

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 384**

51 Int. Cl.:

F25B 41/00 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

F25B 6/02 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.10.2011 PCT/JP2011/005605**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.04.2013 WO13051059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2011 E 11873555 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 2765371**

54 Título: **Dispositivo de ciclo de refrigeración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2020

73 Titular/es:
mitsubishi electric corporation (100.0%)
7-3 Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
TAMAKI, SHOGO;
SAITO, MAKOTO y
OYA, RYO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 796 384 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de ciclo de refrigeración

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un aparato de ciclo de refrigeración por compresión de vapor y, más particularmente, a un aparato de ciclo de refrigeración capaz de realizar independientemente una operación de acondicionamiento de aire (operación de enfriamiento y operación de calentamiento) y una operación de suministro de agua caliente y, además, una operación de recuperación de calor de evacuación a través de una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente.

Antecedentes de la técnica

10 Los aparatos de ciclo de refrigeración capaces de realizar independientemente una operación de acondicionamiento de aire y una operación de suministro de agua caliente en un solo sistema han estado disponibles convencionalmente. Uno de tales aparatos conocidos es un aparato de ciclo de refrigeración que incluye un circuito refrigerante formado por una unidad de fuente de calor, una unidad interior y una unidad de suministro de agua caliente conectada por tuberías, posibilitando por ello la ejecución simultánea de una operación de
15 acondicionamiento de aire y una operación de suministro de agua caliente. (véanse, por ejemplo, las Bibliografías de las Patentes 1 y 2). Además, un aparato de ciclo de refrigeración según el preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento US 2006/218948 A1 y también en el documento JP 2010 196950 A (dicha Bibliografía de la Patente 1). En tal sistema, es posible recuperar el calor que se evacúa tras el enfriamiento para utilizarlo para el suministro de agua caliente por medio de la ejecución simultánea de una operación de enfriamiento y una operación
20 de suministro de agua caliente, logrando así una operación de alta eficiencia.

Lista de citas

Bibliografías de patentes

Bibliografía de patente 1: Bibliografía de solicitud de patente japonesa no examinada N° 2010-196950 (páginas 34-36, fig. 4, etc.)

25 Bibliografía de patente 2: Bibliografía de solicitud de patente japonesa no examinada N° 2001-248937 (páginas 3-4, fig. 4, etc.)

Compendio de la invención

Problema técnico

30 En un sistema de bomba de calor descrito en la Bibliografía de la Patente 1, durante la recuperación de calor de evacuación mediante una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor se coloca bajo una atmósfera de alta presión (véase fig. 4 en la bibliografía de la patente 1). Por lo tanto, debido al intercambio de calor con aire exterior en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, se produce una condensación del refrigerante. Además, con el fin de impedir que el refrigerante permanezca en el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, es necesario suministrar una cierta cantidad
35 de refrigerante al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, lo que hace que sea imposible recuperar completamente el calor de evacuación tras el enfriamiento para utilizarlo para el suministro de agua caliente.

Un aparato de acondicionamiento de aire de suministro de agua caliente con bomba de calor descrito en la Bibliografía de la Patente 2 es capaz de colocar un intercambiador de calor del lado exterior bajo una atmósfera a baja presión en el momento de una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Esto
40 permite que tal sistema realice una operación completa de recuperación de calor de evacuación en la que el calor que se evacúa tras el enfriamiento se recupere por completo para ser utilizado como suministro de agua caliente. Sin embargo, debido al cambio de una válvula de cuatro vías en el momento del cambio de una operación de enfriamiento a una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, una gran cantidad de refrigerante almacenado en el intercambiador de calor del lado exterior fluye hacia el lado de succión de un compresor, plantea así un problema de líquido de nuevo en el compresor. Además, ya que el intercambiador de calor del lado exterior se coloca bajo una atmósfera a baja presión en el momento de la operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente, el intercambiador de calor del lado exterior se llena con un refrigerante de gas a baja presión durante la operación de recuperación completa del calor de evacuación. Por lo tanto, se requiere un depósito de líquido con un gran volumen interno (capacidad) para almacenar una gran cantidad de
45 exceso de refrigerante en el momento de la operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente.
50

Para un aparato de ciclo de refrigeración que realiza solamente una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento (que se denominará "aparato estándar" en lo sucesivo), que requiere refrigerante en una cantidad menor en una operación de calentamiento que en una operación de enfriamiento, es necesario almacenar el exceso de refrigerante en un depósito de líquido durante la operación de calentamiento. Por el contrario, en cuanto al

- aparato de acondicionamiento de aire de suministro de agua caliente con bomba de calor descrito en la Bibliografía de la Patente 2, donde el intercambiador de calor del lado exterior está lleno de gas a baja presión, la cantidad de refrigerante requerida para la operación se reduce aún más en comparación con una operación de calentamiento por el aparato estándar. Como resultado, se genera un exceso de refrigerante más en el momento de la operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente que en el momento de una operación de calentamiento. Por consiguiente, con el fin de almacenar el exceso de refrigerante, se requiere un depósito de líquido con un volumen interno (capacidad) mayor que el del aparato estándar. Como resultado, las dimensiones externas del cuerpo de la unidad de fuente de calor se hacen más grandes, lo que hace que sea imposible instalarlo en un espacio de instalación limitado.
- 5
- 10 La presente invención se ha realizado con el fin de resolver los problemas anteriores, y tiene como objeto proporcionar un aparato de ciclo de refrigeración de bajo coste que incluya un depósito de líquido con un volumen interno más pequeño y una unidad de fuente de calor con dimensiones externas iguales a las de un aparato estándar que solamente realiza operaciones de enfriamiento y calentamiento.

Solución al problema

- 15 Se proporciona un aparato de ciclo de refrigeración según la reivindicación 1. El aparato de ciclo de refrigeración según la presente invención incluye una unidad de fuente de calor que incluye un compresor, un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor y una válvula de expansión; una unidad del lado interior que incluye un intercambiador de calor interior; y una unidad de suministro de agua caliente que incluye un intercambiador de calor de agua, estando conectadas juntas la unidad de fuente de calor y la unidad interior por tuberías de extensión del
- 20 lado interior que incluyen una tubería de extensión de líquido del lado interior y una tubería de extensión de gas del lado interior, y estando conectadas juntas la unidad de fuente de calor y la unidad de suministro de agua caliente por tuberías de extensión del lado del suministro de agua caliente, incluyendo una tubería de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente y una tubería de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente. La relación de volumen de la tubería de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al intercambiador de calor de agua se establece para que sea igual o mayor que una relación mínima de volumen, que es la relación de volumen de la tubería de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al intercambiador de calor de agua cuando una cantidad de refrigerante requerida durante una operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente en la que el intercambiador de calor del lado interior sirve como evaporador, el intercambiador de calor de agua sirve como condensador, la energía de enfriamiento se suministra desde el intercambiador de calor del lado interior, y la energía de calentamiento que se suministra desde el intercambiador de calor de agua es igual a una cantidad de refrigerante requerida durante una operación de calentamiento en la que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor sirve como evaporador, el intercambiador de calor del lado interior sirve como condensador, y la energía de calentamiento se suministra desde el intercambiador de calor del lado interior.
- 25
- 30

35 Efectos ventajosos de la invención

En un aparato de ciclo de refrigeración según la presente invención, el volumen interno de un depósito de líquido puede igualarse al de un aparato estándar que realiza solamente una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento, logrando así un bajo coste y posibilitando las dimensiones externas de una unidad de fuente de calor para que sean iguales a las del aparato estándar.

40 Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

La fig. 2 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en un modo de operación de calentamiento del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

- 45 La fig. 3 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en un modo de operación de suministro de agua caliente del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

La fig. 4 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en un modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

- 50 La fig. 5 es un gráfico P-h que ilustra las transiciones del estado del refrigerante en un modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

La fig. 6 es un gráfico que ilustra la relación entre la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y la cantidad de refrigerante requerida en cada modo de operación cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es de 0 m.

55

La fig. 7 es un diagrama esquemático que ilustra el estado del refrigerante cuando un intercambiador de calor de aire es un condensador.

5 La fig. 8 es un gráfico que ilustra el efecto de reducción de la longitud más corta de una tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando se aumenta el diámetro interno de una tubería de una tubería de extensión del líquido del lado del suministro de agua caliente.

La fig. 9 es un gráfico que ilustra los cambios en la cantidad de refrigerante requerida en cada modo de operación en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es La.

10 La fig. 10 es un gráfico que ilustra la relación de la cantidad de refrigerante requerida en cada modo de operación con respecto a la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga.

La fig. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de ajuste de la longitud de la tubería de extensión del lado interior y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente del aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención.

15 La fig. 12 incluye diagramas de imágenes que ilustran cómo elegir el diámetro de la tubería en relación con la longitud de tubería de una tubería extensión del lado del suministro de agua caliente.

La fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra el flujo de un proceso en el momento de una operación de condensación concurrente.

20 La fig. 14 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 2 de la presente invención, y en particular, el flujo de refrigerante en el momento de un modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente.

25 La fig. 15 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 3 de la presente invención, y en particular, el flujo de refrigerante en el momento del modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente.

La fig. 16 incluye diagramas esquemáticos que ilustran cada uno una configuración de un intercambiador de calor de subenfriamiento.

Descripción de las realizaciones

30 Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

Realización 1.

35 La fig. 1 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1 de la presente invención. Una parte de la configuración y operación del aparato 100 de ciclo de refrigeración se describirá con referencia a la fig. 1. Las relaciones de los miembros de componente individual en las figuras a continuación, incluyendo la fig. 1, pueden ser diferentes en tamaño al estado real.

40 El aparato 100 de ciclo de refrigeración, que se instala en un hogar convencional, un edificio de oficinas, o similar, es capaz de, a través de una operación de ciclo de refrigeración por compresión de vapor, procesar independientemente una instrucción de enfriamiento (enfriamiento ENCENDIDO/APAGADO) o una instrucción de calentamiento (calentamiento ENCENDIDO/APAGADO) seleccionado en una unidad 302 interior, o una instrucción de suministro de agua caliente (suministro de agua caliente ENCENDIDO/APAGADO) dada en una unidad 303 de suministro de agua caliente. Además, el aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de procesar simultáneamente una instrucción de enfriamiento de la unidad 302 interior y una instrucción de suministro de agua caliente de la unidad 303 de suministro de agua caliente.

45 {Configuración del aparato 100 de ciclo de refrigeración}

50 El aparato 100 de ciclo de refrigeración incluye una unidad 301 de fuente de calor, la unidad 302 interior y la unidad 303 de suministro de agua caliente. La unidad 301 de fuente de calor y la unidad 302 interior están conectadas por una tubería 7 de extensión de líquido del lado interior que sirve como una tubería de refrigerante y una tubería 9 de extensión de gas del lado interior que es una tubería de refrigerante. La unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente están conectadas por una tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente que es una tubería de refrigerante y una tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente que es una tubería de refrigerante. El refrigerante utilizado en el aparato 100 de ciclo de refrigeración no está particularmente limitado. Por ejemplo, se puede utilizar un refrigerante, tal como R410A, R32,

ES 2 796 384 T3

HFO-1234yf, o un refrigerante natural, tal como un hidrocarburo. El número de las unidades 301 de fuente de calor, las unidades 302 interiores y las unidades 303 de suministro de agua caliente que están conectadas entre sí no se limita al número ilustrado.

[Unidad 301 de fuente de calor]

- 5 La unidad 301 de fuente de calor incluye un compresor 1, una válvula solenoide 2a de descarga, una válvula solenoide 2b de descarga, una válvula 3 de cuatro vías, un intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, una primera válvula 5 de expansión, una segunda válvula 6 de expansión, un acumulador 10, una tercera válvula 16 de expansión y una válvula solenoide 18 de equalización a baja presión.

- 10 El compresor 1 succiona refrigerante y comprime el refrigerante succionado para convertirlo en un estado de alta temperatura y alta presión, y el compresor 1 puede ser de un tipo en el que, por ejemplo, un inversor controla la velocidad de rotación del compresor 1. Al compresor 1, se conectan una tubería 30 del lado de descarga y una tubería 40 del lado de succión. La tubería 30 del lado de descarga está dividida hasta la mitad (la válvula 3 de cuatro vías y un lado aguas arriba de un intercambiador 12 de calor de agua de la unidad 303 de suministro de agua caliente se describe más adelante). La válvula solenoide 2a de descarga está instalada en una tubería 30a del lado de descarga y una válvula solenoide 2b de descarga está instalada en la otra tubería 30b del lado de descarga.

- 15 La válvula solenoide 2a de descarga se controla para abrirse y cerrarse para provocar o no que el refrigerante pase a través de la tubería 30a del lado de descarga. La válvula solenoide 2b de descarga se controla para abrirse y cerrarse para provocar o no que el refrigerante pase a través de la tubería 30b del lado de descarga. La válvula 3 de cuatro vías se instala aguas abajo de la válvula solenoide 2a de descarga en la tubería 30a del lado de descarga. El intercambiador 12 de calor de agua de la unidad 303 de suministro de agua caliente está instalado aguas abajo de la válvula solenoide 2b de descarga en la tubería 30b del lado de descarga mediante la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente. La tubería 30b del lado de descarga puede estar conectada a la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente o la tubería 30b del lado de descarga puede servir como la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente.

- 25 La válvula 3 de cuatro vías cambia el flujo de refrigerante según una instrucción de la unidad 302 interior. En otras palabras, la válvula 3 de cuatro vías cambia entre el flujo de refrigerante en respuesta a una instrucción de enfriamiento y el flujo de refrigerante en respuesta a una instrucción de calentamiento desde la unidad 302 interior.

- 30 El intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor intercambia calor entre el refrigerante y el aire suministrado desde un dispositivo de envío de aire, tal como un ventilador, que no se ilustra, y extrae el calor del aire o expulsa el calor al aire. El intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor puede configurarse, por ejemplo, con un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal que incluye una tubería de transferencia de calor y una gran cantidad de aletas.

- 35 La unidad 301 de fuente de calor está provista de una tubería 17 de derivación a baja presión para conectar la válvula solenoide 2a de descarga y el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor entre sí mediante la válvula 3 de cuatro vías, y un intercambiador 8 de calor del lado interior y el acumulador 10 entre sí mediante la válvula 3 de cuatro vías. La tubería 17 de derivación a baja presión está provista con la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión. La válvula solenoide 18 de equalización a baja presión se controla para abrirse y cerrarse para provocar o no que el refrigerante pase a través de la tubería 17 de derivación a baja presión.

- 40 El grado de apertura de cada una de la primera válvula 5 de expansión, la segunda válvula 6 de expansión y la tercera válvula 16 de expansión se controla de forma variable para, a su vez, controlar el caudal de refrigerante. La primera válvula 5 de expansión está instalada en el lado del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor provisto a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior entre el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y el intercambiador 8 de calor del lado interior. La segunda válvula 6 de expansión está instalada en el lado del intercambiador de calor del lado interior provisto en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior entre el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y el intercambiador 8 de calor del lado interior. La tercera válvula 16 de expansión está instalada en la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente que está conectada entre la primera válvula 5 de expansión y la segunda válvula 6 de expansión.

- 50 La dirección del flujo del refrigerante que circula a través del circuito refrigerante se puede establecer controlando el grado de apertura de cada una de la primera válvula 5 de expansión, la segunda válvula 6 de expansión y la tercera válvula 16 de expansión, abriendo y cerrando cada una de la válvula solenoide 2a de descarga y de la válvula solenoide 2b de descarga, cambiando el paso de flujo de la válvula 3 de cuatro vías, y abriendo y cerrando la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión.

- 55 El acumulador 10 está instalado en el lado de succión del compresor 1 y tiene una función de almacenar un exceso de refrigerante para el funcionamiento e impedir que una gran cantidad de refrigerante líquido fluya hacia el compresor 1 almacenando el refrigerante líquido que se genera temporalmente cuando el estado de la operación cambia.

La unidad 301 de fuente de calor está provista de un sensor 201 de presión, un primer sensor 202 de temperatura y

un segundo sensor 203 de temperatura. El sensor 201 del prensador está instalado en el lado de descarga del compresor 1 y mide la presión del refrigerante en el lugar donde está instalado el sensor 201 de presión. El primer sensor 202 de temperatura está instalado en el lado de descarga del compresor 1 y mide la temperatura del refrigerante en el lugar donde está instalado el primer sensor 202 de temperatura. El segundo sensor 203 de temperatura está instalado en el lado del líquido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor (entre el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y la primera válvula 5 de expansión) y mide la temperatura del refrigerante en el lugar donde está instalado el segundo sensor 203 de temperatura.

Además, la unidad 301 de fuente de calor está provista de un controlador 101. El controlador 101, basándose en las instrucciones de la unidad 302 interior y la unidad 303 de suministro de agua caliente, controla los elementos operativos (activadores) incluyendo el compresor 1, la válvula solenoide 2a de descarga, la válvula solenoide 2b de descarga, la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión, la válvula 3 de cuatro vías, la primera válvula 5 de expansión, la segunda válvula 6 de expansión, la tercera válvula 16 de expansión y un ventilador instalado cerca del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, provisto en la unidad 301 de fuente de calor. La información de medición del sensor 201 de presión, el primer sensor 202 de temperatura y el segundo sensor 203 de temperatura se envía al controlador 101 y se utiliza para controlar los activadores.

El controlador 101 está configurado, por ejemplo, por un microordenador y similar. El controlador 101 está provisto al menos de medios de medición para obtener información de medición de varios sensores (el sensor 201 de presión, el primer sensor 202 de temperatura, otros sensores de temperatura (incluyendo los sensores de temperatura instalados en la unidad 302 interior y la unidad 303 de suministro de agua caliente) , y similares), medios de cálculo (medios de control de grado de subenfriamiento) para calcular la temperatura de condensación, el grado de subenfriamiento y similares a partir de la información de medición, y medios de control para controlar un activador basándose en un resultado de cálculo y un contenido de operación especificado por un usuario de un aparato de enfriamiento y acondicionamiento de aire.

[Unidad 302 interior]

La unidad 302 interior está provista del intercambiador 8 de calor del lado interior. El intercambiador 8 de calor del lado interior intercambia calor entre el refrigerante y el aire interior suministrado desde un dispositivo de envío de aire, tal como un ventilador, que no se ilustra, y extrae el calor del aire interior o expulsa el calor al aire interior. El intercambiador 8 de calor del lado interior puede configurarse, por ejemplo, mediante un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal que incluye una tubería de transferencia de calor y una gran cantidad de aletas.

La unidad 302 interior está provista de un tercer sensor 204 de temperatura en el lado del líquido del intercambiador 8 de calor del lado interior (entre el intercambiador 8 de calor del lado interior y la segunda válvula 6 de expansión) para medir la temperatura del refrigerante en el lugar donde está instalado el tercer sensor 204 de temperatura. La información de medición del tercer sensor 204 de temperatura se envía al controlador 101 de la unidad 301 de fuente de calor y se utiliza para controlar los activadores.

[Unidad 303 de suministro de agua caliente]

La unidad 303 de suministro de agua caliente incluye el intercambiador 12 de calor de agua, un circuito 21 del lado del agua, una bomba 13 de agua y un depósito 14 de almacenamiento de agua caliente.

El circuito 21 del lado del agua conecta el intercambiador 12 de calor de agua y el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente juntos, y hace circular agua que es un medio de intercambio de calor como agua intermedia entre el intercambiador 12 de calor de agua y el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente.

El intercambiador 12 de calor de agua está configurado, por ejemplo, por un intercambiador de calor de agua de tipo placa e intercambia calor entre agua intermedia y refrigerante para calentar agua hasta agua caliente.

La bomba 13 de agua tiene la función de hacer que el agua intermedia circule a través del circuito 21 del lado del agua. La bomba 13 de agua puede configurarse de manera que el caudal de agua suministrado al intercambiador 12 de calor de agua pueda ajustarse de forma variable, o de tal manera que el caudal se mantenga constante.

El depósito 14 de almacenamiento de agua caliente tiene la función de almacenar agua caliente calentada en el intercambiador 12 de calor de agua. El depósito 14 de almacenamiento de agua caliente es un tipo de llenado de agua que almacena agua caliente mientras forma estratificación térmica para almacenar agua a alta temperatura en la parte superior y agua a baja temperatura en la parte inferior. En respuesta a una solicitud de descarga de agua caliente desde un lado de la carga, el agua caliente se descarga desde la parte superior del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente. Con respecto a la disminución de la cantidad de agua caliente en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente en el momento de la descarga de agua caliente, el agua de la ciudad a baja temperatura se suministra por debajo del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente y se mantiene en la parte inferior del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente.

En la unidad 303 de suministro de agua caliente, el agua enviada por la bomba 13 de agua se calienta a agua caliente mediante refrigerante en el intercambiador 12 de calor de agua y a continuación fluye hacia el depósito 14

de almacenamiento de agua caliente. El agua caliente no se mezcla con agua en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente, sino que intercambia calor con agua en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente como agua intermedia y se convierte en agua fría. A continuación, el agua fría sale del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente, fluye hacia la bomba 13 de agua, y se reenvía al intercambiador 12 de calor de agua donde el agua se convierte en agua caliente. A través del proceso anterior, el agua se calienta y el agua calentada se almacena en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente.

Un método de calentamiento de agua en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente por la unidad 303 de suministro de agua caliente no se limita a un método de intercambio de calor a través de agua intermedia como se describe en la Realización 1. Se puede emplear un método de calentamiento para permitir que el agua en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente fluya directamente a una tubería, haciendo que el agua intercambiada con calor en el intercambiador 12 de calor de agua se convierta en agua caliente, y devolviendo el agua caliente al depósito 14 de almacenamiento de agua caliente.

La unidad 303 de suministro de agua caliente está provista de un cuarto sensor 205 de temperatura, un quinto sensor 206 de temperatura y un sexto sensor 207 de temperatura. El cuarto sensor 205 de temperatura está instalado en el lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua (entre el intercambiador 12 de calor de agua y la tercera válvula 16 de expansión) para medir la temperatura del refrigerante en el lugar donde está instalado el cuarto sensor 205 de temperatura. El quinto sensor 206 de temperatura está instalado en una pared del depósito del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente para medir la temperatura del agua en el lugar donde está instalado el quinto sensor 206 de temperatura. El sexto sensor 207 de temperatura está instalado en el lado de la salida de agua del intercambiador 12 de calor de agua para medir la temperatura del agua en el lugar donde está instalado el sexto sensor 207 de temperatura. La información de medición del cuarto sensor 205 de temperatura, el quinto sensor 206 de temperatura y el sexto sensor 207 de temperatura se envía al controlador 101 de la unidad 301 de fuente de calor y se utiliza para controlar los activadores.

{Modo de operación del aparato 100 de ciclo de refrigeración}

El aparato 100 de ciclo de refrigeración controla cada parte instalada en la unidad 301 de fuente de calor, la unidad 302 interior y la unidad 303 de suministro de agua caliente en función de cada carga de acondicionamiento de aire requerida para la unidad 302 interior y en respuesta a una solicitud de suministro de agua caliente requerida para la unidad 303 de suministro de agua caliente. El aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de ejecutar un modo de operación de enfriamiento, un modo de operación de calentamiento, un modo de operación de suministro de agua caliente y un modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Aunque el aparato 100 de ciclo de refrigeración es un circuito refrigerante configurado para ser capaz de una operación simultánea de calentamiento y de suministro de agua caliente, debido al hecho de que ni el compresor 1 ni el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor tienen una capacidad lo suficientemente grande como para asegurar con una capacidad de calentamiento y una capacidad de suministro de agua caliente simultáneamente, no se supone que el aparato 100 de ciclo de refrigeración ejecute una operación simultánea de calentamiento y de suministro de agua caliente. Las operaciones en cada modo de operación se describirán a continuación.

[Modo de operación de enfriamiento]

En primer lugar, se describirá un modo de operación de enfriamiento con referencia a la fig. 1. Las flechas en la fig. 1 indican la dirección del flujo del refrigerante. En el caso del modo de operación de enfriamiento ilustrado en la fig. 1, la unidad 301 de fuente de calor conmuta la válvula 3 de cuatro vías de tal manera que el lado de descarga del compresor 1 esté conectado al lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y el lado de succión del compresor 1 está conectado al lado de gas del intercambiador 8 de calor del lado interior (líneas continuas ilustradas en la fig. 1). Además, la válvula solenoide 2a de descarga se controla para abrir el circuito (vacío), la válvula solenoide 2b de descarga se controla para cerrar el circuito (sólido) y la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión se controla para cerrar el circuito (sólido). Además, la primera válvula 5 de expansión se controla para que tenga el grado máximo de apertura (completamente abierta), la segunda válvula 6 de expansión se controla para que tenga un grado de apertura deseado, y la tercera válvula 16 de expansión se controla para tener el grado mínimo de apertura (completamente cerrada).

Un refrigerante de baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor 1 y descargado como refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 fluye hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor mediante la válvula solenoide 2a de descarga y la válvula 3 de cuatro vías. A continuación, el refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión intercambia calor con aire exterior en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, y se convierte en un refrigerante líquido de alta presión. A continuación, el refrigerante sale del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, pasa a través de la primera válvula 5 de expansión y se descomprime en la segunda válvula 6 de expansión para convertirse en un refrigerante bifásico a baja presión. El refrigerante bifásico a continuación sale de la unidad 301 de fuente de calor.

El refrigerante bifásico que ha salido de la unidad 301 de fuente de calor fluye hacia la unidad 302 interior mediante la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 302 interior fluye

hacia el intercambiador 8 de calor del lado interior, enfría el aire interior y se convierte en un refrigerante de gas a baja temperatura y baja presión. A continuación, el refrigerante de gas sale de la unidad 302 interior y fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 9 de extensión de gas del lado interior. El refrigerante de gas que ha fluido hacia la unidad 301 de fuente de calor se succiona nuevamente en el compresor 1 a través de la válvula 3 de cuatro vías y del acumulador 10. Ya que la unidad 303 de suministro de agua caliente está suspendida, el refrigerante no fluye en una porción desde la válvula solenoide 2b de descarga a la tercera válvula 16 de expansión, que se llena con un refrigerante en fase gaseosa.

[Modo de operación de calentamiento]

A continuación, se describirá un modo de operación de calentamiento con referencia a la fig. 2. La fig. 2 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en un modo de operación de calentamiento del aparato 100 de ciclo de refrigeración. Las flechas en la fig. 2 indican la dirección del flujo del refrigerante. En el caso del modo de operación de calentamiento ilustrado en la fig. 2, la unidad 301 de fuente de calor conmuta la válvula 3 de cuatro vías de tal manera que el lado de descarga del compresor 1 esté conectado al lado de gas del intercambiador 8 de calor del lado interior y el lado de succión del compresor 1 está conectado al lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor (líneas continuas ilustradas en la fig. 2). Además, la válvula solenoide 2a de descarga se controla para abrir el circuito (vacío), la válvula solenoide 2b de descarga se controla para cerrar el circuito (sólido), y la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión se controla para cerrar el circuito (sólido). Además, la primera válvula 5 de expansión se controla para tener un grado de apertura deseado, la segunda válvula 6 de expansión se controla para tener el grado de apertura máximo (completamente abierta) y la tercera válvula 16 de expansión se controla para tener el grado de apertura mínimo (completamente cerrada).

Un refrigerante a baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor 1 y descargado como refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 sale de la unidad 301 de fuente de calor mediante la válvula solenoide 2a de descarga y la válvula 3 de cuatro vías. El refrigerante que ha salido de la unidad 301 de fuente de calor fluye hacia la unidad 302 interior mediante la tubería 9 de extensión de gas del lado interior. A continuación, el refrigerante fluye hacia el intercambiador 8 de calor del lado interior, calienta el aire interior para convertirse en un refrigerante líquido a alta presión y sale del intercambiador 8 de calor del lado interior.

A continuación, el refrigerante líquido sale de la unidad 302 de fuente de calor y fluye en la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 301 de fuente de calor pasa a través de la segunda válvula 6 de expansión y se descomprime en la primera válvula 5 de expansión para convertirse en un refrigerante bifásico a baja presión. A continuación, el refrigerante bifásico a baja presión fluye hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, intercambia calor con aire exterior y se convierte en un refrigerante de gas a baja temperatura y baja presión. Después de eso, el refrigerante de gas se succiona nuevamente en el compresor 1 mediante la válvula 3 de cuatro vías y el acumulador 10. Ya que la unidad 303 de suministro de agua caliente está suspendida, el refrigerante no fluye en una porción desde la válvula solenoide 2b de descarga a la tercera válvula 16 de expansión, que se llena con un refrigerante en fase gaseosa.

[Modo de operación de suministro de agua caliente]

A continuación, se describirá un modo de operación de suministro de agua caliente con referencia a la fig.3. La fig. 3 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en el modo de operación de suministro de agua caliente del aparato 100 de ciclo de refrigeración. Las flechas en la fig. 3 indican la dirección del flujo del refrigerante. En el caso del modo de operación de suministro de agua caliente ilustrado en la fig. 3, la unidad 301 de fuente de calor conmuta la válvula 3 de cuatro vías de tal manera que el lado de succión del compresor 1 esté conectado al lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor (líneas continuas ilustradas en la fig. 3). Además, la válvula solenoide 2a de descarga se controla para cerrar el circuito (sólido), la válvula solenoide 2b de descarga se controla para abrir el circuito (vacío), y la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión se controla para cerrar el circuito (sólido). Además, la primera válvula 5 de expansión se controla para tener un grado de apertura deseado, la segunda válvula 6 de expansión se controla para tener el grado de apertura mínimo (completamente cerrada), y la tercera válvula 16 de expansión se controla para tener el grado de apertura máximo (completamente abierta).

Un refrigerante a baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor 1 y descargado como refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 pasa a través de la válvula solenoide 2b de descarga y sale de la unidad 301 de fuente de calor. Después de eso, el refrigerante fluye hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente mediante la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente fluye hacia el intercambiador 12 de calor de agua, calienta el agua suministrada por la bomba 13 de agua y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión. A continuación, el refrigerante líquido sale del intercambiador 12 de calor de agua, y después de salir de la unidad 303 de suministro de agua caliente, el refrigerante líquido fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente.

A continuación, el refrigerante pasa a través de la tercera válvula 16 de expansión, se descomprime en la primera válvula 5 de expansión y se convierte en un refrigerante bifásico a baja presión. Después de eso, el refrigerante bifásico fluye hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, enfría el aire exterior y se convierte en un refrigerante de gas a baja temperatura y baja presión. El gas refrigerante que ha salido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se succiona nuevamente en el compresor 1 mediante la válvula 3 de cuatro vías y el acumulador 10. Ya que la unidad 302 interior está suspendida, el refrigerante no fluye en una porción desde la válvula solenoide 2a de descarga a la segunda válvula 6 de expansión, que se llena con un refrigerante en fase gaseosa.

Como se ha descrito anteriormente, el aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de ejecutar independientemente una operación de enfriamiento de la unidad 302 interior, una operación de calentamiento de la unidad 302 interior y una operación de suministro de agua caliente de la unidad 303 de suministro de agua caliente. Específicamente, el aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de ejecutar independientemente un modo de operación de enfriamiento, un modo de operación de calentamiento y un modo de operación de suministro de agua caliente, según una instrucción de enfriamiento (enfriamiento ENCENDIDO/APAGADO) o una instrucción de calentamiento (calentamiento ENCENDIDO/APAGADO) seleccionado en la unidad 302 interior y una instrucción de suministro de agua caliente (suministro de agua caliente ENCENDIDO/APAGADO) dada en la unidad 303 de suministro de agua caliente.

[Modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente]

A continuación, se describirá un modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente con referencia a la fig. 4. La fig. 4 es un diagrama de circuito de refrigerante que ilustra el flujo de refrigerante en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente del aparato 100 de ciclo de refrigeración. Las flechas en la fig. 4 indican la dirección del flujo del refrigerante. En el caso del modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente ilustrada en la fig. 4, la unidad 301 de fuente de calor conmuta la válvula 3 de cuatro vías de tal manera que el lado de succión del compresor 1 está conectado al lado de gas del interior. intercambiador 8 de calor del lado interior (líneas continuas en la fig. 4). Además, la válvula solenoide 2a de descarga se controla para cerrar el circuito (sólido), la válvula solenoide 2b de descarga se controla para abrir el circuito (vacío), y la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión se controla para abrir el circuito (vacío). Además, la primera válvula 5 de expansión se controla para tener el grado de apertura mínimo (completamente cerrada), la segunda válvula 6 de expansión se controla para tener un grado de apertura deseado, y la tercera válvula 16 de expansión se controla para tener el grado de apertura máximo (completamente abierta).

Un refrigerante a baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor 1 y descargado como refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 pasa a través de la válvula solenoide 2b de descarga y sale de la unidad 301 de fuente de calor. Después de eso, el refrigerante fluye hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente mediante la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente fluye hacia el intercambiador 12 de calor de agua, calienta el agua suministrada por la bomba 13 de agua y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión. A continuación, el refrigerante líquido sale del intercambiador 12 de calor de agua, y después de salir de la unidad 303 de suministro de agua caliente, el refrigerante líquido fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente.

El refrigerante a continuación pasa a través de la tercera válvula 16 de expansión, se descomprime en la segunda válvula 6 de expansión y se convierte en un refrigerante bifásico a baja presión. Después de eso, el refrigerante bifásico sale de la unidad 301 de fuente de calor. El refrigerante que ha salido de la unidad 301 de fuente de calor fluye hacia la unidad 302 interior mediante la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 302 interior fluye hacia el intercambiador 8 de calor del lado interior, enfría el aire interior y se convierte en un refrigerante de gas a baja temperatura y baja presión. El refrigerante que ha salido del intercambiador 8 de calor del lado interior a continuación sale de la unidad 302 interior, fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 9 de extensión de gas del lado interior, y es succionado en el compresor 1 mediante la válvula 3 de cuatro vías y el acumulador 10.

Como se ha descrito anteriormente, el aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de ejecutar simultáneamente una operación de enfriamiento de la unidad 302 interior y una operación de suministro de agua caliente de la unidad 303 de suministro de agua caliente. Específicamente, el aparato 100 de ciclo de refrigeración es capaz de procesar simultáneamente una instrucción de enfriamiento (enfriamiento ENCENDIDO/APAGADO) seleccionada en la unidad 302 interior y una instrucción de suministro de agua caliente (suministro de agua caliente ENCENDIDO/APAGADO) dada en la unidad 303 de suministro de agua caliente.

El estado operativo del modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente se ilustra en la fig. 5. La fig. 5 es un gráfico P-h que ilustra las transiciones del estado del refrigerante en el modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente. Como se desprende de la fig. 5, en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, se logra el estado en el que todo el calor de evacuación del calor de evaporación del intercambiador 8 de calor del lado interior se recupera como calor de condensación por

el intercambiador 12 de calor de agua. En otras palabras, en el modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente, se logra el estado en el que se recupera completamente el calor de evacuación sin calor de evacuación del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, lo que proporciona una alta eficiencia operativa.

5 Además, ya que el aparato 100 de ciclo de refrigeración controla que la primera válvula 5 de expansión tenga un grado de apertura correspondiente a estar completamente cerrada en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, el refrigerante no fluye hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor. Debido a esto, la cantidad de calor intercambiado en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor es cero. Además, en el aparato 100 de ciclo de refrigeración, cerrando la válvula solenoide 2a de descarga y abriendo la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión, el lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se conecta a la parte de succión del compresor 1. Por consiguiente, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se coloca bajo una atmósfera a baja presión, impidiendo así que el refrigerante permanezca en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor.

15 En el caso donde ni la válvula solenoide 2a de descarga ni la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión estén provistas, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se colocará bajo una atmósfera a alta presión. Esto hace que el refrigerante se condense y licue por el aire exterior y el refrigerante se queda. En este caso, por lo tanto, es necesario dejar que el refrigerante fluya hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor para impedir que el refrigerante permanezca. Por otro lado, cuando la válvula solenoide 2a de descarga y la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión están provistas como es el caso con el aparato 100 de ciclo de refrigeración, ya que el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor puede colocarse bajo una atmósfera a presión, que no hace que el refrigerante se licue por el aire exterior, no es necesario dejar que el refrigerante fluya hacia el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, permitiendo así que una cantidad de flujo de refrigerante al intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor sea cero. Esto hace posible que todo el refrigerante fluya hacia la unidad 302 interior, logrando así una recuperación completa del calor de evacuación. Como resultado, se mejora la eficiencia operativa en el aparato 100 de ciclo de refrigeración.

En el aparato 100 de ciclo de refrigeración, la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión se controla para abrirse en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente en la que se recupera el calor de evacuación y se controla para cerrar en otros modos de operación.

[Reducción de la capacidad del depósito de líquido]

30 Aquí se supone que la tubería 9 de extensión de gas del lado interior y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior tienen la misma longitud. Por lo tanto, la tubería 9 de extensión de gas del lado interior y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior se denominan colectivamente tubería de extensión del lado interior, y su longitud se denomina longitud de la tubería de extensión del lado interior. Específicamente, la longitud de la tubería de extensión del lado interior se refiere a la longitud de una tubería que conecta la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 302 interior juntas, y se refiere a la longitud de la tubería entre la línea de puntos de la unidad 301 de fuente de calor y la línea de puntos de la unidad 302 interior ilustrada en la fig. 4. Además, se supone que la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente también tienen la misma longitud. Por lo tanto, la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se denominan colectivamente tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, y su longitud se denomina longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Específicamente, la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se refiere a la longitud de una tubería que conecta la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente juntas, y se refiere a una longitud de tubería entre la línea de puntos de la unidad 301 de fuente de calor y la línea de puntos de la unidad 303 de suministro de agua caliente ilustrada en la fig. 4. Además, la cantidad mínima de refrigerante necesaria para la operación en cada modo de operación se denomina cantidad de refrigerante requerida.

Aquí, se examinará un modo de operación en el que la cantidad de refrigerante requerida es menor en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior sea de 0 m y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente sea de 0 m. Por ejemplo, cuando se supone el aparato 100 de ciclo de refrigeración de 3HP, el volumen interno aproximado del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor es 4.5 L, el del intercambiador 8 de calor del lado interior es 1.5 L y el del intercambiador 12 de calor de agua es 0.7 L. Por lo tanto, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor tiene un volumen interno mayor que cualquiera de los otros intercambiadores de calor. Por consiguiente, es el modo de operación de enfriamiento en el que el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor sirve como condensador que requiere una mayor cantidad de refrigerante requerida.

Tanto en el modo de operación de calentamiento como en el modo de operación de suministro de agua caliente, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor sirve como evaporador y el refrigerante en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor está en un estado bifásico. A este respecto, tanto el modo de operación de calentamiento como el modo de operación de suministro de agua caliente son iguales. Sin embargo, ya que el volumen interno del intercambiador 12 de calor de agua es menor que el del intercambiador 8 de calor del lado

interior, cuando el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor sirve como condensador, la cantidad de refrigerante es mayor en el intercambiador 8 de calor del lado interior que en el intercambiador 12 de calor de agua. Entonces, el modo de operación de calentamiento requiere la segunda mayor cantidad de refrigerante al modo de operación de enfriamiento, seguido del modo de operación de suministro de agua caliente.

- 5 En el modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se coloca bajo una atmósfera a baja presión tomando la posición de un evaporador. Sin embargo, el refrigerante no fluye y la temperatura de evaporación es inferior que la temperatura del aire exterior. Debido a esto, el refrigerante en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor está en un estado de fase gaseosa. Como se desprende de lo anterior, el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de
10 agua caliente es el modo de operación que requiere la menor cantidad de refrigerante.

En el caso de un aparato convencional de ciclo de refrigeración estándar que realiza solamente un modo de operación de enfriamiento y un modo de operación de calentamiento, por las razones anteriores, es el modo de operación de calentamiento el que requiere la menor cantidad de refrigerante. El volumen interno (capacidad) de un depósito de líquido (acumulador) se determina basándose en la cantidad excesiva de refrigerante que es igual a la
15 diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación que requiere la mayor cantidad de refrigerante y el modo de operación que requiere la menor cantidad de refrigerante. En otras palabras, cuanto mayor es la cantidad de exceso de refrigerante, mayor es la capacidad requerida para un depósito de líquido. Por consiguiente, con un aparato de ciclo de refrigeración convencional, la capacidad de un depósito de líquido se ha determinado según la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento
20 y el modo de operación de calentamiento.

Sin embargo, en cuanto al aparato 100 de ciclo de refrigeración, ya que la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es menor que la del modo de operación de calentamiento, la capacidad de un depósito de líquido, es decir, la capacidad del acumulador 10, se establece mediante el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de
25 suministro de agua caliente. Entonces, la capacidad de un depósito de líquido es mayor que la de un aparato de ciclo de refrigeración estándar, aumentando así las dimensiones externas de la unidad 301 de fuente de calor. Como resultado, se hace imposible instalar el sistema en un espacio limitado.

Aquí, el refrigerante en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior se convierte en un estado bifásico en el modo de operación de enfriamiento y en un estado de fase líquida en el modo de operación de calentamiento. Ya
30 que la densidad del refrigerante en el estado de fase líquida es más alta que la del estado bifásico, en el caso donde una tubería de extensión del lado interior es larga, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento es mayor que la del modo de operación de enfriamiento. Además, cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga, la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento es mayor que en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es de 0 m. Esto conduce a un aumento en la cantidad excesiva de refrigerante, que
35 requiere una capacidad correspondiente de un depósito de líquido, lo que da como resultado un aumento en las dimensiones externas de una unidad de fuente de calor incluso con un aparato estándar. Por lo tanto, con el aparato 100 de ciclo de refrigeración en comparación con un aparato estándar, la longitud más larga de la tubería de extensión del lado interior se establece de tal manera que la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre
40 el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento es menor igual o igual que en el caso donde la tubería de extensión del lado interior es de 0 m.

A continuación, se describirá un método para igualar la cantidad excesiva de refrigerante del aparato 100 de ciclo de refrigeración con la de un aparato estándar. La fig. 6 es un gráfico que ilustra la relación entre la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y la cantidad de refrigerante requerida en cada modo
45 de operación cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es de 0 m. En la fig. 6, el eje vertical representa la cantidad de refrigerante requerida (kg) y el eje horizontal representa la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (m).

En el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento, el refrigerante que está presente en la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente está en un estado de fase gaseosa. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante líquido en la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente y en la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se puede ignorar. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento es constante con respecto a la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En el modo de operación de suministro de agua caliente y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, el refrigerante que está presente en la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente está en un estado de fase líquida. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de suministro de agua caliente y el modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente.

60 Como se ha descrito en el análisis anterior, en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado del

suministro de agua caliente sea de 0 m, la cantidad excesiva de refrigerante para un sistema simultáneo de enfriamiento y de suministro de agua caliente (la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente) es mayor que la cantidad excesiva de refrigerante para un aparato estándar (la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento).

Debido a las relaciones anteriores, cuando se aumenta la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de enfriamiento es constante, mientras que la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente aumenta. Por lo tanto, cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se hace más larga, la cantidad excesiva de refrigerante disminuye. Además, cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente aumenta a L_a , la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento se convierte en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. En este caso, la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento es igual a la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Por lo tanto, la cantidad excesiva de refrigerante para el aparato estándar es igual al exceso de refrigerante para el aparato 100 de ciclo de refrigeración, por lo tanto, se requiere la misma cantidad para la capacidad del depósito de líquido. Esto significa que, estableciendo la longitud más corta de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente del aparato 100 de ciclo de refrigeración a L_a , la capacidad del depósito de líquido se puede establecer igual a la del aparato estándar. En otras palabras, no se puede conectar una tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente con una longitud menor que L_a .

La longitud más corta L_a de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede obtener específicamente mediante el cálculo que se describe a continuación. Se obtiene el estado donde se requiere el refrigerante para una operación de calentamiento y se requiere el refrigerante para una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es de 0 m. Cuando se supone que durante una operación de calentamiento, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 8 de calor del lado interior y el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, y que durante una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 12 de calor de agua, el intercambiador 8 de calor del lado interior y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, se establece la siguiente ecuación (1).

Ecuación (1)

$$V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_COND} + V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_EVA} = V_{HEXw} \times \rho_{HEXw_COND} + V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_EVA} + V_{PLw_La} \times \rho_l$$

donde V_{HEXI} representa el volumen interno [m^3] del intercambiador 8 de calor del lado interior, ρ_{HEXI_COND} representa la densidad media de refrigerante [kg/m^3] cuando el intercambiador 8 de calor del lado interior se utiliza como condensador, V_{HEXO} representa el volumen interno [m^3] del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, ρ_{HEXO_EVA} representa la densidad media de refrigerante [kg/m^3] cuando el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se utiliza como evaporador, V_{HEXw} representa el interior volumen [m^3] del intercambiador 12 de calor de agua, ρ_{HEXw_COND} representa la densidad media de refrigerante [kg/m^3] cuando el intercambiador 12 de calor de agua se utiliza como condensador, ρ_{HEXI_EVA} representa la densidad media de refrigerante [kg/m^3] cuando el intercambiador 8 de calor del lado interior se utiliza como evaporador, V_{PLw_La} representa el volumen interno [m^3] cuando la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud más corta y ρ_l representa la densidad del refrigerante líquido [kg/m^3].

En la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, el refrigerante está en un estado de fase líquida, con la densidad de refrigerante del refrigerante líquido de aproximadamente 1000 kg/m^3 , por lo tanto, se obtiene $\rho_l = 1000 \text{ kg/m}^3$. Aquí, V_{HEXI} , V_{HEXO} y V_{HEXw} pueden determinarse según las especificaciones del aparato y por consiguiente se conocen. Sin embargo, ρ_{HEXI_COND} , ρ_{HEXO_EVA} , ρ_{HEXw_COND} y ρ_{HEXI_EVA} son incógnitas y se considerará un método simple para obtenerlas.

La fig. 7 es un diagrama esquemático que ilustra el estado del refrigerante cuando un intercambiador de calor de aire sirve como condensador. Como se ilustra en la fig. 7, cuando el intercambiador de calor de aire sirve como condensador, el refrigerante en el condensador se divide en una fase gaseosa, un refrigerante bifásico y una fase líquida, y la relación de volumen de la fase gaseosa al refrigerante bifásico a la fase líquida es 0,15: 0,7: 0,15 en general y las densidades de refrigerante de estas fases son aproximadamente 1000 kg/m^3 , 500 kg/m^3 y 100 kg/m^3 , respectivamente. En la fase gaseosa, tanto la densidad del refrigerante como la relación de volumen son pequeñas y, por lo tanto, pueden ser insignificantes. Cuando se supone que ρ_{HEXI_COND} se expresa simplemente por $\rho_{HEXI_COND} = a_1 \times \rho_l$, a_1 se puede expresar de la siguiente manera: $a_1 = 0,15 + 0,7 \times 500/1000 = 0,51 \approx 0,50$.

Cuando el intercambiador de calor de agua sirve como condensador, se puede adoptar un enfoque similar al del intercambiador de calor de aire. Sin embargo, con el caso del intercambiador de calor de agua, la diferencia en la temperatura del agua entre la entrada y la salida es de alrededor de 5 grados centígrados, lo que hace imposible

que el grado de subenfriamiento sea mayor que el caso del intercambiador de calor de aire. Por lo tanto, la diferencia de temperatura no es más de alrededor de 2 grados centígrados. Debido a esto, la relación de volumen de la fase gaseosa al refrigerante bifásico a la fase líquida es 0,15: 0,80: 0,05. En términos de $\rho_{HEXW_COND} = a_2 \times \rho_l$, a_2 puede expresarse de la siguiente manera: $a_2 = 0,05 + 0,80 \times 500/1000 = 0,45$. En el caso donde el intercambiador de calor de aire sirve como evaporador, el refrigerante se divide en dos fases: una fase gaseosa y un refrigerante bifásico. La relación de volumen de la fase gaseosa al refrigerante bifásico es 0,0: 1,0 en general con un modelo del cual un depósito de líquido es un acumulador, y 0,05 y 0,95 con un modelo del cual un depósito de líquido es un receptor posicionado en un lado de alta presión, debido al grado de sobrecalentamiento en la salida del evaporador.

Las densidades de refrigerante en la fase gaseosa y el refrigerante bifásico son aproximadamente de 40 kg/m³ y 200 kg/m³, respectivamente. En la fase gaseosa, tanto la densidad del refrigerante como la relación de volumen son pequeñas y, por lo tanto, pueden ser insignificantes. Cuando se supone que ρ_{HEXO_EVA} y ρ_{HEXI_EVA} se expresan simplemente por $\rho_{HEXI_EVA} = \rho_{HEXI_EVA} = a_3 \times \rho_l$, a_3 se puede expresar de la siguiente manera: $a_3 = 1,0 \times 200/1000 = 0,20$.

De la manera mencionada anteriormente, cada densidad media de refrigerante se puede convertir en una expresión utilizando una densidad de refrigerante líquido. Sustituyendo una expresión que utiliza el refrigerante líquido en cada densidad media de refrigerante de la Ecuación (1), dividiendo ambos lados de la ecuación por ρ_l y resolviendo la ecuación para V_{PLW_La} , se puede obtener la siguiente ecuación (2).

Ecuación (2)

$$V_{PLW_La} = a_1 \times V_{HEXI} - a_2 \times V_{HEXW} + a_3 \times (V_{HEXO} - V_{HEXI})$$

Aquí, $a_1 = 0,50$, $a_2 = 0,45$ y $a_3 = 0,20$. Específicamente, cuando el volumen interno aproximado de cada intercambiador de calor es, como se ha mostrado anteriormente, 4,5 L ($V_{HEXO} = 0,0045$) para el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, 1,5 L ($V_{HEXI} = 0,0015$) para el intercambiador 8 de calor del lado interior y 0,7 L ($V_{HEXW} = 0,0007$) para el intercambiador 12 de calor de agua, V_{PLW_La} es 0,0010, que corresponde a 1,0 L.

Aquí, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente con respecto al intercambiador 12 de calor de agua es 1,43, que es la relación de volumen mínimo ($V_{PLW_La}/V_{HEXW} = 1,43$). En otras palabras, si se desea hacer un volumen de depósito de líquido igual al de un aparato estándar añadiendo una unidad de suministro de agua caliente al aparato estándar, la longitud de la tubería o el diámetro de la tubería de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente puede establecerse de manera que la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente con respecto al intercambiador 12 de calor de agua sea 1,43 o más ($V_{PLW}/V_{HEXW} \geq 1,43$). Aquí, V_{PLW} representa el volumen interno [m³] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. En primer lugar, a continuación, se mostrará un método de cálculo de la longitud más corta L_a con respecto a un diámetro de tubería arbitrario. La longitud más corta L_a de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y V_{PLW_La} tienen una relación representada por la siguiente ecuación (3).

Ecuación (3)

$$V_{PLW_La} = \pi / 4 \times (\phi_{PLW} - 2t_{PLW})^2 \times L_a$$

Aquí, π representa la constante circular, ϕ_{PLW} representa el diámetro externo [m] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, y t_{PLW} representa el grosor de la pared [m] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. Cuando el diámetro externo de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece en 9,52 mm y el grosor de la pared se establece en 0,8 mm, debido a $V_{PLW_La} = 0,0010$, según la ecuación (3), se obtienen 20,3 m como la longitud más corta L_a de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, cuando la longitud más corta de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se establece más de 20,3 m, la relación de volumen se vuelve igual o mayor que 1,43, que es una relación de volumen mínimo.

Como se ha descrito anteriormente, la longitud más corta de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede establecer como L_a . En el caso donde la longitud de la tubería de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se desee que sea menor que la longitud más corta L_a , una tubería que se ha de utilizar debería tener tal diámetro externo o un grosor de pared que permita que el diámetro interno de la tubería sea mayor. La fig. 8 es un gráfico que ilustra el efecto de reducción de la longitud más corta de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando se incrementa el diámetro interno de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. En la fig. 8, el eje vertical representa la cantidad de refrigerante requerida (kg) y el eje horizontal representa la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (m).

La fig. 8 muestra que aumentando el diámetro interno de la tubería de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, el volumen interno se vuelve más grande, permitiendo que se almacene una mayor cantidad de refrigerante. Específicamente, cuando se desea establecer la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente a, por ejemplo, 10,3 m ($L_a = 10,3$ m), debido a $V_{PLW_La} = 0,0010$ m³, según la

Ecuación (3), se obtiene un diámetro interno de la tubería ($\phi_{PLW} - 2t_{PLW}$) = 0,0113 m y el diámetro externo es de 12,7 mm cuando el grosor de la pared es de 0,8 mm. En otras palabras, si se utiliza una tubería con un diámetro interno de 11,3 mm o mayor, la longitud de la tubería se puede establecer en 10,3 m.

[Método para establecer una cantidad de refrigerante de relleno adicional y extensión de la tubería]

- 5 Cuando la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente que conecta la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente juntas y la tubería de extensión del lado interior que conecta la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 302 interior juntas son largas, puede ser necesario en algunos casos llenar con refrigerante adicional para evitar la escasez de refrigerante. A continuación, se describirá un método para establecer una cantidad adicional de refrigerante de relleno en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. La fig. 9 es un gráfico que ilustra los cambios en la cantidad de refrigerante requerido en cada modo de operación en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se establece en L_a . En la fig. 9, el eje vertical representa la cantidad de refrigerante requerida (kg) y el eje horizontal representa la longitud de la tubería de extensión del lado interior (m).
- 10
- 15 En el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, el refrigerante que está presente en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior está en un estado de dos fases. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior. En el modo de operación de calentamiento, el refrigerante está en un estado de fase líquida en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante requerida en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior aumenta en mayor medida que en el caso del modo de operación de calentamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. En el modo de operación de suministro de agua caliente, el refrigerante que está presente en la tubería 9 de extensión de gas del lado interior y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior está en un estado de fase gaseosa. Por lo tanto, se requiere poco refrigerante en la tubería 9 de extensión de gas del lado interior y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. Por consiguiente, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de suministro de agua caliente es constante en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior.
- 20
- 25

En el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior sea corta, la cantidad de refrigerante requerida es mayor en el modo de operación de enfriamiento. La cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior. En el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior sea larga, es el modo de operación de calentamiento el que requiere la mayor cantidad de refrigerante requerida. La cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior. La descripción precedente demuestra que la cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior, y la cantidad de refrigerante requerido está determinada por el modo de operación de enfriamiento cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta y por el modo de operación de calentamiento cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga.

30

35

A continuación, los cambios en la cantidad de refrigerante requerida con respecto a la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta se describirán con referencia a la fig. 6. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es corta, la cantidad de refrigerante requerida es mayor en el modo de operación de enfriamiento. En el modo de operación de enfriamiento, la cantidad de refrigerante requerida es constante en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Por lo tanto, es innecesario el llenado adicional de refrigerante. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es larga, la cantidad de refrigerante requerida es mayor en el modo de operación de suministro de agua caliente. En el modo de operación de suministro de agua caliente, la cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Por lo tanto, es necesario un llenado adicional de refrigerante.

40

45

Aquí, los cambios en la cantidad de refrigerante requerida con respecto a la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga se describirán adicionalmente con referencia a la fig. 10. La fig. 10 es un gráfico que ilustra la relación de la cantidad de refrigerante requerida en cada modo de operación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga. En la fig. 10, el eje vertical representa la cantidad de refrigerante requerida (kg) y el eje horizontal representa la longitud de extensión del lado del suministro de agua caliente (m).

50

55

Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es corta, la cantidad de refrigerante requerida es mayor en el modo de operación de calentamiento. En el modo de operación de calentamiento, la cantidad de refrigerante requerida es constante en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Por lo tanto, es innecesario el llenado adicional de refrigerante. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es larga, es el modo de

60

operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente el que requiere la mayor cantidad de refrigerante requerida. En el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, la cantidad de refrigerante requerida aumenta en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Por lo tanto, es necesario un llenado adicional de refrigerante. De lo anterior, es innecesario un llenado adicional de refrigerante para la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es corta y es necesario un llenado adicional de refrigerante para la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es larga. La cantidad de llenado adicional de refrigerante está determinada por el modo de operación de suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta y por el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga.

Por ejemplo, cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior es de 0 m y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente aumenta, como se ilustra en la fig. 6, la cantidad de refrigerante requerida en una operación de enfriamiento se vuelve mayor que la de una operación de suministro de agua caliente, requiriendo un llenado adicional de refrigerante. Para cumplir con este requisito, ejecutando un llenado adicional de refrigerante, ya que la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento no cambia con respecto a la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, traerá una mayor cantidad excesiva de refrigerante cuando se utiliza una cierta cantidad de refrigerante para el llenado adicional. Como resultado, provocará un desbordamiento de refrigerante a menos que se proporcione un depósito de líquido de gran capacidad. De lo anterior, cuando se utiliza una cierta cantidad de refrigerante para un llenado adicional según la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, es probable que haya indeseablemente una gran cantidad excesiva de refrigerante.

Un método para evitar un aumento en la cantidad excesiva de refrigerante es establecer la cantidad de refrigerante de llenado adicional basándose en la longitud de la tubería de extensión del lado interior independientemente de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Esto hace posible suprimir un aumento de la cantidad excesiva de refrigerante. Sin embargo, cuando se utiliza este método, no ocurre escasez de refrigerante en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es corta, mientras que en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es larga, la cantidad de refrigerante requerido es mayor en una operación de suministro de agua caliente, lo que provoca una escasez de refrigerante a menos que se realice un llenado adicional de refrigerante. Una escasez de refrigerante degrada el rendimiento operativo del aparato 100 de ciclo de refrigeración, lo que tampoco es preferible.

Cuando se desea alargar la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, la longitud de la tubería de extensión del lado interior también se puede hacer más larga y se puede realizar un llenado adicional de refrigerante. Aumentando la longitud de la tubería de extensión del lado interior, se realiza un llenado adicional de refrigerante y, por lo tanto, no hay escasez de refrigerante, incluso si se aumenta la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. Por lo tanto, la longitud límite superior de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se establece según la longitud de la tubería de extensión del lado interior, y se determina que la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente sea igual o menor que la longitud límite superior. La longitud límite superior de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se refiere a una longitud donde no hay escasez de refrigerante en el modo de operación de suministro de agua caliente o en el modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente.

La longitud límite superior de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se obtiene específicamente como se describe a continuación para el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta y para el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga. En la fig. 9, el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta, se refiere al caso donde la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de enfriamiento es mayor que la del modo de operación de calentamiento, y el caso donde la extensión del lado interior la longitud de la tubería es larga, representa el caso donde la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento es mayor que la del modo de operación de enfriamiento. Las cantidades de refrigerante requeridas en relación con la longitud de la tubería de extensión del lado interior en el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación de calentamiento pueden obtenerse por adelantado mediante pruebas o similares. En el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior sea corta, la longitud límite superior se establece a una longitud L_b donde, en la fig. 6, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de enfriamiento.

Suponiendo que en el modo de operación de enfriamiento, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, el intercambiador 8 de calor del lado interior y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, y eso en el modo de operación de suministro de agua caliente, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 12 de calor de agua, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, la siguiente ecuación (4) se establece para L_b .

Ecuación (4)

$$V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_COND} + V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_EVA} + V_{PLC} \times \rho_{PLC_two} = V_{HEXw} \times \rho_{HEXw_COND} + V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_EVA} + V_{PLw_Lb} \times \rho_l$$

donde ρ_{HEXO_COND} representa la densidad media de refrigerante [kg/m³] cuando el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se utiliza como condensador, ρ_{PLC_two} representa la densidad media de refrigerante [kg/m³] tubería 7 de extensión de líquido del lado interior en el modo de operación de enfriamiento y en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, V_{PL} representa el volumen interno [m³] de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, y V_{PLw_L} representa el volumen interno [m³] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es la longitud límite superior L_b .

En cuanto a las variables del volumen interno, V_{PLw_Lbis} es un valor que se ha de obtener, y cuando se determina la longitud de la tubería de extensión del lado interior, V_{PLC} se vuelve conocida y V_{HEXO} , V_{HEXI} y V_{HEXw} también se conocen a partir de las especificaciones del aparato. En cuanto a la densidad media de refrigerante, se conoce que la densidad de refrigerante líquido ρ_l es de 1000 kg/m³. Sin embargo, otros, incluyendo ρ_{HEXO_COND} , ρ_{HEXI_EVA} , ρ_{PLC_two} , ρ_{HEXw_COND} y ρ_{EXO_EVA} , son desconocidos y, por lo tanto, se propondrá un método simple de obtención de estos valores como en el caso descrito anteriormente. En el caso donde un intercambiador de calor de aire sirve como condensador, como se ha descrito anteriormente, se supone $\rho_{HEXI_COND} = \rho_{HEXO_COND}$, y cuando se expresa $\rho_{HEXO_COND} = a_1 \times \rho_l$, se puede expresar a_1 por $a_1 = 0,5$. Cuando un intercambiador de calor de agua sirve como condensador, como se ha descrito anteriormente, cuando se expresa $\rho_{HEXw_COND} = a_2 \times \rho_l$, a_2 puede expresarse por $a_2 = 0,45$.

En el caso donde un intercambiador de calor de aire sirve como evaporador, como se ha descrito anteriormente, cuando se expresa $\rho_{HEXI_EVA} = \rho_{HEXI_EVA} = a_3 \times \rho_l$, a_3 puede expresarse con $a_3 = 0,2$. Aquí, ρ_{PLC_two} representa la densidad del refrigerante antes de que el refrigerante se caliente en el intercambiador 8 de calor del lado interior en el modo de operación de enfriamiento y el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, y el refrigerante está en un estado bifásico bajo una atmósfera a baja presión. Ya que la densidad del refrigerante en este momento es de aproximadamente 350 kg/m³, cuando se expresa $\rho_{PLC_two} = a_4 \times \rho_l$, a_4 puede expresarse por $a_4 = 350 / 1000 = 0,35$. De lo anterior, convirtiendo cada densidad media de refrigerante en una expresión utilizando la densidad del refrigerante líquido, dividiendo ambos lados de la ecuación por ρ_l y resolviendo la ecuación para V_{PLw_Lb} , se puede obtener la siguiente ecuación (5).

Ecuación (5)

$$V_{PLw_Lb} = a_1 \times V_{HEXO} - a_2 \times V_{HEXw} + a_3 \times (V_{HEXI} - V_{HEXO}) + a_4 \times V_{PLC}$$

donde $a_1 = 0,50$, $a_2 = 0,45$, $a_3 = 0,20$ y $a_4 = 0,35$.

Específicamente, se supone que el volumen interno aproximado de cada intercambiador de calor es, como se ha mostrado anteriormente, 4,5 L ($V_{HEXO} = 0,0045$) para el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, 1,5 L ($V_{HEXI} = 0,0015$) para el intercambiador 8 de calor del lado interior y 0,7 L ($V_{HEXw} = 0,0007$) para el intercambiador 12 de calor de agua. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior se establece a 15 m, con un diámetro externo de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior de 9,52 mm y un grosor de pared de 0,8 mm, el volumen interno es de 0,7 L ($V_{PLC} = 0,0007$ L). El volumen interno de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente en el caso donde la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite superior L_b es 1,6 L ($V_{PLw_Lb} = 0,0016$).

En este momento, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior es 2,29, que es la relación de volumen límite superior ($V_{PLw_Lb}/V_{PLC} = 2,29$). En otras palabras, la longitud de la tubería de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede establecer de manera que la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior sea 2,29 o menos ($V_{PLw}/V_{PLC} \leq 2,29$). Aquí, la longitud límite superior L_b se puede obtener como se describe a continuación. La longitud límite superior L_b de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y V_{PLw_Lb} tienen una relación representada por la siguiente ecuación (6).

Ecuación (6)

$$V_{PLw_Lb} = \pi/4 \times (\phi_{PLw} - 2t_{PLw})^2 \times L_b \dots (6)$$

Cuando el diámetro externo de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece a 9,52 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, debido a $V_{PLw_Lb} = 0,0016$, según la ecuación (6), se obtienen 32,5 m como la longitud límite superior L_b de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 32,5 m o menos, la relación de volumen es 2,29, que es la relación de volumen límite superior, o inferior. Además, si el diámetro externo de la tubería se establece a 12,7 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, se obtienen 16,5 m como la longitud límite superior L_b de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 16,5 m o menos, la relación de volumen es 2,29, que es igual o menor que una relación de volumen límite superior.

En el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior sea larga, la longitud límite superior es L_c donde, en la fig. 10, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento es igual a la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Cuando se supone que en el modo de operación de calentamiento, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 8 de calor del lado interior, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, y eso en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, la mayoría del refrigerante está presente en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, el intercambiador 12 de calor de agua, el intercambiador 8 de calor del lado interior y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, se establece la siguiente ecuación (7) para L_c .

10 Ecuación (7)

$$V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_COND} + V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_EVA} + V_{PLC} \times \rho_{PLC_I} = V_{PLC} \times \rho_{PLC_two} + V_{HEXw} \times \rho_{HEXw_COND} + V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_EVA} + V_{PLw_Lc} \times \rho_i$$

15 Aquí, ρ_{PLC_I} representa la densidad media de refrigerante [kg/m^3] de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior en el modo de operación de calentamiento, V_{PLw_L} representa el volumen interno [m^3] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente en el caso donde la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite superior L_c . En cuanto a las variables del volumen interno, V_{PLw_Lc} es un valor que se ha de obtener, y cuando se determina la longitud de la tubería de extensión del lado interior, V_{PLc} se vuelve conocida, y V_{HEXO} , V_{HEXI} y V_{HEXw} también se conocen a partir de las especificaciones del aparato.

20 La densidad media de refrigerante se conoce siendo la densidad de refrigerante líquido ρ_i 1000 kg/m^3 , y en cuanto a ρ_{PLC_I} , el refrigerante en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior se convierte en refrigerante líquido en el modo de operación de calentamiento. Por lo tanto, se puede conocer ρ_{PLC_I} , $\rho_i = 1000$ kg/m^3 . Otras variables: ρ_{HEXI_COND} , ρ_{HEXO_EVA} , ρ , ρ_{HEXw_COND} , ρ_{HEXI_EVA} y ρ_{PLC_two} , son desconocidas. Sin embargo, cuando se utiliza un método simple para obtener estos valores como se ha descrito anteriormente, cada densidad media de refrigerante se puede convertir a una expresión utilizando la densidad de refrigerante líquido ρ_i . De lo anterior, convirtiendo cada densidad media de refrigerante a una expresión utilizando la densidad de refrigerante líquido, dividiendo ambos

25 lados de la ecuación por ρ_i y resolviendo la ecuación para V_{PLw_Lc} , se puede obtener la siguiente ecuación (8).

Ecuación (8)

$$V_{PLw_Lc} = a_1 \times V_{HEXI} - a_2 \times V_{HEXw} + a_3 \times (V_{HEXO} - V_{HEXI}) + (1 - a_4) \times V_{PLc}$$

Aquí, $a_1 = 0,50$, $a_2 = 0,45$, $a_3 = 0,20$ y $a_4 = 0,35$.

30 Específicamente, el volumen interno aproximado de cada intercambiador de calor se establece, como se ha mostrado anteriormente, en 4,5 L ($V_{HEXO} = 0,0045$) para el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, 1,5 L ($V_{HEXI} = 0,0015$) para el intercambiador 8 de calor del lado interior y 0,7 L ($V_{HEXw} = 0,0007$) para el intercambiador 12 de calor de agua. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior se establece a 40 m, siendo establecido el diámetro externo de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior a 9,52 mm y siendo establecido el grosor de la pared a 0,8 mm, se obtiene 2,0 L como volumen interno ($V_{PLc} = 0,002$).

35 El volumen interno de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente en este momento en el caso donde la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite superior L_c es 2,3 L ($V_{PLw_Lc} = 0,0023$). Aquí, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior es 1,15, que es la relación de volumen límite superior ($V_{PLw_Lc} / V_{PLc} = 1,15$). En otras palabras, la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede establecer de manera que la relación de volumen de la tubería 15 de extensión del líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión del líquido del lado interior sea 1,15 o inferior ($V_{PLw} / V_{PLc} \leq 1,15$). La longitud límite superior L_c en este momento se puede obtener como se describe a continuación. Entre la longitud límite superior L_c de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y V_{PLw_Lc} , existe la relación representada por la siguiente ecuación (9).

Ecuación (9)

$$V_{PLw_Lc} = \pi/4 \times (\phi_{PLw} - 2t_{PLw})^2 \times Lc$$

40 Cuando el diámetro externo de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece a 9,52 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, debido a $V_{PLw_Lc} = 0,0024$, según la ecuación (9), se obtienen 46,7 m como la longitud límite superior L_c de una tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 46.7 m o menos, la relación de volumen es 1,15, que es la relación de volumen límite superior, o inferior. Además, si el diámetro externo de la tubería se establece a 12,7 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, la longitud límite superior L_c de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es de 23,8 m. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 23,8 m o menos, la relación de volumen es 1,15, que es la relación de volumen límite superior, o inferior. Así, se puede obtener la longitud límite superior L_c de la tubería de extensión del lado del suministro de agua

caliente.

Aquí, como se ilustra en la fig. 10, en el caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es larga, se considerará la disminución de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente desde la longitud límite superior Lc. En este momento, es el modo de operación de calentamiento el que requiere la mayor cantidad de refrigerante requerida y es el modo de operación de suministro de agua caliente el que requiere la menor cantidad de refrigerante requerida. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se acorta, mientras la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento es constante, la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de suministro de agua caliente disminuye. Esto aumenta la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de calentamiento y el modo de operación de suministro de agua caliente, y cuando la longitud se convierte en Ld o menos, la cantidad excesiva de refrigerante se vuelve mayor que la de un aparato estándar. Por lo tanto, cuando se desea que la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se reduzca a Ld o menos, es necesario acortar la longitud de la tubería de extensión del lado interior para reducir la cantidad de refrigerante de relleno. Esto impide que la cantidad excesiva de refrigerante aumente incluso aunque la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se acorte.

Para lograr esta configuración, la longitud límite inferior Ld de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se establece según la longitud de la tubería de extensión del lado interior. La longitud límite inferior Ld de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente es tal longitud que la cantidad excesiva de refrigerante se vuelve igual a la cantidad de refrigerante en un depósito de líquido cuando el depósito de líquido se llena con refrigerante líquido, es decir, la longitud donde la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de calentamiento y el modo de operación de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante en el depósito de líquido cuando el depósito de líquido se llena con refrigerante líquido. El caso donde la longitud de la tubería de extensión del lado interior es corta se describirá a continuación. Como se ilustra en la fig. 6, dentro del rango entre la longitud más corta La y la longitud límite superior Lb de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente, la cantidad de refrigerante requerida es constante en el modo de operación de enfriamiento donde la cantidad de refrigerante requerida es mayor y la cantidad de refrigerante requerida es constante en el modo de operación de calentamiento donde la cantidad de refrigerante requerida es menor. Entonces, la cantidad excesiva de refrigerante es constante y, por lo tanto, la longitud límite inferior es igual a la longitud más corta La.

La longitud límite inferior Ld de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se obtiene específicamente como se describe a continuación. Cuando la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite inferior Ld, la diferencia en la cantidad de refrigerante requerida entre el modo de operación de calentamiento y el modo de operación de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante cuando el depósito de líquido se llena con un refrigerante líquido. Cuando en el modo de operación de calentamiento, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 8 de calor del lado interior, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, y en el modo de operación de suministro de agua caliente, la mayoría del refrigerante está presente en el intercambiador 12 de calor de agua, el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, la siguiente ecuación (10) se establece para Ld.

Ecuación (10)

$$V_{ACC} \times \rho_i = (V_{HEXI} \times \rho_{HEXI_COND} + V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_EVA} + V_{PLC} \times \rho_{PLC_I}) - (V_{HEXw} \times \rho_{HEXw_COND} + V_{HEXO} \times \rho_{HEXO_EVA} + V_{PLw_Ld} \times \rho_i)$$

Aquí, V_{ACC} representa el volumen interno efectivo [m³] de un depósito de líquido, y en la Realización 1, representa el volumen interno efectivo del acumulador 10. En el caso del acumulador 10, generalmente es capaz de almacenar un refrigerante líquido hasta el 80% del volumen interno. Por lo tanto, el volumen interno efectivo es el 80% del volumen interno. V_{PLw_Ld} el volumen interno [m³] de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente cuando la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite inferior Ld. En cuanto a las variables del volumen interno, V_{PLw_Ld} es un valor que se ha de obtener, y cuando se determina la longitud de la tubería de extensión del lado interior, V_{PLC} se vuelve conocido y V_{HEXO}, V_{HEXI} y V_{HEXw} también se conocen a partir de las especificaciones del aparato.

La densidad media de refrigerante se conoce siendo la densidad de refrigerante líquido ρ_l 1000 kg/m³, y en cuanto a ρ_{PLC_I}, el refrigerante en la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior se convierte en un refrigerante líquido en el modo de operación de calentamiento. Por lo tanto, ρ_{PLC_I} = ρ_l = 1000 kg/m³, que se puede conocer. En cuanto a otras variables: ρ_{HEXI_COND}, ρ_{HEXO_EVA} y ρ_{HEXw_COND}, que se desconocen, cuando se utiliza un método simple de obtención de estos valores como se ha descrito anteriormente, cada densidad media de refrigerante se puede convertir a una expresión utilizando la densidad de refrigerante líquido ρ_l. De lo anterior, convirtiendo cada densidad media de refrigerante a una expresión utilizando la densidad de refrigerante líquido, dividiendo ambos lados de la ecuación por ρ_l y resolviendo la ecuación para V_{PLw_Ld}, se puede obtener la siguiente ecuación (11).

Ecuación (11)

$$V_{PLW_Ld} = V_{PLc} - V_{ACC} + a_1 \times V_{HEXI} - a_2 \times V_{HEXW}$$

Aquí, $a_1 = 0,50$ y $a_2 = 0,45$.

5 Específicamente, el volumen interno del acumulador 10 se establece a 1,1 L, siendo establecido el volumen interno efectivo a 0,9 L ($V_{ACC} = 0,0009$), y el volumen interno aproximado de cada intercambiador de calor, como se ha mostrado anteriormente, se establece a 4,5 L ($V_{HEXO} = 0,0045$) para el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, 1,5 L ($V_{HEXI} = 0,0015$) para el intercambiador 8 de calor del lado interior y 0,7 L ($V_{HEXW} = 0,0007$) para el intercambiador 12 de calor de agua. Cuando la longitud de la tubería de extensión del lado interior se establece a 40 m, siendo establecido el diámetro externo de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior a 9,52 mm y siendo establecido el grosor de la pared a 0,8 mm, se obtiene 2,0 L como volumen interno ($V_{PLc} = 0,002$).

10 El volumen interno de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente cuando la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente tiene la longitud límite inferior L_d es, según la ecuación (11), 1,5 L ($V_{PLW_Ld} = 0,0015$). En este momento, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior es de 0,75, que es la relación de volumen límite inferior ($V_{PLW_Ld} / V_{PLc} = 0,75$). En otras palabras, la longitud de la tubería de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede establecer de manera que la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior sea 0,75 o superior ($V_{PLW} / V_{PLc} \geq 0,75$). La longitud límite inferior L_d en este momento se puede obtener como se describe a continuación. La longitud límite inferior L_d de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente y V_{PLW_Ld} tienen una relación representada por la siguiente ecuación (12).

20 Ecuación 12

$$V_{PLW_Ld} = \pi/4 \times (\phi_{PLW} - 2t_{PLW})^2 \times L_d$$

25 Cuando el diámetro externo de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece a 9,52 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, porque $V_{PLW_Ld} = 0,0016$, según la ecuación (12), se obtienen 30,5 m como longitud límite inferior L_d de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 30.5 m o más, la relación de volumen es 0,75, que es la relación de volumen límite inferior, o superior. Además, si el diámetro externo se establece a 12,7 mm y el grosor de la pared se establece a 0,8 mm, se obtienen 15,5 m como la longitud límite inferior L_d de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, si la longitud de la tubería se establece a 15,5 m o más, la relación de volumen es 0,75, que es la relación de volumen límite inferior, o superior.

30 Basándose en lo anterior, un procedimiento de configuración de la longitud de la tubería de extensión del lado interior y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente en el sitio de instalación real se describirá con referencia a un diagrama de flujo en la fig.11. La fig. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de configuración de la longitud de la tubería de extensión del lado interior y la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente del aparato 100 de ciclo de refrigeración.

35 En primer lugar, un operador establece la longitud de la tubería de extensión del lado interior (etapa S1). Esto se ejecuta cuando el operador introduce la longitud de la tubería de extensión del lado interior al controlador 101. A continuación, el controlador 101 determina en qué modo de operación, el modo de operación de enfriamiento o el modo de operación de calentamiento, se requiere una mayor cantidad de refrigerante (etapa S2). Cuando se determina que la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de enfriamiento es mayor que la del modo de operación de calentamiento (etapa S2; SÍ), se calcula la longitud más corta L_a de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (etapa S3) y se calcula la longitud límite superior L_b de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (etapa S4). A continuación, el controlador 101 determina la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente de manera que la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se encuentre dentro del rango entre L_a y L_b , inclusive, y el proceso finaliza (etapa S5).

45 Por otro lado, cuando se determina que la cantidad de refrigerante requerida en el modo de operación de calentamiento es mayor que la del modo de operación de enfriamiento (etapa S2; NO), se calcula la longitud más corta L_c de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (etapa S6) y se calcula la longitud límite superior L_d de la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente (etapa S7). A continuación, el controlador 101 determina la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente de manera que la longitud de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se encuentre dentro del rango entre L_c y L_d , inclusive, y el proceso finaliza (etapa S8).

55 Una imagen operativa específica es como se describe a continuación. La fig. 12 incluye diagramas de imágenes que ilustran cómo seleccionar el diámetro de la tubería en relación con la longitud de la tubería de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente. La fig. 12(a) ilustra una imagen en el caso donde la distancia de instalación entre la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente es larga, y la fig. 12 (b) ilustra una imagen en el caso donde la distancia de instalación entre la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente es corta.

En el caso donde la unidad 303 de suministro de agua caliente está instalada en interiores y la distancia entre la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente es larga (fig. 12 (a)), una tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente con un diámetro de 9,52 mm se utiliza con el objetivo de extender la tubería a una cierta distancia. Por el contrario, en el caso donde la unidad 303 de suministro de agua caliente está instalada en exteriores y la distancia entre la unidad 301 de fuente de calor y la unidad 303 de suministro de agua caliente es corta (figura 12 (b)), una tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente con un diámetro de 12,7 mm se utiliza con el objetivo de acortar la tubería. Así, seleccionando apropiadamente un diámetro de tubería correcto según la longitud de la tubería, es posible evitar el sacrificio de la comodidad en la instalación.

5 [Control correspondiente a la conmutación de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente]

Según la Realización 1, el acumulador 10 se utiliza como depósito de líquido. Como se ha descrito anteriormente, ya que el acumulador 10 tiene una función como depósito de líquido, el acumulador almacena un exceso de refrigerante. Ya que el acumulador 10 se posiciona en la tubería 40 del lado de succión del compresor 1, el acumulador 10, como otra función, almacena un refrigerante líquido generado temporalmente en el momento del cambio del estado de operación, impidiendo así que una gran cantidad de refrigerante líquido fluya hacia el compresor 1.

En particular, cuando el aparato 100 de ciclo de refrigeración detecta una instrucción de suministro de agua caliente que representa el ENCENDIDO de suministro de agua caliente en el modo de operación de enfriamiento, el modo de operación cambia del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente. En este momento, la válvula solenoide 2a de descarga se cambia de abierta a cerrada, y la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión se cambia de cerrada a abierta. Entonces, el lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor está conectado al lado de succión del compresor 1, y una gran cantidad de refrigerante que permanece en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor va a pasa a través de la tubería 17 de derivación a baja presión y fluye hacia el lado de succión del compresor 1. Cuando el acumulador 10 asegura un cierto volumen interno, el acumulador 10 no se llena con líquido y es capaz de evitar que el líquido vuelva al compresor 1. Sin embargo, si el acumulador 10 tiene solamente un pequeño volumen interno, el acumulador 10 se llena con refrigerante líquido y el líquido vuelve al compresor 1. Esto causa daños al compresor 1.

Como método para evitar que el líquido vuelva al compresor 1 en el momento de un cambio del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, existe un método para reducir la cantidad de refrigerante en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor en el modo de operación de enfriamiento. La cantidad de refrigerante en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor en el modo de operación de enfriamiento disminuye a medida que se reduce el grado de subenfriamiento en el lado del líquido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor. En otras palabras, abriendo la válvula 6 de expansión de manera que el grado de subenfriamiento en el lado del líquido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se reduce a un valor predeterminado, se puede reducir la cantidad de refrigerante líquido (cantidad en fase líquida) en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, disminuyendo así la cantidad de refrigerante.

Aquí, se puede obtener el grado de subenfriamiento en el lado del líquido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor restando la temperatura detectada por el segundo sensor 203 de temperatura (medio de detección de temperatura del lado del líquido del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor) a partir de la temperatura de saturación de la presión detectada por el sensor 201 de presión (medio de detección de alta presión). El grado de subenfriamiento en el lado del líquido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se ajusta mediante un medio de control de enfriamiento de grado de subenfriamiento instalado en el controlador 101. Por ejemplo, cambiando el grado de subenfriamiento del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor de 7 grados Centígrados a 2 grados Centígrados, es posible reducir la cantidad de refrigerante en un 12% en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor en la unidad 301 de fuente de calor de 3HP. Empleando este método, se puede evitar que el líquido vuelva al compresor 1 en el momento de cambiar del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente, incluso si el volumen interno del acumulador 10 no es grande.

Sin embargo, en el caso donde el líquido vuelve al compresor 1 incluso cuando el control anterior se realiza en el momento de cambiar del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente del acumulador 10, se puede realizar la operación de condensación concurrente descrita a continuación. La operación de condensación concurrente se ejecuta mediante por un medio de ejecución de operación de condensación concurrente implementado en el controlador 101. La fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra el flujo de un proceso durante la operación de condensación concurrente.

En primer lugar, el controlador 101 realiza el modo de operación de enfriamiento en el momento del ENCENDIDO de enfriamiento (etapa S11). A continuación, el controlador 101 determina si se ha detectado o no un ENCENDIDO de suministro de agua caliente (etapa S12). En el caso de ENCENDIDO de suministro de agua caliente (etapa S12; Sí), el controlador 101 activa la bomba 13 de agua para comenzar con el envío de agua.

5 Cuando se detecta el ENCENDIDO de suministro de agua caliente, el controlador 101 inicia una operación de condensación concurrente (etapa S13). Específicamente, abriendo la válvula solenoide 2b de descarga y abriendo ligeramente la tercera válvula 16 de expansión, y permitiendo por ello que el refrigerante fluya hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente, el controlador 101 inicia la operación de condensación concurrente. Ya que la válvula solenoide 2b de descarga está abierta, un refrigerante de alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 pasa a través de la válvula solenoide 2b de descarga y la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente, y fluye hacia el intercambiador 12 de calor de agua. El refrigerante que ha fluido al intercambiador 12 de calor de agua emite calor al agua intermedia, se condensa y progresa hacia la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. Por consiguiente, cuando el refrigerante fluye hacia la unidad 303 de suministro de agua caliente, el refrigerante se acumula en el intercambiador 12 de calor de agua y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. En otras palabras, el refrigerante que permanece en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se mueve al intercambiador 12 de calor de agua y a la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente.

15 A medida que avanza la condensación de refrigerante en el intercambiador 12 de calor de agua, se genera líquido subenfriado en el lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua. En este estado, se puede observar el refrigerante acumulado en el intercambiador 12 de calor de agua. Este estado está determinado por la diferencia entre la temperatura del agua de salida y la temperatura del lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua (etapa S14). La temperatura del agua de salida es la temperatura detectada por el sexto sensor 207 de temperatura (medio de detección de temperatura de salida del intercambiador de calor de agua), y la temperatura del lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua es la temperatura detectada por el cuarto sensor 205 de temperatura (medio de detección de temperatura del lado del líquido del intercambiador de calor de agua).

25 Ya que la temperatura de condensación del intercambiador 12 de calor de agua es casi igual a la temperatura del agua de salida del intercambiador 12 de calor de agua, es posible determinar, basándose en la temperatura del agua de salida y la temperatura del lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua, si el líquido subenfriado está presente en el lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua. En otras palabras, cuando la temperatura del lado del líquido del intercambiador 12 de calor de agua es inferior a la temperatura del agua de salida en un valor predeterminado o más, por ejemplo, 2 grados Centígrados o más (etapa S14; SÍ), se finaliza la operación de condensación concurrente (etapa S15). Específicamente, cerrando la válvula solenoide 2b de descarga, abriendo la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión, cerrando completamente la primera válvula 5 de expansión y abriendo completamente la tercera válvula 16 de expansión, el estado del circuito abierto de refrigerante cambia al estado de circuito abierto del modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente.

35 Mediante la operación anterior, se puede cambiar del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente después de que el refrigerante presente en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se haya movido al intercambiador 12 de calor de agua y la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua, evitando por ello que el líquido vuelva al compresor 1 sin aumentar el volumen interno del depósito de líquido del acumulador 10.

40 En la Realización 1, la energía de calentamiento obtenida por intercambio de calor en el intercambiador 12 de calor de agua en la unidad 303 de suministro de agua caliente se utiliza para el suministro de agua caliente en el depósito 14 de almacenamiento de agua caliente. Sin embargo, la configuración no se limita a esto. Una configuración en la que se instala un panel de agua caliente, en lugar del depósito 14 de almacenamiento de agua caliente, con el objetivo de ser utilizado como calentamiento de piso de agua caliente.

45 Como se ha descrito anteriormente, el aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1 es capaz de realizar independientemente una operación de enfriamiento, operación de calentamiento y una operación de suministro de agua caliente, y además, una operación de recuperación de calor de evacuación a través de una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Adicionalmente, con el aparato 100 de ciclo de refrigeración, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al intercambiador 12 de calor de agua se establece para que sea igual o mayor que la relación de volumen mínimo cuando la cantidad de refrigerante requerida durante una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante requerida durante una operación de calentamiento. Por lo tanto, el volumen interno del depósito de líquido (acumulador 10) puede igualarse al de un aparato estándar, que realiza solamente una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento, consiguiendo por ello no solamente una reducción en coste, sino que haciendo también que las dimensiones externas de la unidad 301 de fuente de calor sean iguales a las del aparato estándar.

Realización 2.

55 La fig. 14 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato 200 de ciclo de refrigeración según la Realización 2 de la presente invención, y en particular, el flujo de refrigerante en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Parte de la configuración y operación del aparato 200 de ciclo de refrigeración se describirá con referencia a la fig. 14. Las flechas en la fig. 14 indican la dirección del flujo del refrigerante. En la Realización 2, las diferencias con la Realización 1 descritas anteriormente se explicarán principalmente, y las mismas porciones que las de la

Realización 1 se mencionarán con los mismos signos y se omitirán explicaciones de las mismas.

5 Como se ilustra en la fig. 14, en el aparato 200 de ciclo de refrigeración según la Realización 2, una unidad 301b de fuente de calor tiene una configuración diferente de la unidad 301 de fuente de calor en el aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1. Excepto por la unidad 301b de fuente de calor, la configuración del aparato 200 de ciclo de refrigeración según la Realización 2 es la misma que la del aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1.

[Unidad 301b fuente de calor]

10 La unidad 301b de fuente de calor incluye un compresor 1, válvulas solenoide 2a y 2b de descarga, una válvula 3 de cuatro vías, un intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, una primera válvula 5 de expansión, una segunda válvula 6 de expansión, un acumulador 10, una tercera válvula 16 de expansión, una válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión y una válvula 20 de retención.

15 La unidad 301b de fuente de calor está provista de una tubería 19 de derivación a baja presión para conectar un punto de conexión A entre la válvula solenoide 2a de descarga y el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor mediante la válvula 3 de cuatro vías, y un punto de conexión B entre la segunda válvula 6 de expansión y un intercambiador 8 de calor del lado interior mediante la válvula 3 de cuatro vías. La tubería 19 de derivación a baja presión está provista de la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión y la válvula 20 de retención. La válvula 20 de retención permite que el refrigerante fluya a través de la tubería 19 de derivación a baja presión en una dirección. Específicamente, la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión y la válvula 20 de retención se posicionan en este orden desde el punto de conexión A al punto de conexión B en la tubería 19 de derivación a baja presión. La válvula 20 de retención se posiciona de tal manera que el refrigerante fluye desde el punto de conexión A hacia el punto de conexión B.

25 En el aparato 200 de ciclo de refrigeración, un refrigerante bifásico a baja presión pasa a través del punto de conexión B en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Con el fin de impedir que un refrigerante líquido entre en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor, se instala la válvula 20 de retención. En otras palabras, en el aparato 200 de ciclo de refrigeración, la posición de conexión de una tubería de derivación a baja presión y la presencia o ausencia de una válvula de retención son diferentes de las del aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1.

[Efecto proporcionado por el aparato 200 de ciclo de refrigeración]

30 La fig. 14 ilustra el estado operativo del aparato 200 de ciclo de refrigeración durante la operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente, que es similar al estado operativo del aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1 durante la operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Igualmente, el estado operativo del aparato 200 de ciclo de refrigeración en el modo de operación de enfriamiento, el modo de operación de calentamiento y el modo de operación de suministro de agua caliente es similar al del aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1 en los modos de operación correspondientes. Por consiguiente, de manera similar al aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1, el aparato 200 de ciclo de refrigeración es capaz de evitar que el líquido vuelva al compresor 1 en el momento del cambio del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente incluso si el volumen interno del acumulador 10 es pequeño.

40 Específicamente, se realiza el siguiente proceso. Cuando se detecta una instrucción de suministro de agua caliente que representa el ENCENDIDO de suministro de agua caliente en el modo de operación de enfriamiento, el modo de operación cambia del modo de operación de enfriamiento al modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. En este momento, la válvula solenoide 2a de descarga cambia de abierta a cerrada y la válvula solenoide 18 de ecualización a baja presión cambia de cerrada a abierta. Debido a esto, el lado de gas del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor está conectado al punto de conexión B de la tubería 19 de derivación a baja presión. Una gran cantidad de refrigerante que permanece en el intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor fluye hacia el punto de conexión B a través de la tubería 19 de derivación a baja presión, y después de eso, sale de la unidad 301b de fuente de calor, fluye hacia la unidad 302 interior mediante la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior, y a continuación fluye hacia el intercambiador 8 de calor del lado interior. En el intercambiador 8 de calor del lado interior, el refrigerante se calienta con aire interior y se gasifica. El refrigerante que ha salido del intercambiador 8 de calor del lado interior sale de la unidad 302 interior, fluye hacia la unidad 301b de fuente de calor mediante la tubería 9 de extensión de gas del lado interior, pasa a través del acumulador 10 y es succionado en el compresor 1.

55 Así, ya que el refrigerante que ha salido del intercambiador 4 de calor del lado de la fuente de calor se calienta por el intercambiador 8 de calor del lado interior y se gasifica, se puede evitar que el líquido vuelva al compresor 1. Debido a la configuración anterior, el depósito de líquido no necesita posicionarse en el lado de succión del compresor 1 y, entonces, por ejemplo, el acumulador 10 puede retirarse y puede instalarse un receptor o similar, por ejemplo, entre la válvula 5 de expansión y la válvula 6 de expansión.

Como se ha descrito anteriormente, similar al aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1, el aparato 200 de ciclo de refrigeración según la Realización 2 es capaz de realizar independientemente una operación de enfriamiento, una operación de calentamiento y una operación de suministro de agua caliente, y además, una operación de recuperación de calor de evacuación a través de una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Además, con el aparato 200 de ciclo de refrigeración, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al intercambiador 12 de calor de agua se establece para que sea igual o mayor que la relación de volumen interno mínimo cuando la cantidad de refrigerante requerida durante una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante requerida durante una operación de calentamiento. Por lo tanto, el volumen interno del depósito de líquido (el acumulador 10 o el receptor) puede ser igual al de un aparato estándar que realiza solamente una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento, logrando por ello no solamente una reducción en coste sino también haciendo que las dimensiones externas de la unidad 301b de fuente de calor sean iguales a las del aparato estándar.

Realización 3.

La fig. 15 es un diagrama esquemático del circuito de refrigerante que ilustra una configuración de circuito de refrigerante de un aparato 300 de ciclo de refrigeración según la realización 3 de la presente invención, y en particular, el flujo de refrigerante en el modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Una parte de la configuración y operación del aparato 300 de ciclo de refrigeración se describirá con referencia a la fig. 15. Las flechas en la fig. 15 indican la dirección del flujo del refrigerante. En la Realización 3, las diferencias con respecto a la Realización 1 y a la Realización 2 descritas anteriormente se explicarán principalmente, y las mismas porciones que las de la Realización 1 o la Realización 2 se mencionarán con los mismos signos y se omitirán explicaciones de las mismas.

Como se ilustra en la fig. 15, en el aparato 300 de ciclo de refrigeración según la realización 3, una unidad 303b de suministro de agua caliente tiene una configuración diferente de la unidad 303 de suministro de agua caliente en el aparato 100 de ciclo de refrigeración según la realización 1. Excepto por la unidad 303b de suministro de agua caliente, la configuración del aparato 300 de ciclo de refrigeración según la Realización 2 es la misma que la del aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1.

[Unidad 303b de suministro de agua caliente]

La unidad 303b de suministro de agua caliente incluye un intercambiador 12 de calor de agua, un circuito 21 del lado del agua, una bomba 13 de agua, un depósito 14 de almacenamiento de agua caliente y un intercambiador 22 de calor de subenfriamiento. La fig. 16 ilustra esquemáticamente ejemplos de la configuración del intercambiador 22 de calor de subenfriamiento. La fig. 16 incluye diagramas esquemáticos que ilustran ejemplos de la configuración del intercambiador 22 de calor de subenfriamiento.

El intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, como se ilustra en la fig. 16(a), realiza el intercambio de calor entre el refrigerante y el aire exterior, y puede configurarse, por ejemplo, mediante un intercambiador de calor de aleta y tubo de tipo aleta transversal que incluye una tubería de transferencia de calor y una gran cantidad de aletas. En este caso, se instala un ventilador 23 de envío de aire y se realiza un intercambio de calor con aire exterior. Por lo tanto, la unidad 303 de suministro de agua caliente está instalada en el exterior. Alternativamente, el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, como se ilustra en la fig. 16(b), realiza el intercambio de calor entre refrigerante y agua, y está configurado de manera deseable, por ejemplo, por un intercambiador de calor de agua de tipo placa. En este caso, una bomba 24 de agua está instalada de manera deseable en un lado del suministro de agua para descargar agua calentada. El ventilador 23 de envío de aire o la bomba 24 de agua pueden ser capaces de controlar de forma variable la velocidad de rotación o pueden mantenerse a una velocidad constante.

[Modo de operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente]

El estado operativo del modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente del aparato 300 de ciclo de refrigeración se describirá con referencia a la fig. 15. Las flechas en la fig. 15 indican la dirección del flujo del refrigerante. En el caso del modo de operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente ilustrado en la fig. 15, la unidad 301 de fuente de calor conmuta la válvula 3 de cuatro vías de tal manera que el lado de succión del compresor 1 esté conectado al lado de gas del intercambiador 8 de calor del lado interior (líneas continuas ilustradas en la fig. 15). Además, la válvula solenoide 2a de descarga se controla para cerrar el circuito (sólido), la válvula solenoide 2b de descarga se controla para abrir el circuito (vacío), y la válvula solenoide 18 de equalización a baja presión se controla para abrir el circuito (vacío). Además, la primera válvula 5 de expansión se controla para tener el grado de apertura mínimo (completamente cerrada), la segunda válvula 6 de expansión se controla para tener un grado de apertura deseado, y la tercera válvula 16 de expansión se controla para tener el grado de apertura máximo (completamente abierta).

Un refrigerante a baja temperatura y baja presión es comprimido por el compresor 1 y descargado como refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión. El refrigerante de gas a alta temperatura y alta presión descargado desde el compresor 1 pasa a través de la válvula solenoide 2b de descarga, y sale de la unidad 301 de fuente de calor.

Después de eso, el refrigerante fluye hacia la unidad 303b de suministro de agua caliente mediante la tubería 11 de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 303b de suministro de agua caliente fluye hacia el intercambiador 12 de calor de agua, calienta el agua suministrada por la bomba 13 de agua y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión. A continuación, el refrigerante líquido sale del intercambiador 12 de calor de agua. Después de eso, el refrigerante fluye hacia el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, se enfría más y se convierte en un refrigerante líquido a alta presión con un alto grado de subenfriamiento. El refrigerante, después de salir de la unidad 303b de suministro de agua caliente, fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor a través de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente.

Después de eso, el refrigerante pasa a través de la tercera válvula 16 de expansión, y es descomprimido por la segunda válvula 6 de expansión para convertirse en un refrigerante bifásico a baja presión. El refrigerante bifásico sale a continuación de la unidad 301 de fuente de calor. El refrigerante que ha salido de la unidad 301 de fuente de calor fluye hacia la unidad 302 interior a través de la tubería 7 de extensión de líquido del lado interior. El refrigerante que ha fluido hacia la unidad 302 interior fluye hacia el intercambiador 8 de calor del lado interior, enfría el aire interior y se convierte en un refrigerante de gas a baja temperatura y baja presión. El refrigerante que ha salido del intercambiador 8 de calor del lado interior a continuación sale de la unidad 302 interior, fluye hacia la unidad 301 de fuente de calor mediante la tubería 9 de extensión de gas del lado interior, y es succionado en el compresor 1 a través de la válvula 3 de cuatro vías y el acumulador 10.

En el aparato 300 de ciclo de refrigeración, con el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, un refrigerante líquido a alta presión con un grado de subenfriamiento más alto, es decir, un refrigerante líquido de una temperatura inferior a la del aparato de ciclo de refrigeración de la Realización 1 o Realización 2, fluye hacia la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente. Ya que la densidad del refrigerante líquido aumenta a medida que disminuye la temperatura, la densidad media del refrigerante en la tubería 15 de extensión del lado del suministro de agua caliente aumenta y, por lo tanto, con el mismo volumen interno, se puede almacenar una gran cantidad de refrigerante en comparación con el aparato de ciclo de refrigeración según la Realización 1 o la Realización 2.

Por ejemplo, se supone que cuando el agua caliente se descarga a 55 grados Centígrados utilizando un refrigerante R410A, con una temperatura de condensación de 55 grados Centígrados, el grado de subenfriamiento del intercambiador 22 de calor de agua es de 2 grados Centígrados. En el caso donde no se proporcione el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, la densidad media de refrigerante en la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente es 888 kg/m³. Por el contrario, en el caso donde se proporciona el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, el grado de subenfriamiento en el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento es, por ejemplo, 13 grados Centígrados, y la densidad media de refrigerante en la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente es 978 kg/m³. En el caso donde la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente tenga el mismo volumen interno, se puede almacenar la cantidad de refrigerante correspondiente al aumento de la densidad media de refrigerante. En el caso en el que se proporciona el intercambiador 22 de calor de subenfriamiento, la cantidad de refrigerante almacenado aumenta en aproximadamente un 10%.

Con el efecto descrito anteriormente, en el aparato 300 de ciclo de refrigeración, la longitud más corta de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente se puede acortar en comparación con los aparatos de ciclo de refrigeración según las Realizaciones 1 y 2. Además, en el aparato 300 de ciclo de refrigeración, al ajustar la longitud más corta de la tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente a la longitud deseada, se puede utilizar una tubería de extensión del lado del suministro de agua caliente que tiene un diámetro interno de tubería pequeño. En lugar de la unidad 301 de fuente de calor del aparato 300 de ciclo de refrigeración, puede instalarse la unidad 301b de fuente de calor del aparato 200 de ciclo de refrigeración según la Realización 2.

Como se ha descrito anteriormente, similar al aparato 100 de ciclo de refrigeración según la Realización 1, el aparato 300 de ciclo de refrigeración según la Realización 3 es capaz de realizar independientemente una operación de enfriamiento, una operación de calentamiento y una operación de suministro de agua caliente, y además, una operación de recuperación de calor de evacuación a través de una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente. Adicionalmente, con el aparato 300 de ciclo de refrigeración, la relación de volumen de la tubería 15 de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al intercambiador 12 de calor de agua se establece que ha de ser igual o mayor que la relación de volumen mínimo cuando la cantidad de refrigerante requerida durante una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante requerida durante una operación de calentamiento. Por lo tanto, el volumen interno del depósito de líquido (acumulador 10) puede igualarse al de un aparato estándar, que realiza solamente una operación de enfriamiento y una operación de calentamiento, logrando por ello no solamente una reducción en coste sino también haciendo que las dimensiones externas de la unidad 301 de fuente de calor sean igual a las del aparato estándar.

Lista de signos de referencia

1: compresor, 2a: válvula solenoide de descarga, 2b: válvula solenoide de descarga, 3: válvula de cuatro vías, 4: intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, 5: primera válvula de expansión, 6: segunda válvula de

ES 2 796 384 T3

expansión, 7: tubería de extensión de líquido del lado interior, 8: intercambiador de calor del lado interior, 9: tubería de extensión de gas del lado interior, 10: acumulador, 11: tubería de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente, 12: intercambiador de calor de agua, 13: bomba de agua, 14: depósito de almacenamiento de agua caliente, 15: tubería de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente, 16: tercera válvula de expansión, 17: tubería de derivación a baja presión, 18: válvula solenoide de ecualización a baja presión, 19: tubería de derivación a baja presión, 20: válvula de retención, 21: circuito del lado del agua, 22: intercambiador de calor de subenfriamiento, 23: ventilador de envío de aire, 24: bomba de agua, 30: tubería del lado de descarga, 30a: tubería del lado de descarga, 30b: tubería del lado de descarga, 40 : tubería del lado de succión, 100: aparato del ciclo de refrigeración, 101: controlador, 200: aparato del ciclo de refrigeración, 201: sensor de presión, 202: primer sensor de temperatura, 203: segundo sensor de temperatura, 204: tercer sensor de temperatura, 205: cuarto sensor de temperatura, 206: quinto sensor de temperatura, 207: sexto sensor de temperatura, 300: aparato de ciclo de refrigeración, 301: unidad de fuente de calor, 301b: unidad de fuente de calor, 302: unidad de fuente de calor, 303: unidad de suministro de agua caliente, 303b: unidad de suministro de agua caliente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración que comprende:
- una unidad (301) de fuente de calor que incluye un compresor (1), un intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor, una válvula (5, 6, 16) de expansión y un depósito (10) de líquido;
- 5 una unidad (302) interior que incluye un intercambiador (8) de calor interior; y
- una unidad (303) de suministro de agua caliente que incluye un intercambiador (12) de calor de agua,
- estando conectadas juntas la unidad (301) de fuente de calor y la unidad (302) interior por tuberías de extensión del lado interior que incluyen una tubería (7) de extensión de líquido del lado interior y una tubería (9) de extensión de gas del lado interior, y estando conectadas juntas la unidad (301) fuente de calor y la unidad (303) de suministro de agua caliente por tuberías de extensión del lado del suministro de agua caliente, que incluyen una tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente y una tubería (11) de extensión de gas del lado del suministro de agua caliente,
- 10 en donde el aparato de ciclo de refrigeración realiza una operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente en la que el intercambiador (8) de calor del lado interior sirve como evaporador, el intercambiador (12) de calor de agua sirve como condensador, la energía de enfriamiento se suministra desde el intercambiador (8) de calor del lado interior, y la energía de calentamiento se suministra desde el intercambiador (12), una operación de calentamiento en la que el intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor sirve como evaporador y el intercambiador (8) de calor del lado interior sirve como condensador, y la energía de calentamiento se suministra desde el intercambiador de calor del lado interior, y una operación de enfriamiento en la que el intercambiador (8) de calor del lado interior sirve como evaporador, el intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor sirve como condensador, y una energía de enfriamiento se suministra desde el intercambiador (8) de calor del lado interior,
- 15 en donde un volumen interno del intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor es mayor que un volumen interno del intercambiador (8) de calor del lado interior y mayor que un volumen interno del intercambiador (12) de calor de agua, y
- 20 en donde un volumen interno del depósito (10) de líquido se determina según una cantidad excesiva de refrigerante que es una diferencia entre una cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de enfriamiento y una cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento y,
- 25 caracterizado por que una relación de un volumen interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno del intercambiador (12) de calor de agua se establece que ha de ser igual o mayor que una relación de un volumen interno mínimo de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno del intercambiador (12) de calor de agua, y el volumen interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece de tal manera que una cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es igual a la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento.
- 30 2.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de la reivindicación 1,
- en donde la relación de volumen interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno del intercambiador (12) de calor de agua se establece basándose en al menos uno de entre una longitud de las tuberías de extensión del lado del suministro de agua caliente y un diámetro interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente.
- 35 3.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de la reivindicación 1 o 2,
- en donde se establece una cantidad de refrigerante de relleno adicional para el aparato de ciclo de refrigeración basándose no en la longitud de las tuberías de extensión del lado del suministro de agua caliente sino en la longitud de las tuberías de extensión del lado interior.
- 40 4.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 45 en donde el volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior se establece de tal manera que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de enfriamiento es mayor que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento,
- en donde la relación de un volumen interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior se establece que ha de ser igual o menor que una relación de un volumen interno de límite superior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior, y
- 50

- 5 en donde el volumen interno de límite superior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece de tal manera que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de suministro de agua caliente, en la que el intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor sirve como evaporador, el intercambiador (12) de calor de agua sirve como condensador, y la energía de calentamiento se suministra desde el intercambiador (12) de calor de agua, es igual a la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de enfriamiento.
- 5.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 10 en donde el volumen interno de la tubería (7) de líquido del lado interior se establece de tal manera que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento es mayor que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de enfriamiento,
- en donde la relación del volumen interno de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior se establece que ha de ser igual o menor que una relación de un volumen interno de límite superior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior, y
- 15 en donde el volumen interno de límite superior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece de tal manera que la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación simultánea de enfriamiento y de suministro de agua caliente es igual a la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento.
- 6.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de la reivindicación 5,
- 20 la relación del volumen de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente a la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior se establece que ha de ser igual o mayor que una relación de un volumen interno de límite inferior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente al volumen interno de la tubería (7) de extensión de líquido del lado interior, y
- 25 en donde el volumen interno de límite inferior de la tubería (15) de extensión de líquido del lado del suministro de agua caliente se establece de tal manera que una diferencia entre la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de calentamiento, y la cantidad mínima de refrigerante necesario para la operación de suministro de agua caliente es igual a la cantidad de refrigerante en el depósito (10) de líquido en un estado donde el depósito (10) de líquido se llena con refrigerante líquido.
- 7.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6,
- 30 en donde la unidad (301) de fuente de calor incluye:
- un medio (201) de detección de alta presión para detectar una alta presión de refrigerante en una posición que se encuentra dentro de un rango desde el compresor (1) hasta la válvula (5, 6, 16) de expansión;
- un medio (203) de detección de temperatura del lado del líquido del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor para detectar una temperatura de refrigerante en un lado del líquido del intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor; y
- 35 un controlador (101) que incluye un medio de control de grado de subenfriamiento para controlar un grado de apertura de la válvula (5, 6, 16) de expansión de manera que el grado de subenfriamiento del refrigerante en el lado del líquido del intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor durante la operación de enfriamiento tiene un valor predeterminado o por debajo.
- 40 8.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7,
- en donde es posible una operación de condensación concurrente en la que el intercambiador (8) de calor del lado interior sirve como evaporador, el intercambiador (12) de calor de agua sirve como un condensador, y el intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor sirve como un condensador,
- 45 y donde se proporciona el medio de ejecución de la operación de condensación concurrente para ejecutar la operación de condensación concurrente antes de que se realice la conmutación de la operación de enfriamiento a la operación simultánea de enfriamiento y suministro de agua caliente.
- 9.- El aparato (100, 200, 300) de ciclo de refrigeración de la reivindicación 8,
- en donde la unidad (303) de suministro de agua caliente incluye:
- 50 un medio de detección de temperatura de agua de salida del intercambiador de calor de agua para detectar una temperatura de agua de salida en el intercambiador (12) de calor de agua; y

un medio de detección de temperatura del lado del líquido del intercambiador de calor de agua para detectar una temperatura de refrigerante en un lado del líquido del intercambiador (12) de calor de agua, y

en donde el medio de ejecución de la operación de condensación concurrente

5 finaliza la operación de condensación concurrente cuando la temperatura del lado del líquido del intercambiador de calor de agua se vuelve más baja que la temperatura del agua de salida por un valor predeterminado o mayor en la operación de condensación concurrente.

10.- El aparato (200) de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,

en donde la unidad (301) de fuente de calor incluye

10 una tubería (19) de derivación a baja presión para conectar un punto de conexión A en una posición que se encuentra dentro de un rango entre el compresor (1) y un lado de gas del intercambiador (4) de calor del lado de la fuente de calor, y un punto de conexión B en una posición que se encuentra dentro de un rango entre el intercambiador (8) de calor del lado interior y la válvula (5, 6, 16) de expansión, y

15 en donde una válvula solenoide (18) de equalización a baja presión y una válvula (20) de retención están instaladas en la tubería (19) de derivación a baja presión se manera que el refrigerante fluya desde el punto de conexión A hacia el punto de conexión B.

11.- El aparato (300) de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,

en donde la unidad (303) de suministro de agua caliente incluye

un intercambiador (22) de calor de subenfriamiento para enfriar el refrigerante que sirve como líquido subenfriado en un lado del líquido del intercambiador (12) de calor de agua.

20

FIG. 1

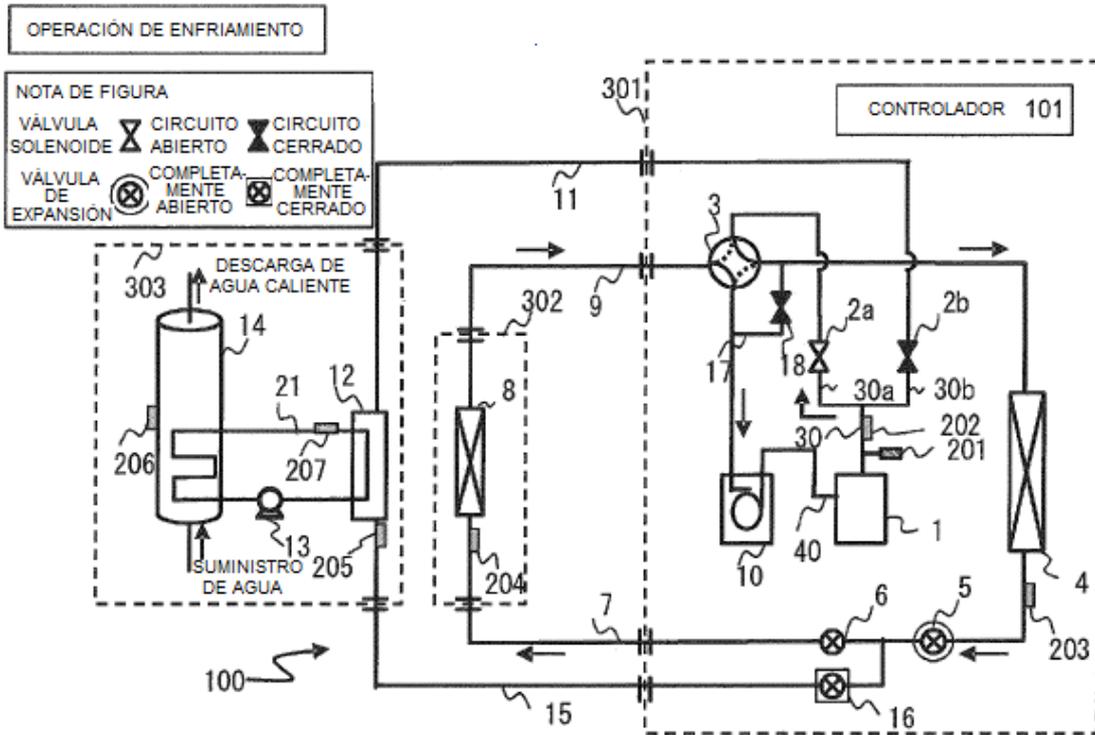


FIG. 2

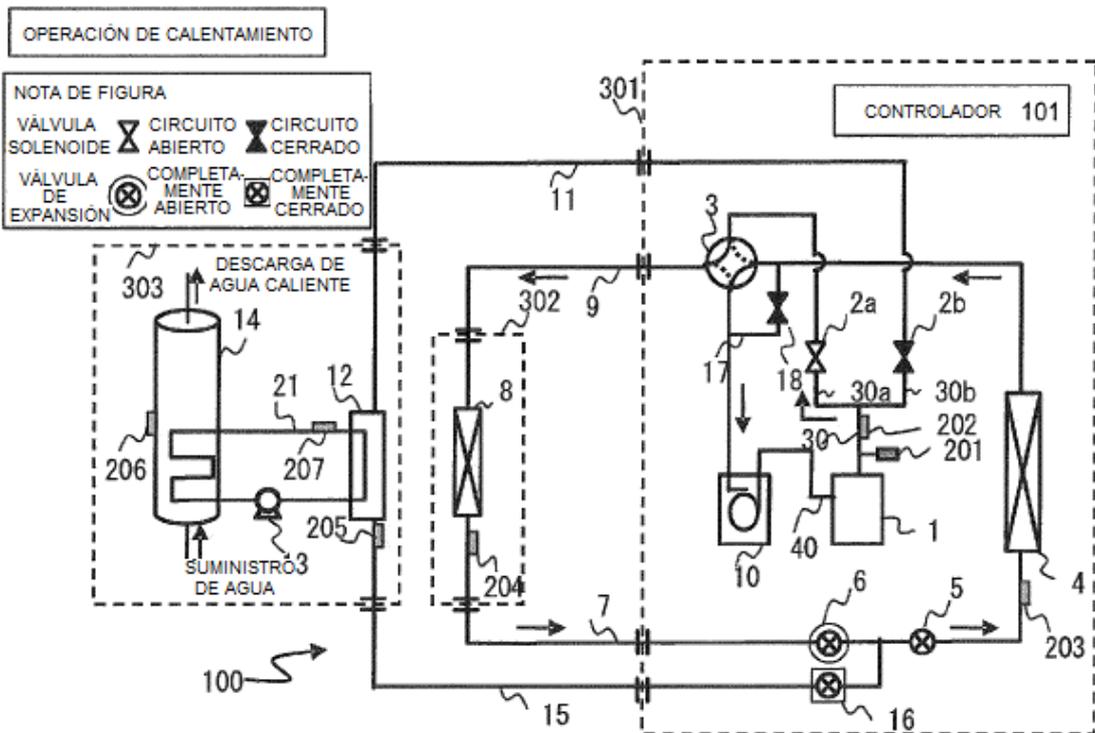


FIG. 3

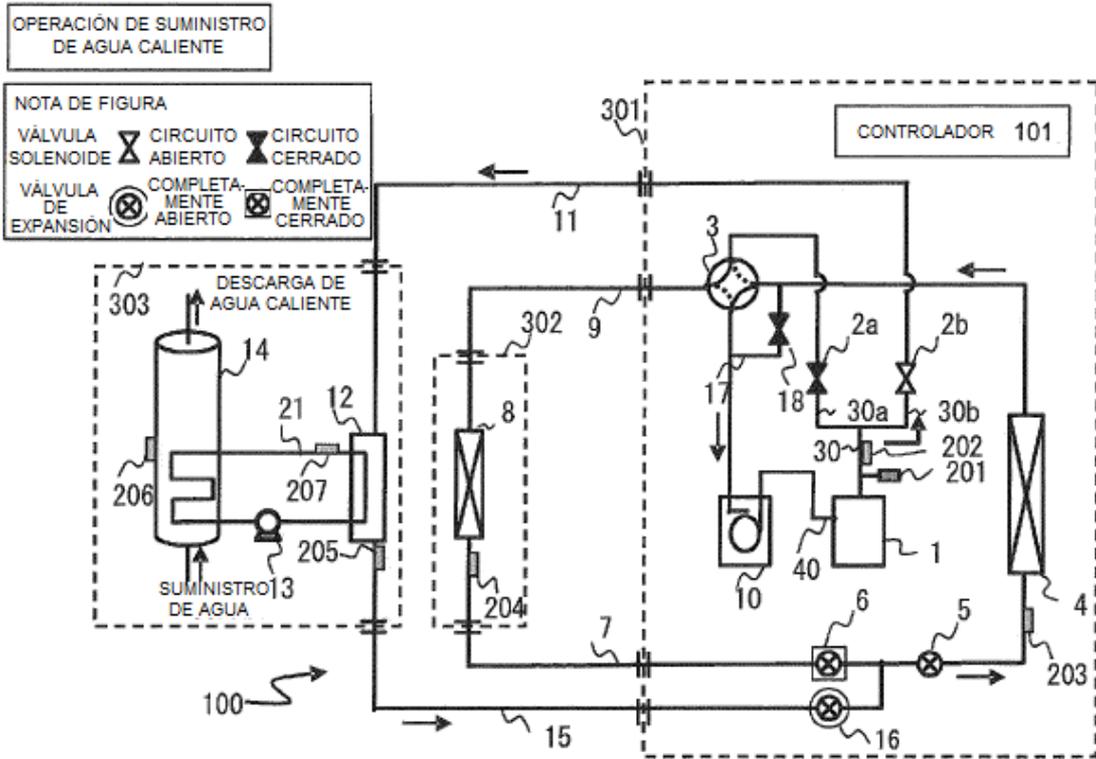


FIG. 4

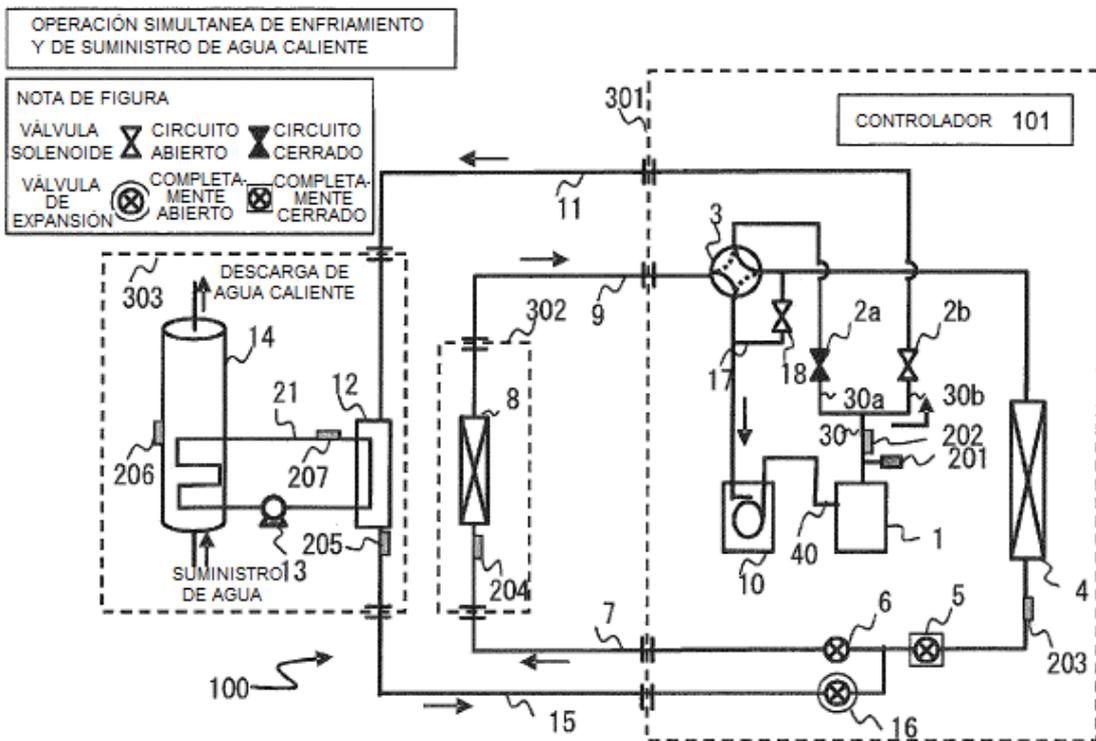


FIG. 5

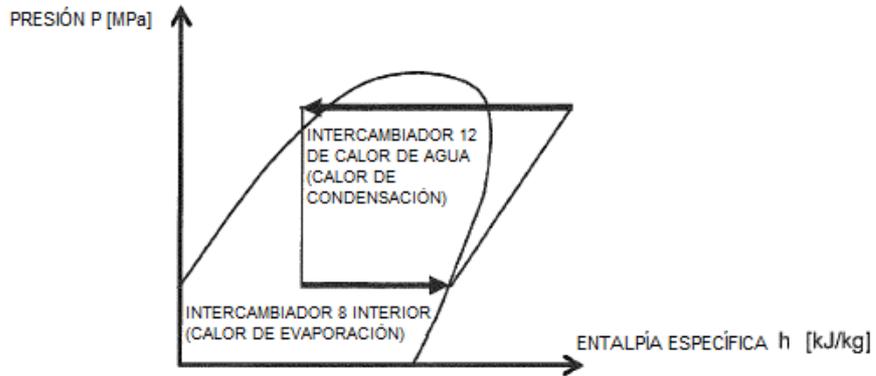


FIG. 6

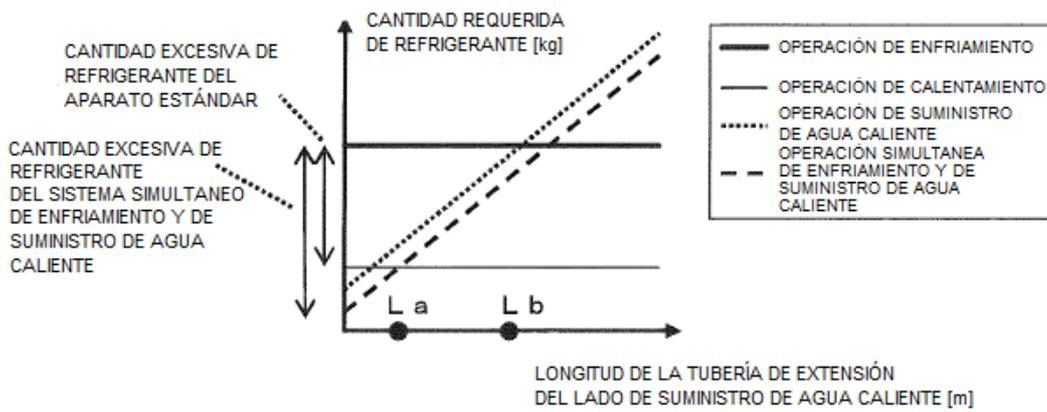


FIG. 7

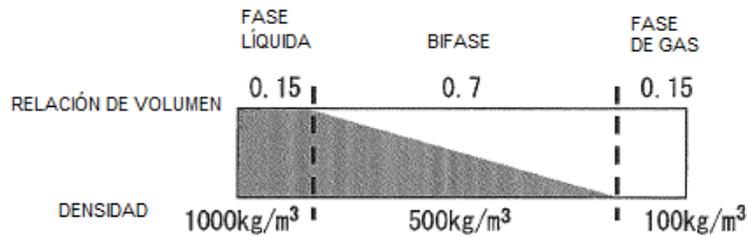


FIG. 8

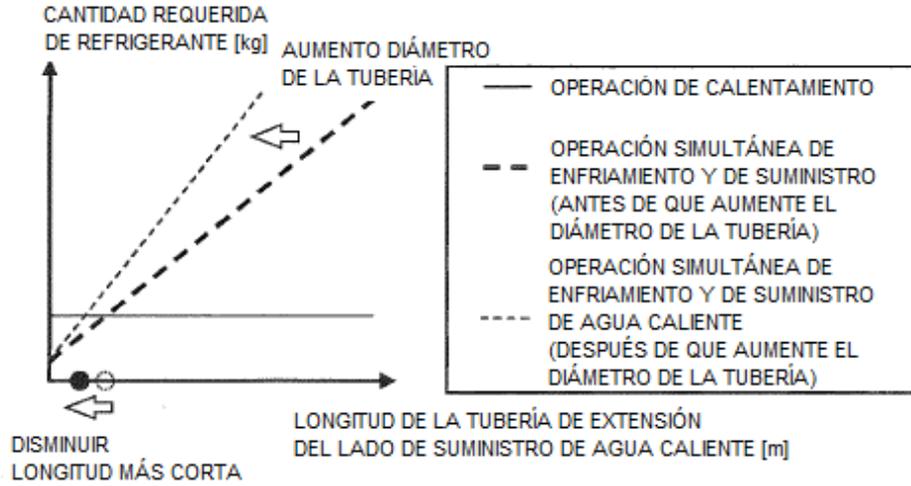


FIG. 9

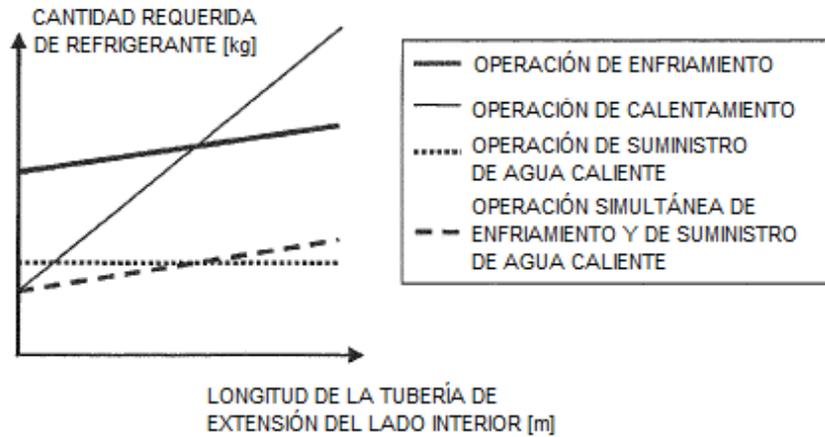


FIG. 10

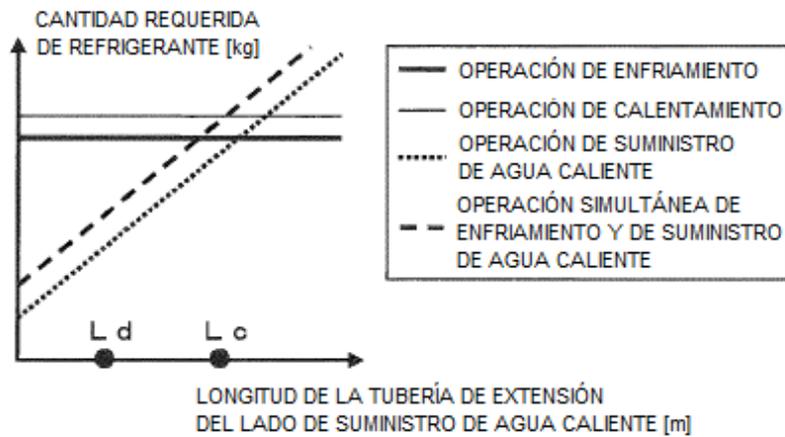


FIG. 11

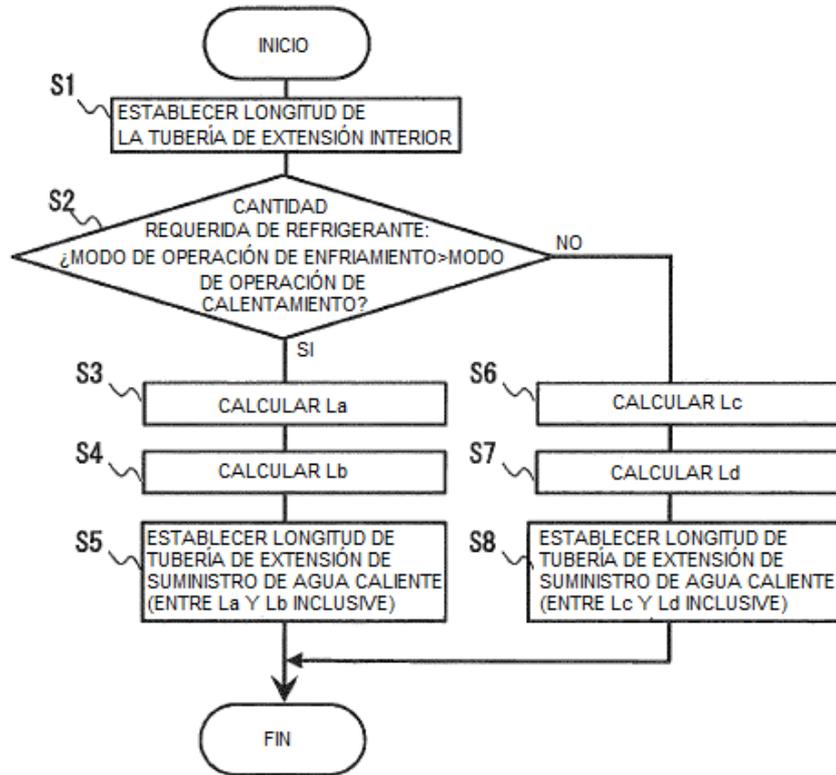
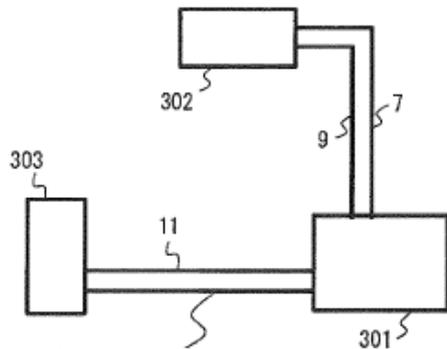
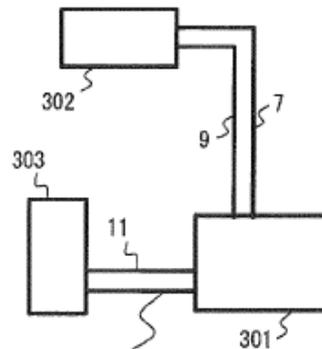


FIG. 12



15(DIÁMETRO EXTERNO 9,52MM
GROSOR DE PARED 0,8MM)

(a)CASO DONDE LA DISTANCIA DE INSTALACIÓN ENTRE LA UNIDAD 301 DE FUENTE DE CALOR Y LA UNIDAD 303 DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE ES LARGA



15(DIÁMETRO EXTERNO 12,7MM
GROSOR DE PARED 0,8MM)

(a)CASO DONDE LA DISTANCIA DE INSTALACIÓN ENTRE LA UNIDAD 301 DE FUENTE DE CALOR Y LA UNIDAD 303 DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE ES CORTA

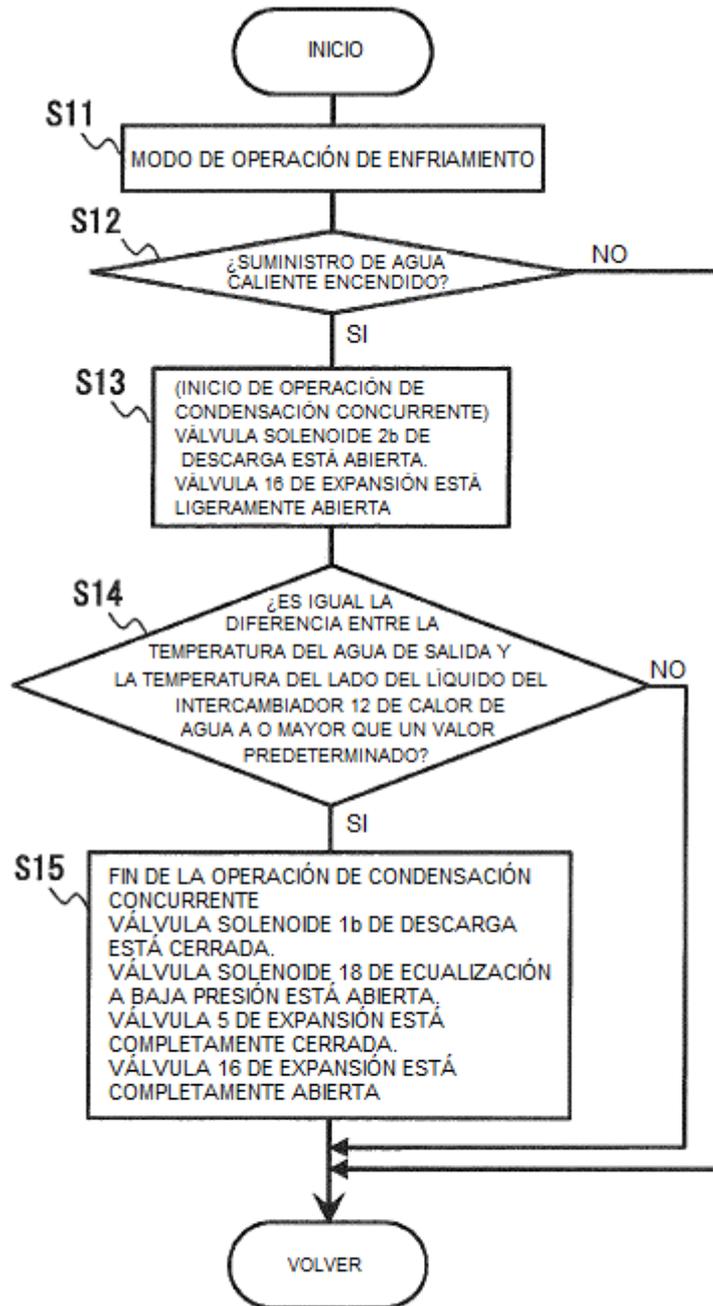


FIG. 13

FIG. 14

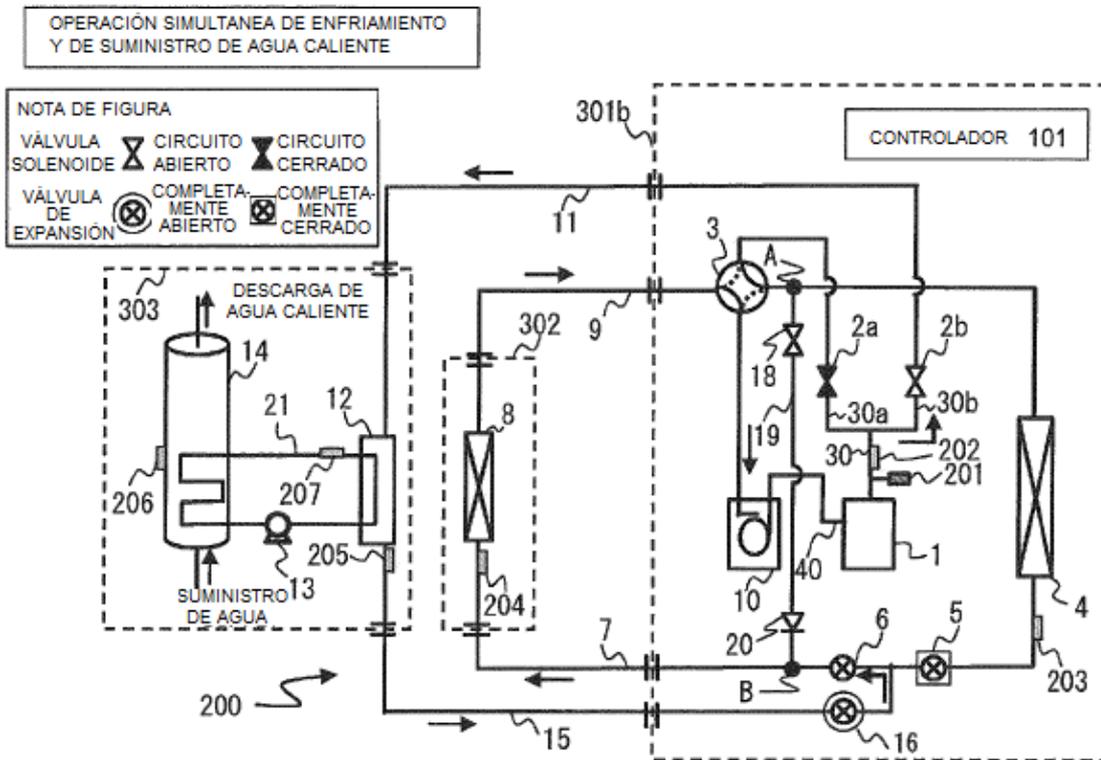


FIG. 15

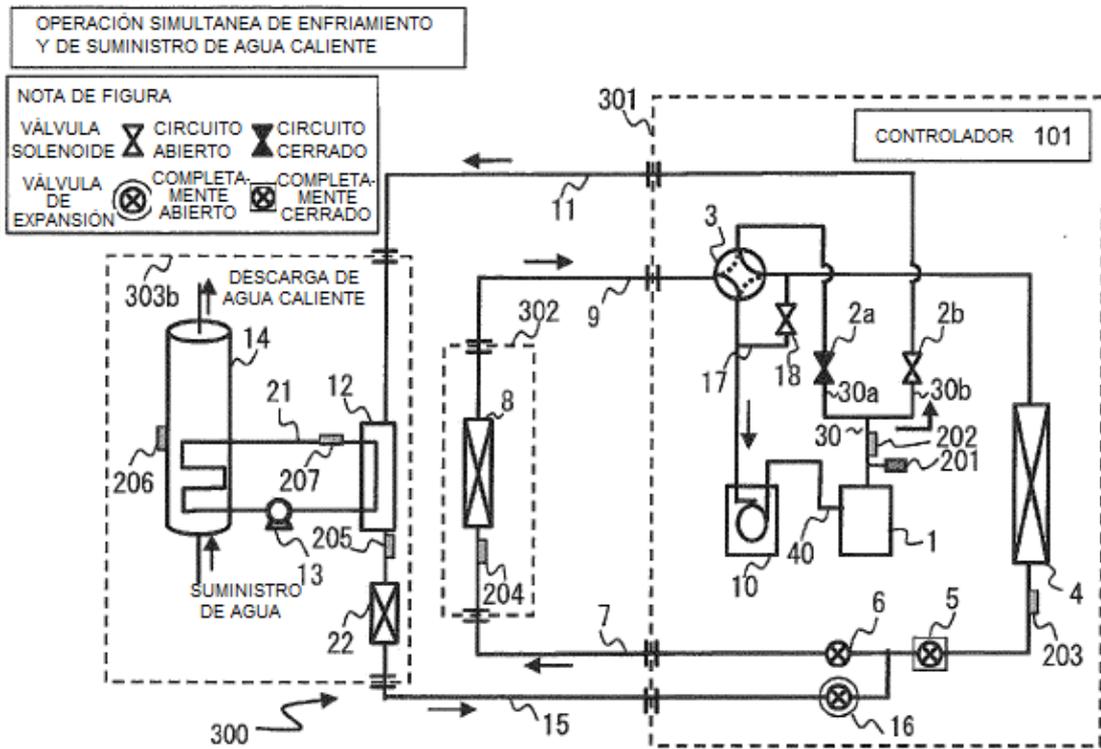


FIG. 16

