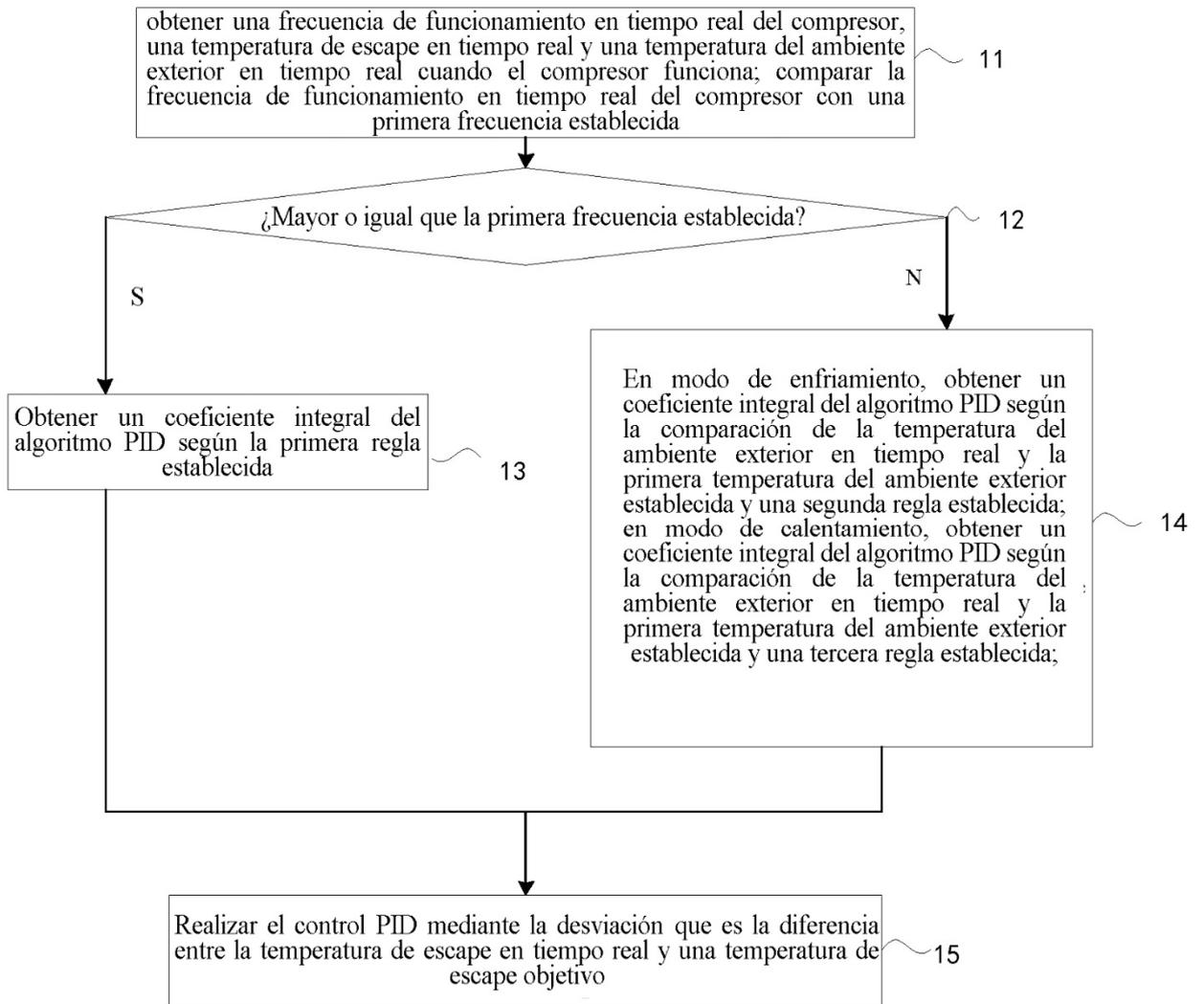


FIG. 1