

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 548**

51 Int. Cl.:

**F25B 49/02** (2006.01)

**F25B 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2014** **E 14192481 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019** **EP 2873936**

54 Título: **Sistema de bomba de calor**

30 Prioridad:

**13.11.2013 JP 2013235261**

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

**20.03.2020**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES THERMAL  
SYSTEMS, LTD. (100.0%)  
16-5, Konan 2-Chome, Minato-ku  
Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**KANBARA, HIROSHI y  
NAKANISHI, MICHIAKI**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 2 749 548 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de bomba de calor

**5 Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un sistema de bomba de calor que emplea, como refrigerante, refrigerante R1234yf (hidrofluoroolefina; en adelante, también denominado simplemente refrigerante HFO) que tiene un bajo potencial de calentamiento global (GWP)

10

**Estado de la técnica**

Se sabe que el refrigerante R1234yf (refrigerante HFO) es un refrigerante de bajo GWP cuyo potencial de calentamiento global (GWP) es más bajo que el de los refrigerantes HFC ampliamente empleados, tales como el refrigerante R410A, el refrigerante R134a y similares. Sin embargo, debido a que el refrigerante HFO tiene un bajo calor latente de evaporación, no es posible lograr una capacidad de refrigeración equivalente a la lograda con el refrigerante R410A. Por lo tanto, la bibliografía de patente 1 proporciona una invención diseñada para lograr una capacidad equivalente a una unidad lograda mediante el uso de refrigerante R410A incluso en el caso en el que se emplea refrigerante HFO.

15

20

Por otro lado, la bibliografía de patente 2 proporciona una invención en la que, en un sistema de bomba de calor, un circuito de derivación de gas caliente deriva una parte de refrigerante de gas caliente expulsado de un compresor a un conducto de admisión en el lado de compresor con respecto a un acumulador, por lo que es posible lograr, incluso durante el calentamiento o durante una carga baja, una sensación de calentamiento equivalente a la lograda durante una carga alta, y en la que es posible lograr una sensación de calentamiento confortable manteniendo la temperatura del refrigerante expulsado alta durante una carga baja al cerrar una válvula de control prevista en el circuito de derivación de gas caliente durante una carga alta y al abrir la válvula de control durante una carga baja.

25

**{Lista de citas}**

30

{Bibliografía de patente}

{PTL 1} Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada 2011-2217

{PTL 2} Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada 2004-61071

35

Además, el documento WO 2013/160965 da a conocer un sistema de bomba de calor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

**Objeto de la invención**

40

**{Problema técnico}**

Debido a que el refrigerante HFO es un refrigerante de baja presión, la temperatura de expulsión del refrigerante es baja y su presión de evaporación disminuye cuando la temperatura del aire exterior es baja durante el calentamiento, lo que puede hacer que una sección de baja presión descienda a un estado de presión negativa durante la puesta en marcha del compresor. Generalmente no se pretende que los aires acondicionados y los refrigeradores funcionen con presión negativa desde la perspectiva de proteger el compresor. Por lo tanto, se detecta baja presión al incorporar un dispositivo de protección de baja presión y el compresor se detiene para protegerlo cuando la presión detectada llega a ser igual o menor que un valor establecido. Además, se emplean medidas contra la presión negativa, por ejemplo, suprimir la tasa de aumento de la velocidad de rotación del compresor durante la puesta en marcha del compresor y abrir completamente una válvula de expansión durante la puesta en marcha hasta que la sección de baja presión se estabilice.

45

50

Debido a esto, cuando se emplea refrigerante HFO, no es suficiente emplear simplemente las medidas descritas anteriormente contra la presión negativa; en particular, en el caso de aires acondicionados para habitaciones pequeñas, se omiten sensores de presión en muchos casos para reducir costes, y, por tanto, se demanda la provisión de medidas contra la presión negativa en una estructura en la que no se emplean sensores de presión. Es decir, independientemente de si se proporciona o no un sensor de presión, un sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO, que es un refrigerante de bajo GWP, requiere medidas contra la presión negativa para lograr un funcionamiento estable y proteger al mismo tiempo el compresor evitando de manera fiable una situación en la que una sección de baja presión descienda a un estado de presión negativa cuando la temperatura del aire exterior sea baja.

55

60

La presente invención se realiza en vista de las circunstancias descritas anteriormente, y un objeto de esta es proporcionar un sistema de bomba de calor que emplee refrigerante HFO y que sea capaz de estabilizar la operación de calentamiento evitando de manera fiable una situación en la que una sección de baja presión

65

descienda a un estado de presión negativa incluso aunque la temperatura del aire exterior sea baja.

**{Solución del problema}**

- 5 Para resolver los problemas descritos anteriormente, se proporciona un sistema de bomba de calor de acuerdo con la reivindicación 1.

10 En concreto, un sistema de bomba de calor de acuerdo con la presente invención está provisto de un ciclo de refrigeración de ciclo cerrado en el que un compresor, un intercambiador de calor exterior, una válvula de expansión eléctrica y un intercambiador de calor interior se conectan secuencialmente, y de un controlador que controla el ciclo de refrigeración, en donde el ciclo de refrigeración se llena con un refrigerante HFO, en donde el ciclo de refrigeración está provisto de un circuito de derivación de gas caliente que deriva una parte de un refrigerante de gas caliente a un conducto de admisión del compresor, el circuito de derivación de gas caliente está provisto de una válvula de control y previsto entre un conducto de expulsión del compresor y el conducto de admisión, en donde el controlador tiene una función, al iniciarse la operación de calentamiento, para abrir la válvula de control cuando se detecta que una presión en una sección de baja presión es igual o menor que una presión establecida o cuando se detecta una condición para hacer que la presión sea igual o menor que la presión establecida, y el controlador tiene una función para cerrar la válvula de control cuando se detecta que la presión en la sección de baja presión se estabiliza en una presión igual o mayor que la presión establecida.

20 Con la presente invención, el ciclo de refrigeración, entre el conducto de expulsión del compresor y su conducto de admisión, está provisto del circuito de derivación de gas caliente que deriva una parte de un refrigerante de gas caliente a un conducto de admisión y está provisto de la válvula de control, y, al iniciarse la operación de calentamiento, mediante el controlador, la válvula de control se abre cuando se detecta que la presión en la sección de baja presión es igual o menor que la presión establecida o cuando se detecta la condición para hacer la presión sea igual o menor que la presión establecida, y la válvula de control se cierra cuando se detecta que la presión en la sección de baja presión se ha estabilizado en una presión igual o mayor que la presión establecida. Debido a esto, incluso aunque haya riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión al iniciarse la operación de calentamiento a una baja temperatura del aire exterior, la presión en la sección de baja presión se detecta directa o indirectamente, la válvula de control en el circuito de derivación de gas caliente se abre cuando la presión es igual o menor que la presión establecida o cuando se cumple la condición para hacer la presión sea igual o menor que la presión establecida, y la temperatura y la presión del gas refrigerante de admisión se incrementan al derivar una parte del refrigerante de gas caliente expulsado del compresor al conducto de admisión, aumentando así la temperatura y la presión del gas refrigerante expulsado. En consecuencia, es posible evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa evitando una caída de presión en la sección de baja presión al iniciarse la operación de calentamiento. Por lo tanto, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor causado por la presión negativa en la sección de baja presión y también es posible mejorar el rendimiento calorífico estabilizando el funcionamiento del sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO.

- 40 Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en el sistema de bomba de calor descrito anteriormente, se proporciona un acumulador en el conducto de admisión del ciclo de refrigeración y el circuito de derivación de gas caliente se conecta al conducto de admisión entre el acumulador y el compresor

45 Con la presente invención, el acumulador se proporciona en el conducto de admisión en el ciclo de refrigeración, y el circuito de derivación de gas caliente se conecta al conducto de admisión entre el acumulador y el compresor. Debido a esto, el gas refrigerante puede ser llevado al compresor evitando de ese modo una disminución del grado de sobrecalentamiento en el acumulador al derivar el refrigerante de gas caliente para que sea derivado al conducto de admisión a través del circuito de derivación de gas caliente al lado aguas abajo del acumulador. Por lo tanto, es posible aumentar de manera efectiva la temperatura y la presión del gas refrigerante de admisión, aumentando así más rápidamente la temperatura y la presión del gas refrigerante expulsado, y es posible evitar de forma segura que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa evitando de manera efectiva una caída de presión en la sección de baja presión.

55 Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en cualquiera de los sistemas de bomba de calor descritos anteriormente, el controlador está configurado para estimar que se cumple una condición de apertura de válvula para la válvula de control y abrir la válvula de control cuando la presión en la sección de baja presión del ciclo de refrigeración es igual o menor que la presión establecida, cuando la temperatura del aire exterior es igual o menor que una temperatura establecida, o cuando una diferencia entre una temperatura de refrigerante expulsado y la temperatura del aire exterior es igual o menor que una temperatura establecida.

60 Con la presente invención, el controlador está configurado para estimar que se cumple la condición de apertura de válvula para la válvula de control y abrir la válvula de control cuando la presión en la sección de baja presión en el ciclo de refrigeración es igual o menor que la presión establecida, cuando la temperatura del aire exterior es igual o menor que la temperatura establecida o cuando la diferencia entre la temperatura del refrigerante expulsado y la temperatura del aire exterior es igual o menor que la temperatura establecida. Debido a esto, si hay riesgo de que se produzca o no presión negativa en la sección de baja presión, se estima en función del valor detectado del sensor de

- presión en el caso en el que se proporciona el sensor de presión y en función de la temperatura del aire exterior detectada por el sensor de temperatura, en función de la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante expulsado del compresor y la temperatura del aire exterior, o similar, en el caso en el que no se proporciona el sensor de presión, permitiendo así que la válvula de control se abra y el refrigerante de gas caliente sea derivado. Por lo tanto, independientemente de si se proporciona o no el sensor de presión, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor al realizarse el control de apertura/cierre de la válvula de control para que no se produzca presión negativa en la sección de baja presión, y también es posible mejorar el rendimiento calorífico mediante la estabilización del funcionamiento del sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO.
- Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en cualquiera de los sistemas de bomba de calor descritos anteriormente, el controlador está configurado para cerrar la válvula de control cuando se detectan un estado en el que la sección de baja presión cumple una condición de estabilización y un estado en el que el compresor ha alcanzado una velocidad de rotación predeterminada.
- Con la presente invención, el controlador está configurado para cerrar la válvula de control cuando se detectan el estado en el que la sección de baja presión cumple la condición de estabilización y el estado en el que el compresor ha alcanzado la velocidad de rotación predeterminada. Debido a esto, el controlador puede estimar que la sección de baja presión se ha estabilizado cuando la sección de baja presión cumple la condición de estabilización y el compresor ha alcanzado la velocidad de rotación predeterminada, el controlador también puede estimar que la sección de baja presión no descenderá al estado de presión negativa incluso aunque se detenga la derivación del refrigerante de gas caliente y, por tanto, la válvula de control se puede cerrar. Por lo tanto, es posible cambiar al funcionamiento normal al confirmarse que no hay riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión y es posible estabilizar la operación de calentamiento del sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO cuando la temperatura del aire exterior es baja.
- Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en el sistema de bomba de calor descrito anteriormente, el controlador está configurado para estimar la estabilización de la sección de baja presión en función de si un estado en el que la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa o no durante un período de tiempo establecido o de si un estado en el que una diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y una temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o inferior a un valor establecido y en donde una diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor y una temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que un valor establecido, continúa o no durante un periodo de tiempo establecido.
- Con la presente invención, el controlador está configurado para estimar la estabilización de la sección de baja presión en función de si un estado en el que la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa o no durante un período de tiempo establecido o de si un estado en el que una diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y una temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o menor que un valor establecido y en el que la diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor y la temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que un valor establecido, continúa o no durante un periodo de tiempo establecido. Debido a esto, en general, se puede concluir que la sección de baja presión se ha estabilizado cuando el estado en el que la presión en la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa o no durante el periodo de tiempo establecido, o cuando el estado en el que la diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y la temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o menor que el valor establecido y la diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor y la temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que el valor establecido, continúa o no durante el periodo de tiempo establecido. En consecuencia, el controlador puede estimar que la sección de baja presión no descenderá al estado de presión negativa, y, por tanto, la válvula de control puede cerrarse. Por lo tanto, independientemente de si se proporciona o no el sensor de presión, es posible estabilizar la operación de calentamiento confirmando de manera fiable la estabilización de la presión en la sección de baja presión y cambiando el sistema de bomba de calor al funcionamiento normal.
- Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en cualquiera de los sistemas de bomba de calor descritos anteriormente, el controlador está configurado para estimar si ha transcurrido o no un tiempo prohibido de deshelado después de la apertura de la válvula de control, cerrar la válvula de control si ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, estimar si se cumple o no una condición para cerrar la válvula de control si no ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado y cerrar la válvula de control si se cumple la condición.
- Con la presente invención, el controlador está configurado para estimar si ha transcurrido o no el tiempo prohibido de deshelado después de la apertura de la válvula de control y cerrar la válvula de control si ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, y estimar si se cumple o no la condición para cerrar la válvula de control si no ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado y cerrar la válvula de control si se cumple la condición. Debido a esto, cuando se estima que ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado después de la apertura de la válvula de control, se concluye que una caída de presión en la sección de baja presión se debe a la formación de escarcha en el intercambiador de calor exterior, y es posible dar mayor prioridad a una operación de deshelado cerrando la válvula de control, mientras que cuando no ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, se estima que una

caída de presión en la sección de baja presión es causada al comenzar la operación de calentamiento a una baja temperatura del aire exterior, y es posible evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa manteniendo la válvula de control en un estado abierto al continuar la operación de derivación del refrigerante de gas caliente hasta que se cumpla la condición de cierre de válvula. Por lo tanto, es posible realizar  
 5 adecuadamente una operación de protección a baja presión derivando el refrigerante de gas caliente durante el tiempo prohibido de deshelado al iniciarse la operación de calentamiento.

Además, con el sistema de bomba de calor de la presente invención, en cualquiera de los sistemas de bomba de calor descritos anteriormente, el controlador está configurado de modo que, al comenzar la operación de  
 10 calentamiento, la válvula de control se abre cuando se detecta la condición para hacer que la presión en la sección de baja presión sea igual o menor que la presión establecida, la velocidad de rotación del compresor aumenta de forma gradual con un incremento de velocidad, que se establece de acuerdo con la temperatura del aire exterior, a un velocidad de rotación requerida, el funcionamiento del compresor se inicia con la válvula de expansión eléctrica completamente abierta, el control de apertura total de la válvula de expansión eléctrica se cancela y se cambia a un  
 15 control normal cuando la velocidad de rotación del compresor ha alcanzado una velocidad de rotación requerida, y, posteriormente, la válvula de control se cierra cuando ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado.

Con la presente invención, el controlador está configurado de modo que, al comenzar la operación de calentamiento, la válvula de control se abre cuando se detecta la condición para hacer que la presión en la sección de baja presión  
 20 sea igual o menor que la presión establecida, la velocidad de rotación del compresor aumenta de forma gradual con un incremento de velocidad, que se establece de acuerdo con la temperatura del aire exterior, a un velocidad de rotación requerida de acuerdo con la temperatura del aire exterior, su funcionamiento se inicia con la válvula de expansión eléctrica completamente abierta, el control de apertura total de la válvula de expansión eléctrica se cancela y se cambia a un control normal cuando la velocidad de rotación del compresor ha alcanzado la velocidad  
 25 de rotación requerida, y, posteriormente, la válvula de control se cierra cuando ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado. Debido a esto, una vez comenzado el funcionamiento con la válvula de control del circuito de derivación de gas caliente abierta, cuando la velocidad de rotación del compresor alcanza la velocidad de rotación requerida y se cancela el control completamente abierto de la válvula de expansión eléctrica, y una vez transcurrido  
 30 el periodo de tiempo predeterminado, el controlador estima que se cumple la condición para cerrar la válvula de control, que la presión en la sección de baja presión se ha estabilizado, y que la presión negativa no se producirá en la sección de baja presión incluso aunque se detenga la derivación del refrigerante de gas caliente, y así la válvula de control se cierra. Con ello, es posible restaurar el funcionamiento normal confirmando que no hay riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión, y es posible estabilizar la operación de calentamiento del sistema de bomba de calor empleando refrigerante HFO cuando la temperatura del aire exterior es baja.  
 35 Además, en este caso, debido a que es posible controlar la válvula de control para que no se produzca presión negativa en la sección de baja presión al estimar adecuadamente el tiempo de apertura/cierre de la válvula de control en función de la velocidad de rotación del compresor y el tiempo de apertura/cierre de la válvula de expansión eléctrica, es posible aplicar de forma efectiva la presión negativa evitando un sistema de bomba de calor que no esté provisto del sensor de presión.

40 **{Efectos ventajosos de la invención}**

Con la presente invención, incluso aunque haya riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión al iniciarse la operación de calentamiento a una temperatura del aire exterior baja, la presión en la sección  
 45 de baja presión se detecta directa o indirectamente, la válvula de control en el circuito de derivación de gas caliente se abre cuando la presión en la sección de baja presión es igual o menor que la presión establecida o cuando se cumple la condición para hacer que la presión sea igual o menor que la presión establecida, y la temperatura y la presión del gas refrigerante de admisión se incrementan al derivar una parte del refrigerante de gas caliente expulsado del compresor al conducto de admisión, aumentando así la temperatura y la presión del gas refrigerante  
 50 expulsado, lo que permite evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa al suprimirse una disminución de la baja presión cuando se inicia la operación de calentamiento. En consecuencia, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor causado por la presión negativa de la sección de baja presión y también es posible mejorar el rendimiento calorífico estabilizando el funcionamiento del sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO.

55 **Descripción de las figuras**

{Figura 1} La figura 1 es un diagrama que muestra un ciclo de refrigeración en un sistema de bomba de calor de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

60 {Figura 2} La figura 2 es un diagrama que muestra un organigrama de control para una válvula de control realizado por un controlador del sistema de bomba de calor descrito anteriormente.

{Figura 3} La figura 3 es un diagrama que muestra un diagrama de tiempos para otro control para la válvula de control realizado por el controlador del sistema de bomba de calor descrito anteriormente.

65 **Descripción detallada de la invención**

A continuación, se describen realizaciones de acuerdo con la presente invención con referencia a las figuras.

{Primera realización}

5 A continuación, se describe una primera realización de la presente invención con referencia a las figuras 1 y 2.

La figura 1 muestra un ciclo de refrigeración en un sistema de bomba de calor de esta realización y la figura 2 muestra un organigrama de control para una válvula de control realizado por un controlador del sistema de bomba de calor.

10 En el sistema de bomba de calor 1, un ciclo de refrigeración de ciclo cerrado 9 se forma conectando secuencialmente, a través de conductos de refrigerante 8, un compresor 2 que comprime un refrigerante, una válvula de conmutación de cuatro vías 3 que cambia direcciones a las que circula el refrigerante expulsado del compresor 2, un intercambiador de calor exterior 4 que realiza intercambio de calor entre el refrigerante y el aire exterior, una válvula de expansión eléctrica (EEV) 5 que disminuye la presión del refrigerante líquido de alta presión, un intercambiador de calor interior 6 que realiza intercambio de calor entre el refrigerante y el aire interior y un acumulador 7 que separa líquido contenido en el refrigerante que se debe llevar al compresor 2.

20 Este ciclo de refrigeración 9 en sí mismo es un ciclo de refrigeración conocido y este ciclo de refrigeración 9 se llena de refrigerante R1234yf (refrigerante HFO), que es un refrigerante de bajo GWP. Además, un circuito de derivación de gas caliente 11 provisto de una válvula de control (válvula de derivación) 10 se conecta entre un conducto de expulsión 8A del compresor 2 y un conducto de admisión 8B del mismo, y el circuito de derivación de gas caliente 11 está configurado para que una parte del refrigerante de gas caliente expulsado del compresor 2 pueda ser derivado al conducto de admisión 8B abriendo la válvula de control (válvula de derivación) 10. Este circuito de derivación de gas caliente 11 se conecta al conducto de admisión 8B entre el acumulador 7 previsto en el conducto de admisión 8B y el compresor 2.

30 Un controlador 12 controla el control de apertura/cierre de la válvula de control (válvula de derivación) 10 descrita anteriormente. Los valores detectados de un sensor de presión 13 que detecta la presión de la sección de baja presión, de un sensor de temperatura de expulsión 14 que detecta la temperatura del refrigerante expulsado, de un sensor de temperatura exterior 15 que detecta la temperatura del aire exterior, de un sensor de temperatura de intercambiador de calor exterior 16 que detecta la temperatura del intercambiador de calor exterior 4, de un sensor de temperatura de intercambiador de calor interior 17 que detecta la temperatura del intercambiador de calor interior 6, y así sucesivamente se introducen en el controlador 12.

35 Hay que tener en cuenta que, con el sistema de bomba de calor 1 provisto del sensor de presión 13, es posible realizar un control de apertura/cierre de la válvula de control 10 detectando directamente la presión en la sección de baja presión usando el valor detectado del sensor de presión 13, como se describe más adelante. Por otro lado, hay muchos sistemas de bomba de calor 1 que no están provistos del sensor de presión 13, tales como los aires acondicionados para habitaciones pequeñas o similares, y, ya que no es posible detectar directamente la baja presión en esos casos, el control de apertura/cierre de la válvula de control 10 se realiza detectando indirectamente la presión en la sección de baja presión utilizando el valor detectado de los sensores de temperatura descritos anteriormente, como se describe más adelante.

45 En el caso del sistema de bomba de calor 1 que emplea refrigerante HFO, ya que la sección de baja presión puede convertirse en presión negativa, especialmente al comenzar el calentamiento (durante la operación de puesta en marcha) y cuando la temperatura del aire exterior es baja, el controlador 12 está provisto de una función de control para supervisar una baja presión y realizar un control de apertura/cierre de la válvula de control (válvula de derivación) 10, como se muestra en la figura 2, de modo que la sección de baja presión no cae en un estado de presión negativa.

50 La función de control del controlador 12 para la válvula de control (válvula de derivación) 10 se describe a continuación en detalle en función del organigrama que se muestra en la figura 2.

55 Una vez que se inicia la operación de calentamiento en la etapa S1, el proceso pasa a la etapa S2, donde se estima si se cumplen o no las condiciones de apertura de válvula para la válvula de control (válvula de derivación) 10. Esta estimación se hace en función de si se cumplen las siguientes condiciones.

60 (1) En el caso en el que se proporciona el sensor de presión 13, la presión detectada por el sensor de presión 13 es igual o menor que una presión establecida.

(2) En el caso en el que no se proporciona el sensor de presión 13, la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 15 es igual o menor que una temperatura establecida, o una diferencia entre la temperatura detectada por el sensor de temperatura de expulsión 14 y la detectada por el sensor de temperatura exterior 15 es igual o menor que una temperatura establecida y por tanto existe el riesgo de que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa.

5 Cuando la estimación en la etapa S2 da como resultado "NO", se estima que no hay riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión, y, por tanto, el proceso de control pasa a FIN. Por otro lado, cuando la estimación da como resultado "SÍ", el proceso pasa a la etapa S3, la válvula de control (válvula de derivación) 10 se abre y el proceso pasa a la siguiente etapa S4. En la etapa S4, se estima si ha transcurrido o no un tiempo prohibido de deshelado. El tiempo prohibido de deshelado es para prohibir una operación de deshelado durante un determinado periodo de tiempo desde el inicio de la operación de calentamiento cuando se realiza la operación de calentamiento utilizando una bomba de calor. Una vez transcurrido este tiempo prohibido, se puede asumir que una caída de presión en la sección de baja presión es el resultado de la formación de escarcha en el intercambiador de calor exterior 4. Por lo tanto, cuando la estimación en la etapa S4 da como resultado "SÍ", el proceso pasa a la etapa 10 S7, donde la válvula de control (válvula de derivación) 10 se cierra para dar mayor prioridad a la operación de deshelado.

15 Cuando la estimación en la etapa S4 da como resultado "NO", es decir, cuando se estima que el tiempo prohibido de deshelado no ha transcurrido, la válvula de control (válvula de derivación) 10 se mantiene en estado abierto para que no se produzca presión negativa en la sección de baja presión, una parte del refrigerante de gas caliente expulsado del compresor 2 se deriva al conducto de admisión 8B en el lado aguas abajo del acumulador 7 a través del circuito de derivación de gas caliente 11, y de ese modo aumentan la temperatura y la presión del gas refrigerante que se debe llevar al compresor 2.

20 Además, cuando la estimación en la etapa S4 da como resultado "NO", el proceso pasa a la etapa S5, donde se estima si la sección de baja presión se estabiliza o no a una presión igual o mayor que la presión establecida. Esta estimación se hace en función de si se cumplen o no las siguientes condiciones.

25 (3) En el caso en el que se proporciona el sensor de presión 13, un estado en el que una presión detectada es igual o mayor que la presión establecida, continúa durante un periodo de tiempo establecido.

30 (4) En el caso en el que no se proporciona el sensor de presión 13, un estado en el que una diferencia entre la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 15 y la detectada por el sensor de temperatura de intercambiador de calor exterior 16 es igual o menor que una temperatura establecida y en el que una diferencia entre la temperatura detectada por el sensor de temperatura de expulsión 14 y la detectada por el sensor de temperatura de intercambiador de calor interior 17 es igual o mayor que una temperatura establecida, continúa durante un periodo de un tiempo establecido.

35 Cuando la estimación en la etapa S5 descrita anteriormente da como resultado "NO", el proceso vuelve a la etapa S4 y, cuando estimación da como resultado "SÍ", el proceso pasa a la etapa S6, donde se estima si se cumplen o no las siguientes condiciones.

(5) La velocidad de rotación (rps) del compresor 2 ha alcanzado una velocidad de rotación requerida o se ha completado el control de puesta en marcha.

40 Cuando la estimación aquí da como resultado "NO", el proceso vuelve a la etapa S4. Cuando la estimación da como resultado "SÍ", se estima que no hay riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión incluso aunque la válvula de control (válvula de derivación) 10 se cierre, pasando así a la etapa S7, donde la válvula de control (válvula de derivación) 10 se cierra y el proceso de control pasa a FIN.

Con la configuración descrita anteriormente, esta realización permite los efectos que se describen a continuación.

45 Con el sistema de bomba de calor 1, si se hace que el refrigerante a alta temperatura y alta presión expulsado del compresor 2 fluya hacia el intercambiador de calor exterior 4 utilizando la válvula de conmutación de cuatro vías 3, es posible realizar una operación de refrigeración haciendo que el intercambiador de calor exterior 4 sirva de condensador y el intercambiador de calor interior 6 de evaporador y si se hace que el refrigerante expulsado del compresor 2 fluya hacia el intercambiador de calor interior 6 utilizando la válvula de conmutación de cuatro vías 3, también es posible realizar una operación de calentamiento haciendo que el intercambiador de calor interior 6 sirva 50 de condensador y el intercambiador de calor exterior 4 de evaporador.

55 Durante esta operación de calentamiento, especialmente durante la operación de puesta en marcha y cuando la temperatura del aire exterior es baja, la sección de baja presión a veces desciende a un estado de presión negativa, y esto ocurre con más frecuencia en el caso del refrigerante HFO, que es un refrigerante de bajo GWP, porque es un refrigerante de baja presión. Con la operación realizada mientras la sección de baja presión está en el estado de presión negativa, debido a que hay un alto riesgo de mal funcionamiento del compresor 2, que puede dañar el compresor 2, es necesario tomar medidas contra la presión negativa. En esta realización, la válvula de control (válvula de derivación) 10 prevista en el circuito de derivación de gas caliente 11 se abre cuando la presión detectada por el sensor de presión 13 es igual o menor que la presión establecida, o en el caso en el que no se proporciona el sensor de presión 13, cuando la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 15 es igual o menor que la temperatura establecida o cuando la diferencia entre la temperatura del refrigerante detectada por el sensor de temperatura de expulsión 14 y la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 15 es igual o menor que la temperatura establecida y, por tanto, existe el riesgo de que la sección de baja presión 60 descienda al estado de presión negativa.

Como se ha descrito anteriormente, con esta realización, una parte del refrigerante de gas caliente a alta temperatura y presión expulsado del compresor 2 puede ser derivado al conducto de admisión 8B en el lado aguas abajo del acumulador 7, y la temperatura y la presión del gas refrigerante de baja presión que debe ser llevado al compresor 2 pueden aumentar antes de que el gas refrigerante sea llevado al compresor 2. Por consiguiente, es posible suprimir una caída de presión en la sección de baja presión aumentando rápidamente la temperatura y la presión del gas refrigerante de alta presión expulsado del compresor 2.

Por lo tanto, incluso aunque exista el riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión cuando se inicia la operación de calentamiento a una temperatura del aire exterior baja, la presión en la sección de baja presión es detectada directa o indirectamente, y la válvula de control (válvula de derivación) 10 en el circuito de derivación de gas caliente 11 se abre cuando la presión detectada es igual o menor que la presión establecida o cuando se cumplen las condiciones que hacen que la presión sea igual o menor que la presión establecida. Con ello, la temperatura y la presión del gas refrigerante de admisión aumentan derivando una parte del refrigerante de gas caliente expulsado del compresor 2 al conducto de admisión 8B, lo que aumenta la temperatura y la presión del gas refrigerante expulsado, permitiendo así evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa lo que suprime una caída de presión en la sección de baja presión cuando se inicia la operación de calentamiento. En consecuencia, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor 2 y también es posible estabilizar el funcionamiento del sistema de bomba de calor 1 empleando refrigerante HFO, mejorando así el rendimiento calorífico.

En particular, ya que el circuito de derivación de gas caliente 11 está conectado entre el acumulador 7, en el conducto de admisión 8B, y el compresor 2, el refrigerante de gas caliente que se deriva al conducto de admisión 8B a través del circuito de derivación de gas caliente 11, es derivado al conducto de admisión 8B en el lado aguas abajo del acumulador 7. Debido a esto, el gas refrigerante puede ser llevado al compresor 2 suprimiendo al mismo tiempo una disminución del grado de sobrecalentamiento en el acumulador 7. Con ello, es posible aumentar de manera efectiva la temperatura y la presión del gas refrigerante de admisión, aumentando así más rápidamente la temperatura y la presión del gas refrigerante expulsado, y es posible evitar de manera fiable que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa evitando de manera eficaz una caída de presión en la sección de baja presión.

Además, con esta realización, el controlador 12 estima que las condiciones de apertura de válvula para la válvula de control (válvula de derivación) 10 se cumplen y abre la válvula de control 10 cuando la presión en la sección de baja presión en el ciclo de refrigeración 9 es igual o menor que la presión establecida, o cuando la temperatura del aire exterior es igual o menor que la temperatura establecida o la diferencia entre la temperatura del refrigerante expulsado del compresor 2 y la temperatura del aire exterior es igual o menor que la temperatura establecida, y por tanto existe el riesgo de que la presión en la sección de baja presión llegue a ser igual o menor que la presión establecida. Se concluye que existe el riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión en función de la presión en la sección de baja presión detectada por el sensor de presión 13 en el caso en el que se proporciona el sensor de presión 13, o en función de la temperatura del aire exterior detectada por los sensores de temperatura exterior 15 o de la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante expulsado detectada por el sensor de temperatura de expulsión 14 y la temperatura del aire exterior detectada por el sensor de temperatura exterior 15, en el caso en el que no se proporciona el sensor de presión 13 y, de ese modo, la válvula de control (válvula de derivación) 10 se abre para derivar el refrigerante de gas caliente.

Debido a esto, independientemente de si el sistema de bomba de calor 1 está provisto o no del sensor de presión 13, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor 2 al evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa, y también es posible mejorar el rendimiento calorífico estabilizando el funcionamiento del sistema de bomba de calor 1 que emplea refrigerante HFO.

Además, el controlador 12 está configurado para cerrar la válvula de control (válvula de derivación) 10 cuando se detecta la situación en la que el estado de la sección de baja presión cumple las condiciones de estabilización y en la que el compresor 2 ha alcanzado una velocidad de rotación predeterminada. La sección de baja presión puede considerarse estabilizada cuando se cumplen las condiciones de estabilización y el compresor 2 ha alcanzado una velocidad de rotación predeterminada. Con ello, se puede concluir que la sección de baja presión no descenderá al estado de presión negativa incluso aunque se detenga la derivación del refrigerante de gas caliente y, por tanto, la válvula de control 10 puede cerrarse. Por lo tanto, es posible cambiar al funcionamiento normal confirmando que no hay riesgo de que se produzca presión negativa en la sección de baja presión, y es posible estabilizar la operación de calentamiento del sistema de bomba de calor 1 empleando el refrigerante HFO cuando la temperatura del aire exterior es baja.

Además, el controlador 12 está configurado para estimar la estabilización de la sección de baja presión en función de si un estado en el que la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa o no durante un período de tiempo establecido o de si un estado en el que la diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y la temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o menor que el valor establecido y la diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor 2 y la temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que el valor establecido, continúa o no durante un periodo de

tiempo establecido. En general, se puede concluir que la presión en la sección de baja presión se ha estabilizado cuando el estado en el que la presión en la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa durante un periodo de tiempo establecido, o cuando el estado en el que la diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y la temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o menor que el valor establecido y la diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor 2 y la temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que la establecida, continúa durante un periodo de tiempo establecido.

Basado en estas situaciones, el controlador estima que la sección de baja presión no descenderá al estado de presión negativa incluso aunque se detenga la derivación del refrigerante de gas caliente y se cierre la válvula de control (válvula de derivación) 10. En consecuencia, independientemente de si se proporciona o no el sensor de presión 13, es posible cambiar el sistema de bomba de calor 1 al funcionamiento normal de manera fiable confirmando la estabilización de la presión en la sección de baja presión, y, por tanto, es posible estabilizar la operación de calentamiento.

Además, en esta realización, después de abrir la válvula de control (válvula de derivación) 10, el controlador 12 estima si ha transcurrido o no el tiempo prohibido de deshelado. El controlador 12 está configurado para cerrar la válvula de control 10 si ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, a fin de estimar si se cumplen o no las condiciones para cerrar la válvula de control 10 si no ha transcurrido el tiempo prohibido, y para cerrar la válvula de control 10 si se cumplen las condiciones. Debido a esto, cuando se estima que ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado después de la apertura de la válvula de control 10, el controlador estima que una caída de presión en la sección de baja presión se debe a la formación de escarcha en el intercambiador de calor exterior 4, y, por tanto, es posible dar mayor prioridad a la operación de deshelado cerrando la válvula de control 10.

Por otro lado, en el caso en el que no ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, el controlador estima que la caída de presión en la sección de baja presión se produce debido al inicio de la operación de calentamiento a una temperatura del aire exterior baja, y es posible evitar que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa manteniendo la válvula de control 10 en un estado abierto, continuando la operación de derivación del refrigerante de gas caliente hasta que se cumplan las condiciones de cierre de válvula. Por lo tanto, es posible realizar adecuadamente una operación de protección de baja presión derivando el refrigerante de gas caliente durante el tiempo prohibido de deshelado cuando se inicia la operación de calentamiento.

Hay que tener en cuenta que, con esta realización, el control de derivación de gas caliente descrito anteriormente se puede emplear en combinación con otra medida contra la presión negativa en la que, al iniciarse la operación de calentamiento, la operación de puesta en marcha del compresor 2 se realiza de acuerdo con la temperatura del aire exterior, de manera que su velocidad de rotación aumenta a la velocidad de rotación requerida de modo que cuanto más baja llegue a ser la temperatura exterior, más levemente aumentará la velocidad de rotación, el compresor 2 también se pone en marcha con la válvula de expansión eléctrica 5 completamente abierta durante este tiempo, y la válvula de expansión eléctrica 5 se cambia a un control en bucle abierto normal (control en el que el grado de apertura se hace proporcional a la velocidad de rotación del compresor) después de que la velocidad de rotación del compresor 2 haya alcanzado la velocidad de rotación límite superior y, por tanto, es posible tomar medidas de manera más efectiva contra la presión negativa.

{Segunda realización}

A continuación, se describe una segunda realización de la presente invención con referencia a la figura 3.

Esta realización difiere de la primera realización descrita anteriormente en lo que se refiere al algoritmo de control de apertura/cierre para la válvula de control 10. Ya que las otras características son las mismas que las de la primera realización, se omitirán sus descripciones.

Esta realización es efectiva cuando se aplica, en particular, al sistema de bomba de calor 1 que no está provisto del sensor de presión 13, y se evita que la sección de baja presión descienda al estado de presión negativa realizando un control de apertura/cierre de la válvula de control (válvula de derivación) 10 mediante el controlador 12, en función del valor detectado de la temperatura del aire exterior, la velocidad de rotación del compresor 2 al iniciarse la operación de calentamiento (durante la operación de puesta en marcha) y el grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (EEV) 5.

En este control, los patrones de puesta en marcha del compresor 2 al iniciarse la operación de calentamiento (durante la operación de puesta en marcha) se dividen en una pluralidad de patrones de acuerdo con los valores detectados del sensor de temperatura exterior 15. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3, un caso en el que la temperatura del aire exterior es igual o mayor que 0° C es el patrón A, un caso en el que la temperatura del aire exterior está entre 0° C y -B° C es el patrón B, un caso en el que la temperatura del aire exterior es igual o menor que -B° C es el patrón C, y así sucesivamente. Por tanto, en este control, la velocidad de rotación del compresor 2 aumenta a una velocidad de rotación máxima por lo que cuanto menor sea la temperatura exterior, mayor llegará a ser el periodo de tiempo para restringir la velocidad de rotación límite superior, y el compresor 2 también se pone en

marcha con la válvula de expansión eléctrica (EEV) 5 completamente abierta y la válvula de control (válvula de derivación) 10 del circuito de derivación de gas caliente 11 abierta.

5 A continuación, después de la puesta en marcha del compresor como se describe anteriormente, cuando la velocidad de rotación del compresor 2 alcanza una condición para cancelar la restricción de la velocidad de rotación límite superior y cuando se cancela la restricción de la velocidad de rotación límite superior, y después de que haya transcurrido un período de tiempo predeterminado, se cancela el estado completamente abierto de la válvula de expansión eléctrica (EEV) 5, y su grado de apertura se cambia a un control de grado de apertura normal, por ejemplo, el control en bucle abierto en el que el grado de apertura se controla para que sea proporcional a la  
10 velocidad de rotación del compresor. Este control se realiza de modo que, cuando ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado, en un momento en el que se concluye que la sección de baja presión no descenderá al estado de presión negativa, la válvula de control (válvula de derivación) 10 se cierra, cambiando así al funcionamiento normal.

15 Como se describe anteriormente, una vez transcurrido el periodo de tiempo predeterminado después de que el compresor 2 haya alcanzado una condición requerida relacionada con la velocidad de rotación límite superior y después de que se cancela la restricción, mediante el controlador 12, se cancela el control completamente abierto de la válvula de expansión eléctrica (EEV) 5, y el control se cambia al control de grado de apertura normal. Además, una vez que el control completamente abierto de la válvula de expansión eléctrica 5 se cancela y que ha transcurrido  
20 el periodo de tiempo predeterminado, el controlador estima que la presión en la sección de baja presión se ha estabilizado, es decir, la baja presión no se convertirá en presión negativa incluso aunque se detenga la derivación del refrigerante de gas caliente, y se estima que se cumplen las condiciones para cerrar la válvula de control 10 y el controlador cierra la válvula de control (válvula de derivación) 10.

25 Como se describe anteriormente, con esta realización, es posible reducir el riesgo de mal funcionamiento del compresor 2 realizando el control de apertura/cierre de la válvula de control 10 para que la sección de baja presión no descienda al estado de presión negativa, y también es posible mejorar el rendimiento calorífico estabilizando el funcionamiento del sistema de bomba de calor que emplea refrigerante HFO. En particular, en esta realización, el tiempo de apertura/cierre de la válvula de control 10 se controla de manera adecuada en función de la temperatura  
30 del aire exterior cuando se inicia la operación de calentamiento (durante la operación de puesta en marcha), de la restricción de la velocidad de rotación del compresor 2 de acuerdo con la temperatura del aire exterior y del control de grado de apertura de la válvula de expansión eléctrica (EEV) 5, por lo que no se produce presión negativa en la sección de baja presión, y esta realización puede aplicarse de manera eficaz al sistema de bomba de calor 1 que no está provisto del sensor de presión 13.

35 Hay que tener en cuenta que la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente y que son posibles modificaciones adecuadas dentro de un rango que no se aparte de su ámbito de aplicación. Por ejemplo, en las realizaciones descritas anteriormente, se describe un sistema de bomba de calor de una sola unidad 1 al que está conectado un intercambiador de calor interior 6. Sin embargo, no hace falta decir que la presente invención se  
40 puede aplicar de manera similar a sistemas de bomba de calor de múltiples unidades a los que están conectados una pluralidad de intercambiadores de calor interiores 6. Además, naturalmente es posible aplicar ampliamente la presente invención a sistemas que no sean aires acondicionados, tales como unidades de suministro de agua caliente con bomba de calor, aires acondicionados para vehículos con bomba de calor o similares que empleen refrigerante HFO.

45 **{Lista de signos de referencia}**

- 1 sistema de bomba de calor
- 2 compresor
- 50 4 intercambiador de calor exterior
- 5 5 válvula de expansión eléctrica (EEV)
- 6 intercambiador de calor interior
- 7 acumulador
- 8A conducto de expulsión
- 55 8B conducto de admisión
- 9 ciclo de refrigeración
- 10 10 válvula de control (válvula de derivación)
- 11 11 circuito de derivación de gas caliente
- 12 12 controlador
- 60 13 13 sensor de presión
- 14 14 sensor de temperatura de expulsión
- 15 15 sensor de temperatura exterior
- 16 16 sensor de temperatura de intercambiador de calor exterior
- 17 17 sensor de temperatura de intercambiador de calor interior

65

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de bomba de calor (1) que comprende:

5 un ciclo de refrigeración de ciclo cerrado (9) en el que un compresor (2), un intercambiador de calor exterior (4), una válvula de expansión eléctrica (5) y un intercambiador de calor interior (6) se conectan secuencialmente;  
y  
un controlador (12) que controla el ciclo de refrigeración (9),  
en donde el ciclo de refrigeración (9) se llena con un refrigerante HFO,  
10 en donde el ciclo de refrigeración (9) está provisto de un circuito de derivación de gas caliente (11) que deriva una parte de un refrigerante de gas caliente a un conducto de admisión (8B) del compresor (2), el circuito de derivación de gas caliente (11) está provisto de una válvula de control (10) y previsto entre un conducto de expulsión (8A) del compresor (2) y el conducto de admisión (8B),  
15 **caracterizado por que** el circuito de derivación de gas caliente (11) está configurado para derivar dicha parte de dicho refrigerante de gas caliente a alta temperatura y presión expulsado del compresor (2) al conducto de admisión (8B), para aumentar la temperatura y la presión del gas refrigerante de baja presión que debe llevarse al compresor,  
y **por que** el controlador (12) tiene una función, al iniciarse la operación de calentamiento, para abrir la válvula de control (10) cuando se detecta que una presión en una sección de baja presión es igual o menor que una presión establecida o cuando se detecta una condición para hacer que la presión sea igual o menor que la presión establecida, y el controlador (12) tiene una función para cerrar la válvula de control (10) cuando se detecta que la presión en la sección de baja presión se estabiliza a una presión igual o mayor que la presión establecida.

25 2. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se proporciona un acumulador (7) en el conducto de admisión (8B) del ciclo de refrigeración (9), y el circuito de derivación de gas caliente (11) se conecta al conducto de admisión (8B) entre el acumulador (7) y el compresor (2)

30 3. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el controlador (12) está configurado para estimar que se cumple una condición de apertura de válvula de control para la válvula de control (10) y para abrir la válvula de control (10) cuando la presión en la sección de baja presión del ciclo de refrigeración (9) es igual o menor que la presión establecida, cuando la temperatura del aire exterior es igual o menor que una temperatura establecida, o cuando una diferencia entre una temperatura de refrigerante expulsado y la temperatura del aire exterior es igual o menor que una temperatura establecida.

35 4. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el controlador (12) está configurado para cerrar la válvula de control (10) cuando se detectan un estado en el que la sección de baja presión cumple una condición de estabilización y un estado en el que el compresor (2) ha alcanzado una velocidad de rotación predeterminada

40 5. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el controlador (12) está configurado para estimar la estabilización de la sección de baja presión en función de si un estado en el que la sección de baja presión es igual o mayor que la presión establecida, continúa o no durante un período de tiempo establecido o de si un estado en el que una diferencia de temperatura entre la temperatura del aire exterior y una temperatura de intercambiador de calor exterior es igual o inferior a un valor establecido y en el que una diferencia de temperatura entre la temperatura de expulsión del compresor (2) y una temperatura de intercambiador de calor interior es igual o mayor que un valor establecido, continúa o no durante un periodo de tiempo establecido.

50 6. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el controlador (12) está configurado para estimar si ha transcurrido o no un tiempo prohibido de deshelado después de la apertura de la válvula de control (10), cerrar la válvula de control (10) si ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado, estimar si se cumple o no una condición para cerrar la válvula de control (10) si no ha transcurrido el tiempo prohibido de deshelado y cerrar la válvula de control (10) si se cumple la condición.

55 7. Sistema de bomba de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el controlador (12) está configurado de modo que, al iniciarse la operación de calentamiento, la válvula de control (10) se abre cuando se detecta la condición para hacer que la presión en la sección de baja presión sea igual o menor que la presión establecida, la velocidad de rotación del compresor (2) aumenta de forma gradual con un incremento de velocidad que se establece, de acuerdo con la temperatura del aire exterior, a un velocidad de rotación requerida, el funcionamiento del compresor (2) se inicia con la válvula de expansión eléctrica (5) completamente abierta, el control de apertura total de la válvula de expansión eléctrica (5) se cancela y se cambia a un control normal cuando la  
60 velocidad de rotación del compresor (2) ha alcanzado una velocidad de rotación requerida, y, posteriormente, la válvula de control (10) se cierra cuando ha transcurrido un periodo de tiempo predeterminado.

FIG. 1

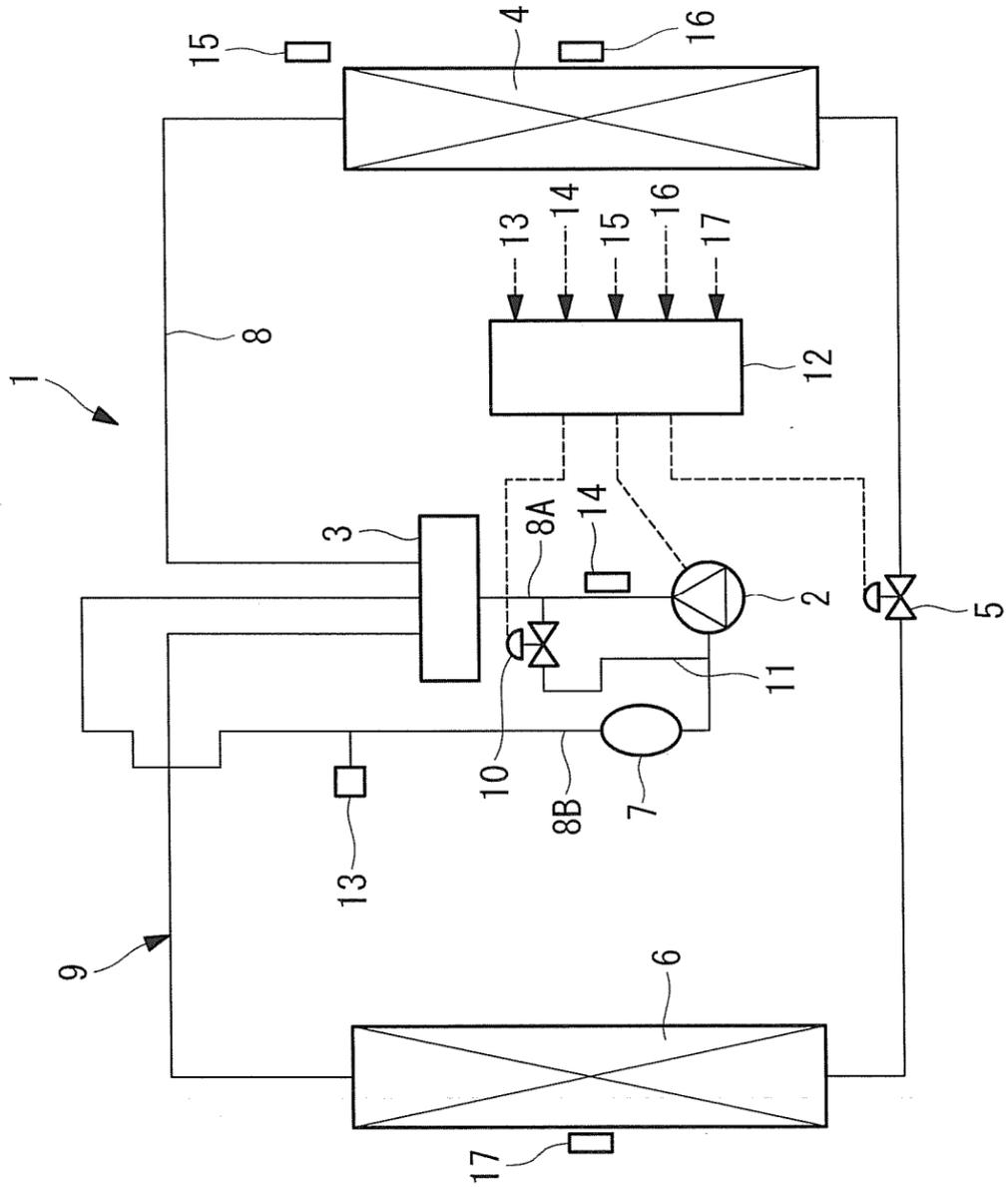


FIG. 2

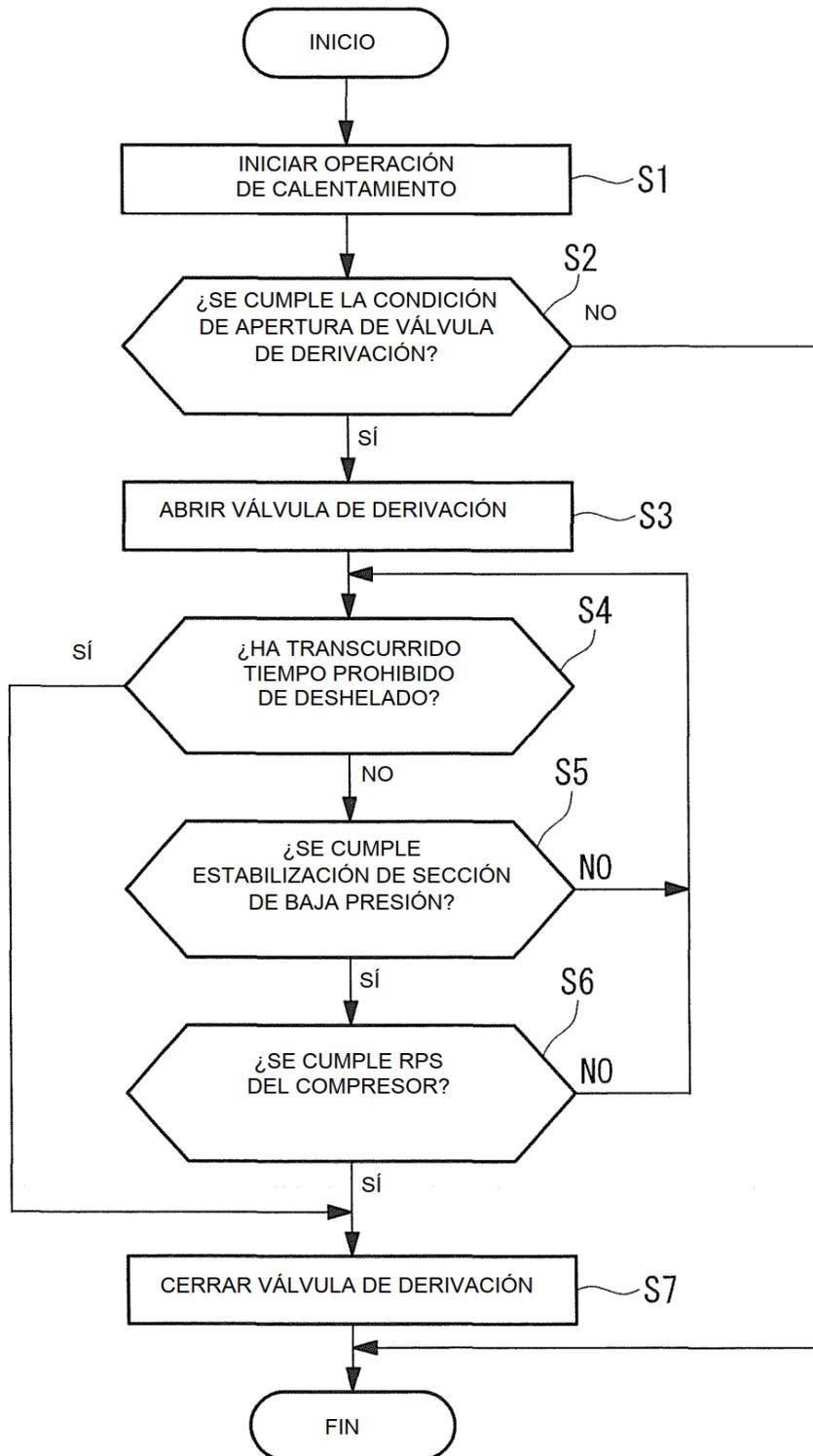


FIG. 3

