

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 900**

51 Int. Cl.:

F25B 1/10 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2009 PCT/JP2009/066484**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2011 WO11036741**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2009 E 09849772 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 2482003**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.10.2020

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

72 Inventor/es:
TAKAYAMA, KEISUKE;
SHIMAZU, YUSUKE;
KAKUDA, MASAYUKI;
NAGATA, HIDEAKI y
HATOMURA, TAKESHI

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

ES 2 790 900 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 que usa un refrigerante, tal como un fluido que se lleva a un estado supercrítico, y, particularmente, a un aparato de ciclo de refrigeración equipado con un expansor que recupera la energía de fluido como energía durante su proceso de expansión.

Antecedentes de la técnica

10 En la técnica relacionada, como aparato de ciclo de refrigeración equipado con un expansor que recupera energía de fluido como energía durante su proceso de expansión, por ejemplo, hay un aparato de ciclo de refrigeración equipado con un primer compresor que es impulsado por un motor eléctrico para comprimir refrigerante, un radiador que rechaza calor del refrigerante comprimido por el primer compresor, un expansor que descomprime el refrigerante que ha pasado a través del radiador, un evaporador en el que se evapora el refrigerante descomprimido por el expansor, y un segundo compresor que es impulsado por la energía de expansión recuperada en el expansor y tiene un lado de descarga conectado al lado de succión del primer compresor (por ejemplo, consúltese la bibliografía de patentes 1).

15 Además, hay un aparato de ciclo de refrigeración equipado con un primer compresor, un radiador que rechaza calor del refrigerante comprimido por el primer compresor, un expansor que descomprime el refrigerante que ha pasado a través del radiador, un evaporador en el que se evapora el refrigerante descomprimido por el expansor, y un sobrealimentador (un segundo compresor) que eleva la presión del refrigerante evaporado en el evaporador y suministra el refrigerante al primer compresor (por ejemplo, consúltese la bibliografía de patentes 2).

20 **Lista de citas**

Bibliografía de patentes

Documento de patente 1: JP-2006-125790A (figura 4, Resumen)

Documento de patente 2: JP-2009-79850A (figura 2, Resumen)

Compendio de la invención

25 **Problema técnico**

30 En el aparato de ciclo de refrigeración de la técnica relacionada descrito en la bibliografía de patentes 1 anterior, en el lado de descarga del expansor se proporciona un intercambiador de calor de sobreenfriamiento que sobreenfría el refrigerante que fluye saliendo del expansor, y en el intercambiador de calor de sobreenfriamiento, entre porción de corriente principal y una porción de corriente secundaria a través de las que pasa el refrigerante, un extremo de la porción de corriente secundaria se conecta a una tubería de derivación derivada de una tubería que conecta el expansor y la porción de corriente principal a través de una válvula de expansión de sobreenfriamiento, y el otro extremo de la porción de corriente secundaria se conecta a un lado de succión del primer compresor. La eficiencia de un ciclo de refrigeración se puede mejorar sobreenfriando el refrigerante que fluye saliendo del expansor con el intercambiador de calor de sobreenfriamiento. Sin embargo, cuando en este circuito de derivación se abre la válvula de expansión de sobreenfriamiento, la presión en el lado de descarga del expansor no puede reducirse, y cuando aumenta el refrigerante que pasa por un intercambiador de calor exterior o un intercambiador de calor interior que funciona como radiador o evaporador, la presión de descarga de expansor puede aumentar en su lugar.

40 Además, en el aparato de ciclo de refrigeración de la técnica relacionada descrito en la bibliografía de patentes 2 anterior, se proporciona una ruta de derivación para desviar el refrigerante a un lado de succión del primer compresor desde un lado de descarga del expansor, y se proporciona una válvula de apertura/cierre en la ruta de bypass. Cuando arranca el primer compresor, el refrigerante en el circuito refrigerante desde una salida del expansor hasta una lumbrera de succión del segundo compresor se suministra al compresor no a través del segundo compresor sino a través de la ruta de derivación. De este modo, se evita la escasez de suministro del refrigerante al compresor en el momento del arranque y se aumenta el diferencial de presión entre el lado de succión y el lado de descarga del expansor, resolviendo así un mal arranque del expansor. Sin embargo, dado que la válvula de apertura/cierre se cierra con la detección del arranque del segundo compresor, después de que haya arrancado el segundo compresor, la rotación del segundo compresor y el expansor son desventajosamente inestables hasta que la presión de descarga de expansor alcanza una presión de expansión apropiada.

50 La invención se ha realizado para resolver el problema anterior, y un objeto de la misma es proporcionar un aparato de ciclo de refrigeración que pueda recuperar de forma estable la energía con un expansor.

Solución al problema

Un aparato de ciclo de refrigeración según la invención se define en la reivindicación 1. Incluye: un ciclo de refrigeración formado al conectar secuencialmente con tuberías un primer compresor que comprime un refrigerante, un radiador que rechaza calor del refrigerante comprimido por el primer compresor, un expansor que expande el refrigerante que ha pasado a través del radiador y recupera energía del refrigerante, y un evaporador que evapora el refrigerante expandido por el expansor; una primera tubería de derivación que tiene un extremo conectado a una tubería de descarga del expansor y el otro extremo conectado a una tubería entre el primer compresor y el evaporador; medios de detección de cantidad física que detectan una cantidad física del refrigerante a succionar en el expansor; una primera válvula de derivación provista en la primera tubería de derivación para controlar el caudal del refrigerante; y medios de control que controlan un grado de apertura de la primera válvula de derivación, en el que los medios de control determinan una presión de descarga apropiada del expansor sobre la base de la cantidad física detectada por los medios de detección de cantidad física y abren la primera válvula de derivación cuando una presión a la que el expansor descarga el refrigerante es mayor que la presión de descarga apropiada determinada.

Efectos ventajosos de la invención

Según el aparato del ciclo de refrigeración relacionado con la invención, cuando la presión de descarga de expansor es mayor que la presión de descarga apropiada debido al estado de funcionamiento del aparato del ciclo de refrigeración, la primera válvula de derivación se abre para derivar el refrigerante de la tubería de descarga del expansor al lado de succión del primer compresor. Por lo tanto, la presión de descarga de expansor puede hacerse baja. Esto puede evitar que el expansor se expanda en exceso y puede estabilizar la rotación del expansor.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de circuito de refrigerante durante un funcionamiento enfriando de un aparato de aire acondicionado equipado con un aparato de ciclo de refrigeración según la realización 1 de la invención.

La figura 2 es un diagrama P-h que muestra el funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de circuito de refrigerante durante un funcionamiento calentando del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención.

La figura 4 es un diagrama P-h que muestra el funcionamiento calentando del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un expansor de espiral integral con un segundo compresor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención.

La figura 6 es una vista que muestra esquemáticamente la distribución de una carga de empuje que actúa en el lado de segundo compresor y la distribución de una carga de empuje que actúa en el lado de expansor en los puntos de diseño del segundo compresor y el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención.

La figura 7 es un diagrama P-h que muestra un funcionamiento enfriando cuando el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención se expande en exceso.

La figura 8 es un diagrama P-v cuando el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención se somete a un proceso de expansión apropiado.

La figura 9 es un diagrama P-v cuando el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención sufre un proceso de sobreexpansión.

La figura 10 es una vista que muestra esquemáticamente la distribución de una carga de empuje que actúa en el lado de segundo compresor y la distribución de una carga de empuje que actúa en el lado de expansor, cuando el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención sufre el proceso de sobreexpansión.

La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento para evitar que el expansor del aparato de aire acondicionado según la realización 1 de la invención se expanda en exceso.

La figura 12 es una vista que muestra un ejemplo de la relación de una presión de descarga apropiada P_o con la presión de succión y la temperatura de succión del expansor según la realización 1 de la invención.

La figura 13 es un diagrama P-h que muestra un ejemplo del estado de funcionamiento durante un funcionamiento enfriando cuando se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor según la realización 1 de la invención se expanda en exceso.

La figura 14 es un diagrama P-v que muestra un proceso de expansión cuando la presión de succión del expansor según la realización 1 de la invención se vuelve baja.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento para evitar que un expansor de un aparato de aire acondicionado equipado con un aparato de ciclo de refrigeración según la realización 2 de la invención se expanda en exceso.

5 La figura 16 es una vista que muestra cambios en la Alta Presión y la presión de descarga de expansor cuando arranca el aparato de aire acondicionado según la realización 2 de la invención.

La figura 17 es un diagrama de circuito de refrigerante durante un funcionamiento enfriando de un aparato de aire acondicionado equipado con un aparato de ciclo de refrigeración según la realización 3 de la invención.

La figura 18 es un diagrama P-h que muestra el funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado según la realización 3 de la invención.

10 Descripción de las realizaciones

Realización 1

15 La figura 1 es un diagrama de circuito de refrigerante durante un funcionamiento enfriando de un aparato de aire acondicionado equipado con un aparato de ciclo de refrigeración según la realización 1 de la invención. La figura 2 es un diagrama de circuito de refrigerante durante el funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado de la figura 1.

20 El aparato de aire acondicionado de la figura 1 está equipado con un aparato de ciclo de refrigeración que se forma conectando secuencialmente mediante tuberías un primer compresor 1 que es impulsado por un motor eléctrico para comprimir un refrigerante, un segundo compresor 2, un intercambiador de calor exterior 4, un expansor 8 que expande el refrigerante que pasa a través de él y recupera energía del refrigerante, y un intercambiador de calor interior 32. El segundo compresor 2 y el expansor 8 se acoplan juntos con un árbol de impulsión 52, y el segundo compresor 2 es impulsado a través del árbol de impulsión 52 por la energía recuperada por el expansor 8.

25 El intercambiador de calor exterior 4 se convierte en un radiador en el que un refrigerante interno rechaza calor durante un funcionamiento enfriando, y se convierte en un evaporador en el que el refrigerante interno se evapora durante un funcionamiento calentando. Además, el intercambiador de calor interior 32 se convierte en un evaporador en el que el refrigerante interno se evapora durante un funcionamiento enfriando, y se convierte en un radiador en el que el refrigerante interno rechaza calor durante un funcionamiento calentando.

Además, este aparato de aire acondicionado está equipado con una tubería de derivación 24 que deriva el refrigerante a una tubería de entrada 27 de un acumulador 11 desde una tubería de descarga 23 del expansor 8, y una válvula de derivación 10 que ajusta el caudal del refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 24.

30 Además, en este aparato de aire acondicionado, como refrigerante se usa dióxido de carbono, y en comparación con refrigerantes de clorofluorocarbono convencionales, este dióxido de carbono tiene un energía de agotamiento de ozono cero y un bajo energía de calentamiento global.

35 En la Realización 1, el primer compresor 1, el segundo compresor 2, una primera válvula de cuatro vías 3 que es un dispositivo de conmutación de flujo de refrigerante, el intercambiador de calor exterior 4, una segunda válvula de cuatro vías 6 que es un dispositivo de conmutación de flujo de refrigerante, una válvula de preexpansión 7, el expansor 8, una válvula de derivación 5, la válvula de derivación 10 y el acumulador 11 se alojan en una unidad exterior 101. Una válvula de expansión 31a y un intercambiador de calor interior 32a se alojan en una unidad interior 102a, y una válvula de expansión 31b y un intercambiador de calor interior 32b se alojan en una unidad interior 102b. Un dispositivo de control 103 que controla el control general del aparato de aire acondicionado también se aloja en la unidad exterior 101. Además, aunque el número de unidades interiores 102 (intercambiadores de calor interiores 32) se establece en dos en la Realización 1, el número de unidades interiores 102 es arbitrario. Además, la unidad exterior 101 y las unidades interiores 102a y 102b se conectan entre sí por una tubería de líquido 28 y una tubería de gas 29.

45 El primer compresor 1 es impulsado por un motor eléctrico (no mostrado) para comprimir y descargar el refrigerante succionado. El segundo compresor 2 y el expansor 8 se alojan en un contenedor 51. El segundo compresor 2 se conecta al expansor 8 a través del árbol de impulsión 52, y la energía generada en el expansor 8 es recuperada por el árbol de impulsión 52 y se transfiere al segundo compresor 2. Por lo tanto, el segundo compresor 2 succiona el refrigerante descargado desde el primer compresor 1, y comprime aún más el refrigerante.

50 La primera válvula de cuatro vías 3 se proporciona en un canal de refrigerante entre el intercambiador de calor exterior 4, el segundo compresor 2, el intercambiador de calor interior 32 y el acumulador 11. Además, la segunda válvula de cuatro vías 6 se proporciona en un canal de refrigerante entre el intercambiador de calor exterior 4, el expansor 8 y el intercambiador de calor interior 32. La primera válvula de cuatro vías 3 y la segunda válvula de cuatro vías 6 se conmutan según el modo de funcionamiento enfriando o calentando, sobre la base de un instrucción del dispositivo de control 103, y conmuta la ruta de refrigerante.

Durante un funcionamiento enfriando, el refrigerante fluye secuencialmente desde el segundo compresor 2 al intercambiador de calor exterior 4, el expansor 8, el intercambiador de calor interior 32, el acumulador 11 y el primer compresor 1, y regresa al segundo compresor 2.

5 Durante un funcionamiento calentando, el refrigerante fluye secuencialmente desde el segundo compresor 2 al intercambiador de calor interior 32, el expansor 8, el intercambiador de calor exterior 4, el acumulador 11 y el primer compresor 1, y regresa al segundo compresor 2.

La dirección de flujo del refrigerante que pasa a través del expansor 8 y el segundo compresor 2 se hace que sea la misma independientemente del funcionamiento enfriando y el funcionamiento calentando por la primera válvula de cuatro vías 3 y la segunda válvula de cuatro vías 6.

10 El intercambiador de calor exterior 4 tiene, por ejemplo, un tubo de transferencia de calor a través del que fluye el refrigerante y aletas (no mostradas) para aumentar el área de transferencia de calor entre el refrigerante que fluye a través del tubo de transferencia de calor y el aire exterior, e intercambia calor entre refrigerante y aire (aire exterior). Por ejemplo, el intercambiador de calor exterior funciona como evaporador durante un funcionamiento calentando, y evapora el refrigerante y lo gasifica. Por otro lado, el intercambiador de calor exterior funciona como condensador o
15 un enfriador de gas (en lo sucesivo denominado condensador) durante un funcionamiento enfriando. Dependiendo de las circunstancias, el intercambiador de calor exterior no gasifica ni licúa el refrigerante por completo, sino que lleva al refrigerante a un estado de mezcla de dos fases (refrigerante de dos fases gas-líquido) de líquido y gas. El acumulador 11 funciona para reservar el exceso de refrigerante en un ciclo de refrigeración o para evitar que el primer compresor 1 sea dañado por el retorno del refrigerante líquido al primer compresor 1 en grandes cantidades.

20 Un canal de refrigerante 22 entre la segunda válvula de cuatro vías 6 y una entrada del expansor 8 está provisto de la válvula de preexpansión 7 que ajusta el caudal del refrigerante que pasa a través del expansor 8. Un canal de refrigerante 23 entre una salida del expansor 8 y la segunda válvula de cuatro vías 6 está provista de una válvula de retención 9 que dispone la dirección en la que fluye el refrigerante para que sea una dirección. Un canal de refrigerante entre el intercambiador de calor exterior 4 y el intercambiador de calor interior 32 está provisto de una tubería de derivación 25 que evita la segunda válvula de cuatro vías 6, la válvula de preexpansión 7, el expansor 8 y la válvula de retención 9, y la válvula de derivación 5 que ajusta el caudal del refrigerante que pasa a través de la tubería de derivación 25. Al ajustar la válvula de preexpansión 7 y la válvula de derivación 5, el caudal del refrigerante que pasa a través del expansor se puede ajustar para controlar la presión en un lado de alta presión y mantener un ciclo de refrigeración en un estado altamente eficiente. Debe observarse que la presión en el lado de alta presión puede controlarse por otros métodos, sin limitarse al ajuste de la válvula de preexpansión 7 y la válvula de derivación 5.
30

La tubería de derivación 24 que deriva la válvula de expansión 31 y el intercambiador de calor interior 32, y la válvula de derivación 10 que ajusta el caudal del refrigerante que pasa a través de la tubería de derivación 24 se proporcionan entre la salida de refrigerante del expansor 8 y el entrada de refrigerante del acumulador 11.

35 Una salida de refrigerante del segundo compresor 2 está provista de un sensor de presión 81 que detecta la presión del refrigerante que ha salido del segundo compresor 2, la salida de refrigerante del expansor 8 está provista de un sensor de presión 82 que detecta la presión del refrigerante que ha salido del expansor 8, el canal de refrigerante entre la segunda válvula de cuatro vías 6 y la válvula de expansión 31 está provisto de un sensor de presión 83 que detecta la presión del refrigerante que fluye entrando a la válvula de expansión 31 o la presión del refrigerante que ha salido de la válvula de expansión 31, una entrada de refrigerante del primer compresor 1 está provista de un sensor de presión 84 que detecta la presión del refrigerante que fluye entrando al primer compresor 1, y la entrada de refrigerante del expansor 8 está provista de un sensor de presión 85 que detecta la presión del refrigerante que fluye entrando al expansor 8.
40

45 Además, las posiciones de los sensores de presión 81, 82, 83, 84 y 85 no se limitan a lo anterior siempre que estén posicionadas donde la presión del refrigerante que ha salido del segundo compresor 2, la presión del refrigerante que ha salido del expansor 8, la presión del refrigerante que fluye entrando a la válvula de expansión 31 o la presión del refrigerante que ha salido de la válvula de expansión 31, la presión del refrigerante que fluye entrando al primer compresor 1, y la presión del refrigerante que fluye entrando al expansor 8 puedan detectarse respectivamente. Además, siempre que se pueda estimar la presión, los sensores de presión 81, 82, 83, 84 y 85 pueden ser sensores de temperatura que estiman la temperatura del refrigerante.

50 La entrada de refrigerante del expansor 8 está provista de un sensor de temperatura 91 que detecta la temperatura del refrigerante que fluye entrando al expansor 8 y la tubería entre el intercambiador de calor exterior 4 y la segunda válvula de cuatro vías 6 y la válvula de derivación 5 está provista de un sensor de temperatura 92 que detecta la temperatura del refrigerante que ha salido del intercambiador de calor exterior 4 o del refrigerante que fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4. Debe observarse que la posición de los sensores de temperatura 91 y 92 no se limita a lo anterior siempre que se posicionen donde la temperatura del refrigerante que fluye entrando al expansor 8, y la temperatura del refrigerante que fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4 o el refrigerante que ha salido del intercambiador de calor exterior 4 se puedan detectar respectivamente.
55

ES 2 790 900 T3

El intercambiador de calor interior 32 tiene, por ejemplo, un tubo de transferencia de calor a través del que fluye el refrigerante y aletas (no mostradas) para aumentar el área de transferencia de calor entre el refrigerante que fluye a través del tubo de transferencia de calor y el aire exterior, e intercambia calor entre el refrigerante y aire (aire exterior). Por ejemplo, el intercambiador de calor interior funciona como evaporador durante un funcionamiento enfriando, y evapora el refrigerante y lo gasifica. Por otro lado, el intercambiador de calor interior funciona como condensador o enfriador de gas (en adelante denominado condensador) durante un funcionamiento calentando.

La válvula de expansión 31a se conecta al intercambiador de calor interior 32a, y la válvula de expansión 31b se conecta al intercambiador de calor interior 32b. Las válvulas de expansión 31a y 31b controlan los caudales de los refrigerantes que fluyen entrando a los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b. Cuando el refrigerante no es descomprimido suficientemente por el expansor 8, las válvulas de expansión 31a y 31b ajustan la presión alta-baja.

<Modo de funcionamiento>

A continuación, se describirá el funcionamiento durante un funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado según la realización 1 haciendo referencia al diagrama de circuito de refrigerante de la figura 1 y al diagrama P-h de la figura 2. Obsérvese que los símbolos A a K de las figuras 1 y 2 se corresponden entre sí. Además, en los dibujos descritos más adelante, los símbolos respectivos en los circuitos de refrigerante y los diagramas P-h correspondientes también se corresponderán con lo anterior. Ahora, las presiones altas/bajas en el ciclo de refrigeración o similares no se basan en la relación con una presión de referencia; las presiones alta/baja deben ser una expresión de presiones relativas resultantes de la compresión por el primer compresor 1 y el segundo compresor 2, la descompresión por la válvula de derivación 5 o el expansor 8, o similar. Además, lo mismo también será cierto para temperaturas altas/bajas. Además, aquí, la válvula de derivación 10 debe estar cerrada, y el refrigerante no debe fluir a través de la tubería de derivación 24.

Durante un funcionamiento enfriando, primero, un refrigerante a baja presión succionado en el primer compresor 1 se comprime y se vuelve a alta temperatura y media presión (del Estado A al Estado B).

El refrigerante descargado desde el primer compresor 1 se succiona al segundo compresor 2, y se comprime adicionalmente volverse de alta temperatura y presión (del Estado B al Estado C).

El refrigerante descargado desde el segundo compresor 2 pasa a través de la primera válvula de cuatro vías 3 y fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4.

El refrigerante que ha irradiado calor y transferido calor al aire exterior en el intercambiador de calor exterior 4 se vuelve de baja temperatura y alta presión (del Estado C al Estado D).

El refrigerante que ha salido del intercambiador de calor exterior 4 se ramifica en una ruta dirigida a la segunda válvula de cuatro vías 6 y una ruta dirigida a la válvula de derivación 5.

El refrigerante que ha pasado a través de la segunda válvula de cuatro vías 6 pasa a través de la válvula de preexpansión 7 (del Estado D al Estado E), es succionado y descomprimido a Baja Presión por el expansor 8, y se vuelve de sequedad baja (del Estado E al Estado F).

En este momento, en el expansor 8, se genera energía con la descompresión del refrigerante, es recuperada por el árbol de impulsión 52, se transfiere al segundo compresor 2 y se usa para comprimir el refrigerante con el segundo compresor 2.

Después de que el refrigerante descargado desde el expansor 8 pase a través de la válvula de retención 9 y la segunda válvula de cuatro vías 6, el refrigerante fluye hacia la válvula de derivación 5 y se fusiona con el refrigerante que ha pasado a través de la tubería de derivación 25 (del Estado F al Estado G), sale de la unidad exterior 101, y pasa a través de la tubería de líquido 28, fluye entrando a las unidades interiores 102a y 102b, y fluye entrando a las válvulas de expansión 31a y 31b.

El refrigerante se descomprime aún más en las válvulas de expansión 31a y 31b (del Estado G al Estado I).

El refrigerante que ha salido de las válvulas de expansión 31a y 31b retira calor del aire interior y se evapora en los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b, y se vuelve de sequedad alta y mientras todavía es de presión baja (del Estado I al Estado J).

De este modo, el aire interior se enfría.

Un refrigerante que ha salido de los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b sale de las unidades interiores 102a y 102b, pasa a través la tubería de gas 29, fluye entrando a la unidad exterior 101, pasa a través la primera válvula de cuatro vías 3, fluye entrando el acumulador 11, y nuevamente es succionado al primer compresor 1.

Al repetir el funcionamiento descrito anteriormente, el calor del aire interior se transfiere al aire exterior, y el interior de una habitación se enfría.

ES 2 790 900 T3

A continuación, se describirá el funcionamiento durante un funcionamiento calentando del aparato de aire acondicionado según la realización 1 con referencia al diagrama de circuito de refrigerante de la figura 3 y un diagrama de Ph de la figura 4. Obsérvese que, aquí, la válvula de derivación 10 deberá estar cerrado y el refrigerante no debe fluir a través de la tubería de derivación 24.

- 5 Durante un funcionamiento calentando, primero, se comprime un refrigerante a baja presión succionado en el primer compresor 1, y se vuelve de alta temperatura y de media presión (del Estado A al Estado B).

El refrigerante descargado desde el primer compresor 1 se succiona al segundo compresor 2, y se comprime adicionalmente para volverse de alta temperatura y alta presión (del Estado B al Estado J).

- 10 El refrigerante descargado desde el segundo compresor 2 pasa a través de la primera válvula de cuatro vías 3 y sale de la unidad exterior 101.

El refrigerante que ha salido de la unidad exterior 101 pasa a través de la tubería de gas 29, fluye entrando a las unidades interiores 102a y 102b, y fluye entrando a los intercambiadores de calor interiores 32a y 2b. El refrigerante que rechazó calor y transfirió calor al aire interior en los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b se vuelve de baja temperatura y alta presión (del Estado J al Estado I).

- 15 El refrigerante que ha salido de los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b se descomprime en las válvulas de expansión 31a y 31b (del estado I al estado G).

El refrigerante que ha salido de las válvulas de expansión 31a y 31b sale de las unidades interiores 102a y 102b, pasa a través de la tubería de líquido 28, fluye entrando a la unidad exterior 101 y se ramifica a la ruta dirigido a la segunda válvula de cuatro vías 6 y la ruta dirigida a la válvula de derivación 5.

- 20 El refrigerante que ha pasado a través de la segunda válvula de cuatro vías 6 pasa a través de la válvula de preexpansión 7 (del Estado G al Estado E), fluye entrando y es descomprimido a Baja Presión por el expansor 8, y se vuelve de sequedad baja (del Estado E al Estado F). En este momento, en el expansor 8, se genera energía con la descompresión del refrigerante, es recuperada por el árbol de impulsión 52, se transfiere al segundo compresor 2 y se usa para comprimir el refrigerante con el segundo compresor 2.

- 25 Después de que el refrigerante que ha salido del expansor 8 pasa a través de la válvula de retención 9 y la segunda válvula de cuatro vías 6, el refrigerante fluye hacia la válvula de derivación 5 y se fusiona con el refrigerante que ha pasado a través de la tubería de derivación 25 (desde el estado F al estado D), y fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4.

- 30 En el intercambiador de calor exterior 4, el refrigerante retira calor del aire exterior y se evapora, y se vuelve de sequedad alta mientras que todavía tiene baja presión (del Estado D al Estado C).

El refrigerante que ha salido del intercambiador de calor exterior 4 pasa a través de la primera válvula de cuatro vías 3, fluye entrando al acumulador 11 y se succiona nuevamente entrando al primer compresor 1.

Al repetir el funcionamiento descrito anteriormente, el calor del aire exterior se transfiere al aire interior, y el interior de una habitación se calienta.

- 35 A continuación, se describirán la estructura y el funcionamiento de un expansor de espiral 8 y un segundo compresor de espiral 2 como ejemplos del segundo compresor 2 y el expansor 8. Obsérvese que el segundo compresor 2 y el expansor 8 pueden ser otros tipos de desplazamiento positivo sin limitarse al tipo de espiral.

- 40 La figura 5 es una vista en sección transversal del expansor de espiral 8 integral con el segundo compresor 2. El expansor 8 que expande el refrigerante y recupera energía se compone de dientes en voluta 67 de una espiral fija 59 del expansor, y dientes en voluta 65 en la cara inferior de una espiral orbital 57. Además, el segundo compresor 2 que comprime el refrigerante por la energía recuperada en el expansor 8 se compone de dientes en voluta 66 de una espiral fija 58 del compresor y dientes en voluta 64 en la cara superior de la espiral orbital 57. Es decir, dado que los dientes en voluta 65 del expansor 8 y los dientes en voluta 64 del segundo compresor 2 se forman integralmente de forma consecutiva en dos caras de una placa base común en la espiral orbital 57, puede tener lugar compresión en un lado y puede tener lugar expansión en el otro lado, cuando se impulsa la espiral orbital 57.

- 45 Un refrigerante de alta temperatura y presión media descargado desde el primer compresor 1 se succiona en una tubería de succión 53 del segundo compresor 2, y se introduce en el lado periférico exterior del segundo compresor 2 formado por los dientes en voluta 66 de la espiral fija 58 del compresor, y los dientes en voluta 64 de la espiral orbital 57. Luego, al orbitar la espiral orbital 57, el refrigerante se mueve gradualmente hacia el lado periférico interno en el segundo compresor 2 y se comprime a alta temperatura y Alta Presión. El refrigerante comprimido se descarga desde una tubería de descarga 54 del segundo compresor 2.

- 50 Por otro lado, un refrigerante a alta presión enfriado en el intercambiador de calor exterior 4 o el intercambiador de calor interior 32 se succiona a un tubo de succión 55 del expansor 8, y se introduce en el lado periférico interno del expansor 8 formado por los dientes en voluta 67 de la espiral fija del expansor y los dientes en voluta 65 de la espiral

orbital 57. Luego, al orbitar la espiral orbital 57, el refrigerante se mueve gradualmente hacia el lado periférico exterior en el expansor 8 y se expande hacia Baja Presión. El refrigerante expandido se descarga desde un tubería de descarga 56 del expansor 8. La energía de expansión del refrigerante en el expansor 8 se recupera a través del árbol de impulsión 52, se transfiere al segundo compresor 2 y se usa como energía de compresión.

5 El mecanismo mencionado anteriormente constituido por el segundo compresor 2 y el expansor 8 se aloja en el recipiente 51.

Ahora, se describirá una carga de empuje (carga axial) que actúa sobre la espiral orbital 57. La figura 6 muestra esquemáticamente la distribución de las cargas de empuje del segundo compresor 2 y el expansor 8 que actúan sobre el lado del segundo compresor 2 y el lado de expansor en los puntos de diseño del segundo compresor 2. La carga de empuje que actúa sobre el lado del segundo compresor 2 es la fuerza que presiona la espiral orbital 57 hacia la espiral fija 59 del expansor 8. La carga de empuje que actúa en el lado del expansor 8 es la fuerza que presiona la espiral orbital 57 hacia la espiral fija 58 del segundo compresor 2.

Además, como se muestra en la distribución de presión interna de espiral, la presión de descarga del segundo compresor 2 se indicará como Alta Presión, la presión de succión del segundo compresor 2 se indicará como Presión Media, y la presión de descarga del expansor 8 se indicará como Baja Presión. Ahora, la presión de referencia de la fuerza de presión será la Baja Presión.

Primero, se obtendrá una carga de empuje que actúa sobre el segundo compresor 2 por el refrigerante comprimido por el segundo compresor 2. El área en la que la espiral orbital 57 recibe la carga del refrigerante comprimido en el segundo compresor 2 se define como Sc [mm²]. Suponiendo el valor medio de Media Presión PM-Baja Presión PL [MPa], que es una diferencia entre la presión en el lado periférico exterior del segundo compresor 2 y la presión de referencia, y Alta Presión PH-Baja Presión PL [MPa], que es una diferencia entre la presión en el lado periférico interno y la presión de referencia, actúa sobre el área Sc , la carga de empuje F_{thc} [N] del segundo compresor 2 puede obtenerse mediante la Fórmula (1).

$$F_{thc} = (PH + PM - 2PL) / 2 \cdot Sc \quad (1)$$

A continuación, se obtendrá la carga de empuje que actúa sobre el expansor 8 por el refrigerante que se expande en el expansor 8. El área en la que la espiral orbital 57 recibe la carga del refrigerante que se expande en el expansor 8 se define como Se [mm²]. Dado que el lado periférico externo del expansor 8 tiene la misma Baja Presión que la presión de referencia, suponiendo $1/2$ de Alta Presión PH-Baja Presión PL [MPa], que es una diferencia entre la presión en el lado periférico interno y la referencia presión, actúa sobre el área Se , la carga de empuje F_{the} [N] del expansor 8 puede obtenerse mediante la Fórmula (2).

$$F_{the} = (PH - PL) / 2 \cdot Se \quad (2)$$

Suponiendo que la dirección de la carga de empuje F_{thc} que va a presionar la espiral orbital 57 hacia la espiral fija 59 del expansor 8 es positiva, F_{the} y F_{thc} se convierten en cargas en sentidos opuestos, y la carga de empuje F_{th} que actúa sobre la espiral orbital 57 puede ser la Fórmula (3).

$$F_{th} = F_{thc} - F_{the} \quad (3)$$

Quando la carga de empuje F_{th} es excesivamente grande, las puntas de los dientes 72 de los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57 se presionan contra la espiral fija 59 del expansor y la fricción entre la espiral orbital 57 y la espiral fija 59 del expansor se vuelve grande. Como resultado, la energía a recuperar en el expansor 8 se perderá como pérdida por fricción.

40 Cuando los valores medios de la distribución de presión se comparan con las Fórmulas (1) y (2), está claro que se cumple la siguiente fórmula.

$$(PH + PM - 2PL) / 2 > (PH - PL) / 2 \quad (4)$$

Si se establece estructuralmente $Se > Sc$, F_{th} puede hacerse pequeño. En los puntos de diseño de la figura 6, F_{th} se hace pequeño de tal manera que las puntas de dientes 72 de los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57 se presionan moderadamente contra la espiral fija 59 del expansor, haciendo así pequeña la fricción entre la espiral orbital 57 y la espiral fija 59 del expansor.

<Funcionamiento para evitar que el expansor se expanda en exceso>

Durante el funcionamiento del aparato de aire acondicionado, cuando cambia el número de unidades interiores funcionando 102 y la carga fluctúa de forma transitoria, el equilibrio de los caudales entre el expansor 8 y el segundo compresor 2 puede verse interrumpido, y la rotación del segundo el compresor 2 y el expansor 8 pueden volverse inestables. Por ejemplo, como en el caso descrito anteriormente, la disminución transitoria de la frecuencia de rotación

del segundo compresor 2 y el expansor 8 actúan como resistencia contra la circulación del refrigerante y aumentará la Alta Presión.

5 Ahora, un estado de funcionamiento durante un funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado cuando la Alta Presión del aparato de aire acondicionado ha aumentado de forma transitoria se muestra en un diagrama Ph de la figura 7. La presión de descarga (estado C2) del segundo compresor 2 y la presión de descarga (estado D2) del intercambiador de calor exterior 4 aumentan.

10 Ahora, se describirán cambios de presión y volumen durante el proceso de expansión del expansor 8. La figura 8 es un diagrama Pv durante un proceso de expansión apropiado en el que la salida del expansor 8 se lleva a un estado F, y la figura 9 es un diagrama Pv durante un proceso de sobreexpansión en el que la salida del expansor 8 se lleva a un estado F2. En el proceso de expansión apropiado de la figura 8, el refrigerante es succionado en el estado de presión PH y volumen V_{ei} y es separado, por los dientes en voluta 67 de la espiral fija del expansor y los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57, y el refrigerante separado se descomprime mientras el volumen V aumenta. Luego, cuando el volumen V, separado por los dientes en voluta 67 de la espiral fija del expansor y los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57, se convierte en V_o , que es su volumen máximo, la expansión se completa, la presión se convierte en P_o . P_o es un estado en el que la presión es la más baja dentro del expansor. P_o es la presión obtenida por la presión de succión PH del expansor 8 y la relación de volumen de expansión V_i/V_o del expansor 8, suponiendo que ocurre expansión adiabática dentro del expansor 8. Después de que el volumen V se convierte en V_o , el refrigerante, separado por los dientes en voluta 67 de la espiral fija 59 del expansor y los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57, pasa a través del tubería de descarga 56 del expansor 8, y se abren a la Baja Presión PL. En los puntos de diseño del expansor, la presión P_o a la que finaliza la expansión y el Baja Presión PL son casi iguales.

15 Por otro lado, durante el proceso de sobreexpansión en la figura 9, la presión de descarga PL2 del expansor 8 es mayor que P_{o2} (presión de descarga apropiada) a la que la presión se vuelve la más baja durante el proceso de expansión del expansor 8. Durante el proceso de sobreexpansión de la figura 9, cuando el refrigerante, separado por los dientes en voluta 67 de la espiral fija 59 del expansor y los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57, se abre a la tubería de descarga 56 del expansor 8 desde P_{o2} en la que la presión se vuelve más baja, la presión aumenta hasta la Baja Presión PL2. Como se mencionó anteriormente, la presión de descarga PL2 del expansor 8 que es mayor que la presión de descarga apropiada P_{o2} se denomina sobreexpansión. Para evitar la sobreexpansión, puede realizarse la operación de reducir apropiadamente la presión de descarga del expansor 8 de tal manera que la presión de descarga del expansor 8 no se vuelva mayor que la presión de descarga apropiada.

20 La figura 10 muestra esquemáticamente la distribución de las cargas de empuje del segundo compresor 2 y el expansor 8 que actúan sobre el lado del segundo compresor 2 y el lado del expansor 8, cuando la Alta Presión es PH2, la Presión Media es PM2 y la Baja Presión es PL2. En este momento, la Fórmula (5) puede obtener una carga de empuje F_{thc2} [N] que actúa en el lado del segundo compresor 2 de la espiral orbital 57, de la misma manera que la Fórmula (1).

35
$$F_{thc2} = (PH2 + PM2 - 2PL2) / 2 \cdot Sc \quad (5)$$

40 Sin embargo, la presión de la periferia exterior de la espiral orbital 57 en el lado del expansor 8 es la presión P_{o2} a la que finaliza la expansión, que es menor que la Baja Presión PL2. Es decir, dado que la fuerza en sentido opuesto al lado periférico interno actúa en el lado periférico externo de la espiral orbital 57, una carga de empuje F_{the2} que actúa sobre los dientes en voluta 65 de la espiral orbital 57 se expresa por la Desigualdad (6), que es más pequeña que la obtenida por la Fórmula (2).

$$F_{the2} < (PH2 - PL2) / 2 \cdot Se \quad (6)$$

45 Por lo tanto, incluso si la carga de empuje F_{th} se diseña para ser pequeña según la Fórmula (3), cuando se produce un proceso de sobreexpansión en el lado del expansor 8 como se muestra en las figuras 9 y 10, F_{thc2} se vuelve más grande que F_{the2} desde el punto de diseño. Como resultado, aumenta la fuerza con la que se presiona la espiral orbital 57 contra la espiral fija 59 del expansor.

Cuando aumenta la fuerza con la que se presiona la espiral orbital 57 contra la espiral fija 59 del expansor, aumenta la fricción entre la espiral orbital 57 y la espiral fija 59 del expansor, que actúa como resistencia mientras la espiral orbital 57 está orbitando, y, en consecuencia, se perderá energía de expansión como pérdida por fricción. Además, si la fricción se vuelve excesivamente grande, la frecuencia de rotación disminuirá.

50 Cuando el proceso de expansión del expansor 8 se convierte en un proceso de sobreexpansión, ya que el refrigerante se comprime a partir de la presión P_{o2} , en la que finaliza la expansión, hasta que el refrigerante se abre a la Baja Presión PL2, la energía recuperada en el expansor 8 disminuye en consecuencia, y disminuye la fuerza de impulsión del segundo compresor 2. Entonces, la frecuencia de rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8 disminuye aún más.

Como se describió anteriormente, si disminuye la frecuencia de rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8, el segundo compresor 2 y el expansor 8 actuarán como resistencia cuando circula el refrigerante. Por lo tanto, esto provoca un problema porque la Alta Presión PH del aparato de aire acondicionado aumenta excesivamente.

5 Por lo tanto, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, que es un aparato de ciclo de refrigeración, la presión de descarga del expansor 8 se reduce mediante el siguiente método, evitando la sobreexpansión durante el proceso de expansión en el expansor 8. Específicamente, la tubería de derivación 24 que deriva el refrigerante desde la tubería de descarga 23 del expansor 8 a la tubería de entrada 27 del acumulador 11, y se proporciona la válvula de derivación 10 que ajusta la cantidad de derivación del refrigerante a la tubería de derivación 24. Como
10 anteriormente, al conectar el lado de descarga del expansor 8 al lado de succión del primer compresor 1 que tiene la menor presión dentro del ciclo de refrigeración, puede reducirse la presión de descarga del expansor 8 y, además, puede evitarse la sobreexpansión durante el proceso de expansión en el expansor 8.

Además, la válvula de retención 9 se proporciona más aguas abajo que una lumbrera de conexión de la tubería de derivación 24 en la tubería de descarga 23 del expansor 8. Como se desprende de la figura 2, entre el estado F del refrigerante en el lado de entrada de la válvula de retención 9 y el estado G del refrigerante en el lado de salida, el
15 estado G tiene mayor presión. Aunque el refrigerante fluye a un lado de menor presión desde un lado de presión más alta, esto es impedido por la válvula de retención 9. Es decir, la válvula de retención 9 evita que el refrigerante que ha pasado a través de la tubería de derivación 25 fluya desde el Punto G al Punto F en la figura 1, para que no pase a través de la tubería de derivación 24 y no fluya hacia el acumulador 11.

En virtud de la configuración descrita anteriormente, la presión de descarga del expansor 8 puede hacerse baja incluso si el aparato de aire acondicionado está funcionando en un estado en el que la presión de descarga del expansor 8 se
20 vuelve alta.

A continuación, se describirá el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso en el aparato de aire acondicionado según la realización 1. La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento para evitar que el expansor se expanda en exceso, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1. Debe observarse que, a continuación, la presión P detectada por un determinado sensor de presión puede ser, utilizando el
25 símbolo del sensor de presión, designado como P (símbolo) (por ejemplo, P (83) en el caso del sensor de presión 83).

El aparato de aire acondicionado comprueba periódicamente el funcionamiento del expansor 8 durante el control regular, tal como un funcionamiento enfriando y un funcionamiento calentando habituales, y funciona para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso. Es decir, el dispositivo de control 103 determina si ha transcurrido o no un período de tiempo predeterminado durante el control regular (Etapa S101). Después de que haya transcurrido el período de tiempo predeterminado, se determina si el valor de la presión P (82) detectada por el sensor de presión 82 es mayor que la presión de descarga (presión de descarga apropiada) Po del expansor 8 cuando se somete a expansión apropiada (Etapa S102). Esta presión de descarga apropiada Po, como se describió anteriormente, se determina a partir de la presión de succión y la temperatura de succión presentes del expansor 8, y los datos
30 relacionales, que se almacenan por adelantado en el dispositivo de control 103, entre la temperatura de succión y la presión de descarga apropiada Po de cada presión de succión del expansor 8.

El dispositivo de control 103 procede a la etapa S104 cuando en la etapa S102 se determina que P (82) es más alta que Po. En la etapa S104, el dispositivo de control 103 aumenta un grado de apertura L10 de la válvula de derivación 10 provista en la tubería de derivación 24 en una cantidad preestablecida ΔL , incrementando así el caudal del refrigerante que fluye a la tubería de derivación 24 (Etapa S103). Como arriba, al abrir la válvula de derivación 10 y comunicar el lado de descarga del expansor 8 y el lado de succión del acumulador 11 que es el de menor presión en el ciclo de refrigeración, pasando el refrigerante descargado desde el expansor 8 a la lado de la tubería de derivación 24, descomprimiendo el refrigerante con la válvula de derivación 10, y luego succionando el refrigerante al acumulador 11, se puede bajar la presión de descarga P (82) del expansor 8.
40

Luego, un dispositivo de control 102 finaliza el funcionamiento evitando la sobreexpansión al cerrar la válvula de derivación 10 cuando en la etapa S103 se determina que P(82) se ha vuelto más baja que Po.
45

Ahora, un ejemplo de la relación entre la temperatura de succión y la presión de descarga apropiada Po de cada presión de succión del expansor 8 se muestra en la figura 12. La figura 12 muestra la relación entre la presión de succión y la presión de descarga apropiada cuando la presión de succión es de 10 MPa, 9 MPa y 8 MPa. Un volumen de succión específico se determina a partir de la presión de succión y la temperatura de succión del expansor 8. Además, dado que la relación entre el volumen de succión Vi y el volumen de descarga Vo del expansor 8 es constante, se determina un volumen específico cuando se completa un proceso de expansión a partir del volumen de succión específico del expansor 8. La presión de descarga apropiada Po puede calcularse aproximadamente a partir del volumen específico. Por lo tanto, la presión de descarga apropiada Po según la presión de succión y la temperatura de succión del expansor 8 puede estimarse aproximadamente a partir de la presión detectada por el sensor de presión 85, que es la presión de succión del expansor 8, la temperatura detectada por el sensor de temperatura 91, que es la temperatura de succión, y el diagrama de relación que se muestra en la figura 12, que el dispositivo de control 103 almacena previamente.
50
55

ES 2 790 900 T3

Ahora, el estado de funcionamiento del aparato de aire acondicionado durante un funcionamiento enfriando cuando se realiza el control antes mencionado del diagrama de flujo en la figura 11 para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso se describirá usando un diagrama P-h de la figura 13.

5 El refrigerante que ha salido del intercambiador de calor exterior 4 se ramifica en una ruta dirigida a la segunda válvula de cuatro vías 6 y una ruta dirigida a la válvula de derivación 5.

El refrigerante que ha pasado a través de la segunda válvula de cuatro vías 6 pasa a través de la válvula de preexpansión 7 (del estado D3 al estado E3), es succionado y descomprimido a Baja Presión por el expansor 8, y se vuelve de sequedad baja (del Estado E3 al Estado F3).

10 El refrigerante descargado desde el expansor 8 fluye entrando a la tubería de derivación 24 desde la tubería de descarga 23 del expansor 8. Luego, el refrigerante es descomprimido adicionalmente por la válvula de derivación 10 (del Estado F3 al Estado M).

15 Por otro lado, el refrigerante (del estado D3 al estado G3) que ha pasado a través de la válvula de derivación 5 y ha sido descomprimido sale de la unidad exterior 101, pasa a través de la tubería de líquido 28, fluye entrando a las unidades interiores 102a y 102b, y fluye entrando a las válvulas de expansión 31a y 31b. Ahora, cuando se compara el estado G3 del refrigerante después de pasar a través de la válvula de derivación 5 y el estado F3 del refrigerante después de pasar a través del expansor 8, la presión del refrigerante en el estado G3 es mayor. Por lo tanto, aunque el refrigerante fluye entrando al lado de menor presión desde el lado de mayor presión, dado que la válvula de retención 9 se proporciona aquí como se describe anteriormente, el refrigerante no fluye a un canal entre el Punto G y el Punto F de la figura 1, y todo el refrigerante que ha pasado la válvula de derivación 5 fluye a canales dirigidos al lado de las unidades interiores 102a y 102b.

20 En las válvulas de expansión 31a y 31b, el refrigerante se descomprime aún más (del estado G3 al estado I3).

El refrigerante que ha salido de las válvulas de expansión 31a y 31b retira calor del aire interior y se evapora en los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b, y se vuelve de sequedad alta mientras todavía está en un estado de baja presión (del Estado I3 al Estado J).

25 El refrigerante que ha salido de los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b sale de las unidades interiores 102a y 102b, pasa a través de la tubería de gas 29, fluye entrando a la unidad exterior 101, pasa a través de la primera válvula de cuatro vías 3, se fusiona con el refrigerante que ha pasado a través de la válvula de derivación 10 y fluye entrando al acumulador 11 (Estado K).

El refrigerante que ha salido del acumulador 11 es nuevamente succionado al primer compresor 1.

30 En este momento, cuando se abre la válvula de derivación 10 para hacer fluir el refrigerante descargado desde el expansor 8 hacia el acumulador 11, la presión de succión del primer compresor 1 puede aumentar. En este caso, al abrir la válvula de derivación 10, el grado de apertura de la válvula de preexpansión 7 puede hacerse pequeño para reducir la presión de succión del expansor 8. Además, dado que el refrigerante que fluye a través del expansor 8 disminuye cuando se hace pequeño el grado de apertura de la válvula de preexpansión 7, la válvula de derivación 5 puede abrirse en este caso.

Además, dado que la válvula de retención 9 se proporciona más aguas abajo que una lumbrera de conexión de la tubería de derivación 24 en la tubería de descarga 23 del expansor 8, se puede evitar que el refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 25 pase a través de la tubería de derivación 24 y fluya entrando al acumulador 11.

40 La figura 14 es un diagrama P-v que muestra un proceso de expansión cuando la presión de succión del expansor es baja.

45 Como se muestra en la figura 14, al disminuir el grado de apertura de la válvula de preexpansión 7, la presión de succión P_{i3} del expansor 8 se vuelve más baja que la presión de succión P_{i2} de un punto de entrada E2. De este modo, el grado de cambio de presión y cambio de volumen durante el proceso de expansión se vuelve pequeño, y por lo tanto, en comparación con cuando la presión de succión del expansor 8 es alta (P_{i2}), la diferencia entre la presión de succión P_i del expansor 8 y la presión de descarga apropiada P_o se vuelve pequeña. Por lo tanto, será más fácil acercar la presión de descarga P_{L3} del expansor 8 a la presión de descarga apropiada P_o .

50 Además, el refrigerante descargado desde el expansor 8 es un refrigerante de dos fases gas-líquido a baja temperatura y baja presión. Si el primer compresor 1 succiona directamente este refrigerante, el primer compresor 1 realiza una compresión líquida. Como resultado, la fiabilidad del compresor se ve afectada. Así, en el aparato de aire acondicionado según la presente realización, el refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 24 se conecta a la tubería de entrada 27 del acumulador 11. Por lo tanto, el refrigerante en dos fases gas-líquido puede reservarse en el acumulador 11 incluso si el refrigerante en dos fases gas-líquido fluye hacia la tubería de derivación 24. Por lo tanto, se puede evitar que el primer compresor 1 realice una compresión líquida.

Además, según la realización 1, incluso si, debido al estado de funcionamiento del aparato de aire acondicionado, el proceso de expansión del expansor 8 se sobreexpande transitoriamente durante el proceso de expansión del expansor 8 aumentando las cargas de empuje que actúan sobre el segundo compresor 2 y el expansor 8, y la fuerza de impulsión del segundo compresor 2 disminuye aún más desestabilizando la rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8, al abrir la válvula de derivación 10, la presión de descarga del expansor 8 puede reducirse de manera fiable y evitar la sobreexpansión. Por lo tanto, la rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8 puede estabilizarse sin la necesidad de detener el funcionamiento del aparato de aire acondicionado.

En el aparato de aire acondicionado según la realización 1, dado que la válvula de derivación 10 se abre solo cuando la presión de descarga del expansor 8 es mayor que la presión de descarga apropiada durante el control regular, el refrigerante descargado desde el expansor 8 no fluye entrando al acumulador 11 ineficazmente.

Como se describió anteriormente, cuando la presión de descarga del expansor 8 se vuelve alta durante el funcionamiento enfriando, se realiza el funcionamiento para prevenir la sobreexpansión. El funcionamiento para evitar la sobreexpansión también es eficaz durante un funcionamiento calentando, ya que la presión de descarga del expansor 8 puede ser alta, por ejemplo, cuando la pérdida de presión del intercambiador de calor exterior 4 es grande durante el funcionamiento calentando. En el caso del funcionamiento calentando, la presión de saturación del refrigerante puede calcularse a partir de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 92, y puede adoptarse como la presión de descarga de la válvula de derivación 5. Además, la condición de terminación puede ser cuando la presión de descarga de la válvula de derivación 5 es inferior a P_o .

Además, según la realización 1, como se muestra en la figura 11, el control para prevenir la sobreexpansión comienza cuando la presión P (82) detectada por el sensor de presión 82 se vuelve mayor que la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8. Sin embargo, la presión a partir de la que el control puede comenzar a establecerse ligeramente más alta que la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8. Esto se debe a que una pequeña sobreexpansión del expansor 8 no tendrá una influencia adversa inmediata sobre el aparato de aire acondicionado. Al establecer la presión para iniciar el control un ligeramente mayor que la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8, el aparato de aire acondicionado puede evitar un control frecuente para evitar la sobreexpansión cuando hay alguna fluctuación en la presión P (82).

Además, aunque la condición de terminación por la que se termina el control para prevenir la sobreexpansión se establece cuando la presión P (83) detectada por el sensor de presión 83 se vuelve más baja que la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8 durante un funcionamiento enfriando, por ejemplo, la presión a la que se termina el control puede ser ligeramente inferior a la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8. Cuando durante un funcionamiento calentando, la condición de terminación por la que se termina el control para evitar la sobreexpansión se establece cuando la presión de descarga de la válvula de derivación 5, que es una presión calculada a partir de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 92, se vuelve más baja que la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8. También en este caso, la presión real a la que se termina el control puede ser ligeramente inferior a la presión de descarga apropiada P_o del expansor 8. Como se describió anteriormente, al establecer márgenes leves a la presión a la que se inicia el control para prevenir la sobreexpansión, y la presión a la que se termina el control para prevenir la sobreexpansión, se puede evitar que se repita con frecuencia el control para prevenir la sobreexpansión.

Como se describió anteriormente, dado que el aparato de aire acondicionado según la realización 1 abre la válvula de derivación 10 y evita que el expansor 8 se expanda en exceso cuando la presión de descarga del expansor 8 es mayor que la presión de descarga apropiada, las cargas de empuje del segundo compresor 2 y el expansor 8 pueden hacerse pequeñas. Además, dado que las cargas de empuje del segundo compresor 2 y el expansor 8 pueden hacerse pequeñas, y, por lo tanto, la fuerza de impulsión del segundo compresor 2 se obtiene fácilmente, la frecuencia de rotación del expansor 8 puede estabilizarse.

Aunque el aparato de aire acondicionado según la realización 1 determina el inicio del funcionamiento para evitar la sobreexpansión del expansor 8 (aumentando el grado de apertura de la válvula de derivación 10 en una cantidad predeterminada ΔL) sobre la base de la presión de descarga del expansor 8, se pueden adoptar otras cantidades físicas del refrigerante correlacionadas con la presión de descarga del expansor 8. Por ejemplo, dado que la presión de descarga del segundo compresor 2 aumenta cuando disminuye la frecuencia de rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8, la presión P (81) detectada por el sensor de presión 81 puede adoptarse como factor de determinación. Además, la frecuencia de rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8 puede detectarse directamente, y esta frecuencia de rotación puede adoptarse como factor de determinación.

Además, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, el segundo compresor 2 se proporciona en la ruta de refrigerante entre el primer compresor 1 y la primera válvula de cuatro vías 3, y se transfiere energía al segundo compresor 2 a través del árbol de impulsión 52 del expansor 8. Como se indicó anteriormente, el segundo compresor 2 puede usar la energía generada cuando el expansor descomprime el refrigerante, y puede mejorarse la eficiencia del aparato de aire acondicionado.

Además, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, la espiral orbital 57 se dispone entre el par de espirales fijas 58 y 59, y la espiral orbital 57 está soportada de manera orbitable por el árbol de impulsión 52. Además,

dado que el expansor 8 está constituido por la espiral fija 59 del expansor y la espiral orbital 57 para expandir el refrigerante, y el segundo compresor 2 está constituido por la espiral fija 58 del compresor y la espiral orbital 57 para comprimir el refrigerante, se puede construir un aparato de aire acondicionado pequeño y altamente eficiente.

5 Además, aunque en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, el intercambiador de calor exterior 4 y los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b son intercambiadores de calor que realizan intercambio de calor con aire, se pueden adoptar intercambiadores de calor que realizan intercambio de calor con otros medios de calor, tales como agua o salmuera.

10 Además, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, el segundo compresor 2 se proporciona en el lado aguas abajo del primer compresor 1. Sin embargo, el segundo compresor 2 se puede proporcionar en el lado aguas arriba del primer compresor 1.

Adicionalmente, en el aparato de aire acondicionado según la realización 1, la primera válvula de cuatro vías 3 y la segunda válvula de cuatro vías 6 realizan la conmutación de la ruta de refrigerante correspondiente al modo de funcionamiento tal como enfriamiento o calentamiento. Sin embargo, la conmutación del canal de refrigerante puede realizarse configurando una válvula de dos vías, una válvula de tres vías o una válvula de retención, por ejemplo.

15 Además, aunque se ha descrito el segundo compresor 2 que funciona solo por la energía rotacional transferida desde el expansor 8, la invención, por supuesto, no se limita a esto. Por ejemplo, se puede adoptar el segundo compresor 2 que funciona mediante la energía rotacional de un motor eléctrico junto con la energía rotacional transferida desde el expansor 8. Además, la energía recuperada por el expansor 8 puede transferirse a un generador.

Realización 2

20 La Realización 1 anterior evita que el expansor 8 se expanda en exceso durante el funcionamiento. La realización 2 evita que un expansor 8 se expanda en exceso durante el arranque de un aparato de aire acondicionado.

La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un funcionamiento según la realización 2 de la invención, evitando que el expansor 8 se expanda en exceso. Además, la figura 16 es un gráfico que muestra los cambios en la Alta Presión y la presión de descarga de expansor durante el arranque del aparato de aire acondicionado. En la figura 16, una línea discontinua indica el funcionamiento en el que no se realiza ninguna prevención de expansión excesiva del expansor 8. En la figura 16, una línea continua indica el funcionamiento en el que se realiza la prevención de la expansión excesiva del expansor 8, es decir, cuando se realiza el control que se muestra en la figura 15. Ahora, se describirá brevemente la figura 16 antes de describir el diagrama de flujo de la figura 15. La figura 16 muestra que una Alta Presión PH y una presión de descarga de expansor del aparato de aire acondicionado son iguales antes del arranque de un primer compresor 1, y la Alta Presión PH aumenta gradualmente y la presión de descarga de expansor cae gradualmente cuando se arranca el primer compresor 1.

30 En lo sucesivo, el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso durante el arranque del aparato de aire acondicionado se describirá con referencia al diagrama de flujo en las figuras 15 y 16.

35 Si se emite una orden de funcionamiento al aparato de aire acondicionado (Etapa S201), un dispositivo de control 103 determina si el aparato de aire acondicionado realizará un funcionamiento enfriando o un funcionamiento calentando (Etapa S202). El funcionamiento calentando (Etapa S204) se omite aquí. Si en la etapa S202 se determina que se realizará el funcionamiento enfriando (Etapa S203), una primera válvula de cuatro vías 3, una segunda válvula de cuatro vías 6 y similares se ponen en un circuito de enfriamiento (Etapa S205). Posteriormente, un grado de apertura de una válvula de derivación 10 se establece a L10 (Etapa S206). Es decir, cuando se arranca el primer compresor 1, la válvula de derivación 10 se abre para comunicar el lado de descarga del expansor 8 al lado de succión del primer compresor 1. El dispositivo de control 103 puede determinar y establecer el L10 a partir de la frecuencia cuando el primer compresor 1 arranca, por ejemplo, de modo que la pérdida de presión en la válvula de derivación 10 no se vuelva tan grande.

45 Entonces, el dispositivo de control 103 arranca el primer compresor 1 (Etapa S207). En este momento, dado que la válvula de derivación 10 ya está abierta, el refrigerante descargado desde el expansor 8 fluye desde una tubería de derivación 24 al primer compresor 1 a través de un acumulador 11. El dispositivo de control 103 determina si ha transcurrido o no un período de tiempo predeterminado después del arranque del primer compresor 1 (Etapa S208). Inmediatamente después del arranque del aparato de aire acondicionado, dado que la temperatura y la presión del refrigerante cambian de forma transitoria, el período de tiempo predeterminado puede ser tan corto como de aproximadamente 10 segundos a aproximadamente 30 segundos.

50 Después de transcurrido el período de tiempo predeterminado, el dispositivo de control 103 determina si la presión P (82), detectada por un sensor de presión 82, que es la presión de descarga del expansor 8, es menor que una presión de descarga apropiada P_o del expansor 8 (Etapa S209). Esta presión de descarga apropiada P_o , como se describió anteriormente, se determina a partir de la presión de succión y la temperatura de succión presentes del expansor 8, y los datos relacionales, que se almacenan por adelantado en el dispositivo de control 103, entre la temperatura de succión y la presión de descarga apropiada P_o de cada presión de succión del expansor 8. En este momento, la presión de descarga del expansor 8 durante el arranque del aparato de aire acondicionado, como se muestra en la

figura 16, es mayor que la presión de descarga apropiada. Por lo tanto, durante el arranque del aparato de aire acondicionado, se repite la etapa 209 y la etapa S208, y cada vez que transcurre el período de tiempo predeterminado, se realiza la determinación de la etapa S209.

Al arrancar el primer compresor 1, la presión de descarga del expansor 8 cae gradualmente, como se muestra en la figura 16. Luego, cuando la presión de descarga P (82) del expansor 8 es inferior a P_o , el dispositivo de control 103 reduce el grado de apertura L10 de la válvula de derivación 10 en un grado preestablecido $\Delta L2$ (Etapa S210), y repite de la etapa S208 a la etapa S210 hasta que el grado de apertura de la válvula de derivación 10 alcance un grado de apertura mínimo L10min (S211). Es decir, el dispositivo de control 103 cierra gradualmente la válvula de derivación 10 hasta que el grado de apertura de la válvula de derivación 10 se convierte en el grado mínimo de apertura L10min. Entonces, cuando el grado de apertura de la válvula de derivación 10 alcanza el grado de apertura mínimo L10min, el dispositivo de control 103 cambia al control regular (Etapa S212). El funcionamiento para evitar sobreexpansión después de que el dispositivo de control ha cambiado al control regular es el mismo que el de la Realización 1.

Ahora, se hará una comparación, refiriéndose a la figura 16, sobre los cambios en la presión del refrigerante durante el arranque del aparato de aire acondicionado, entre cuando no se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso y cuando se realiza el funcionamiento de prevenir el expansor 8 de sobreexpansión. Como se muestra en la figura 16, cuando se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso, la presión de descarga de expansor puede hacerse baja antes. Es decir, dado que la válvula de derivación 10 se abre para comunicar el lado de descarga del expansor 8 al lado de succión del primer compresor 1 durante el arranque del aparato de aire acondicionado, la presión de descarga de expansor puede reducirse antes en comparación con cuando el refrigerante descargado desde el expansor 8 se pasa a través de una tubería de líquido 28 y una tubería de gas 29 y se devuelve al primer compresor 1 (es decir, cuando no se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso). Por lo tanto, será más fácil que un segundo compresor 2 y el expansor 8 giren durante el arranque del aparato de aire acondicionado. Esto puede evitar que aumente la Alta Presión durante una rotación deficiente del segundo compresor 2 y el expansor 8 durante el arranque del aparato de aire acondicionado. Además, se puede hacer el paso al control regular sin detener el aparato de aire acondicionado debido a la deficiente rotación del segundo compresor 2 y el expansor 8.

Mientras tanto, un lugar donde el refrigerante tiene Baja Presión en el aparato de aire acondicionado durante un funcionamiento enfriando es desde el lado de descarga del expansor 8 hacia el lado de succión del primer compresor 1. Sin embargo, puede pasar algún tiempo hasta que caiga la presión en el lado de Baja Presión después del arranque del primer compresor 1. Por ejemplo, correspondiendo a lo anterior son los casos en los que el aparato de aire acondicionado es un aparato de aire acondicionado múltiple para un edificio o similar, que tiene un gran número de unidades interiores 102 y que tienen tuberías de líquido 28 y tuberías de gas 29 más largas que 50 m. La realización 2 puede usarse preferiblemente en tales casos.

Además, cuando se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso, la relación del caudal del refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 24 y el caudal del refrigerante que fluye a través de un intercambiador de calor interior 32 se puede ajustar ajustando no solo el grado de apertura de la válvula de derivación 10 sino también los grados de apertura de una válvula de preexpansión 7 y una válvula de derivación 5.

Además, aunque las ventajas durante el funcionamiento enfriando se han descrito anteriormente, dado que un intercambiador de calor exterior 4 con un gran volumen tiene Baja Presión durante un funcionamiento calentando, y dado que la presión en el lado de Baja Presión no cae fácilmente, la Realización 2 también es efectiva durante el funcionamiento calentando.

Además, en el aparato de aire acondicionado según la realización 2, después de que se ha arrancado el primer compresor 1, ya que el grado de apertura de la válvula de derivación 10 se reduce al grado mínimo evitando que el refrigerante fluya cuando la presión de descarga del expansor 8 cae a la presión de descarga apropiada P_o , la capacidad de enfriamiento no se ve afectada durante el funcionamiento enfriando mientras el refrigerante evita el intercambiador de calor interior 32. Además, durante el funcionamiento calentando, no se permite que el refrigerante líquido fluya entrando excesivamente al acumulador 11.

Realización 3

En las Realizaciones 1 y 2 anteriores, el segundo compresor 2 succiona directamente el refrigerante descargado desde el primer compresor 1. En la Realización 3, el refrigerante descargado desde un primer compresor 1 se enfría en un interenfriador 4a, y luego se succiona a un segundo compresor 2. Además, la Realización 3 es la misma que la Realización 1 y 2 en el control que se muestra en las figuras 11 y 15, en el que se realiza el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso.

La figura 17 es un diagrama de circuito de refrigerante durante un funcionamiento enfriando de un aparato de aire acondicionado según la realización 3. Se proporciona un intercambiador de calor de refrigerante 14 para intercambiar calor entre el refrigerante (el refrigerante que pasa a través de una primera válvula de derivación 10 y vuelve al primer compresor 1) que se deriva a una tubería de entrada de un acumulador 11 desde una tubería de descarga 23 de un

expansor 8 y el refrigerante (el refrigerante que se deriva desde un radiador principal 4b a un intercambiador de calor interior 102 que funciona como evaporador) que ha pasado por una válvula de derivación 5.

5 El intercambiador de calor de refrigerante 14 tiene un canal a través del que pasa el refrigerante que pasa a través de la válvula de derivación 5, y otro canal a través del que pasa el refrigerante después de pasar a través de la válvula de derivación 10 de una tubería de derivación 24 que se deriva de la tubería de descarga 23 del expansor 8 a la tubería de entrada del acumulador 11. Una lumbrera de entrada del canal se conecta a la válvula de derivación 5 y una segunda válvula de cuatro vías 6, y una lumbrera de flujo saliente del canal se conecta a las válvulas de expansión 31a y 31b. Una lumbrera de flujo entrante del otro canal se conecta a la válvula de derivación 10, y una lumbrera de flujo saliente del otro canal se conecta al acumulador 11.

10 Además, se proporciona una tubería de derivación 46 que tiene un extremo conectado a una tubería de succión 21 del segundo compresor 2, y se proporciona el otro extremo conectado a la tubería de entrada del acumulador 11, y se proporciona una válvula de derivación 15 en la tubería de derivación 46. La válvula de derivación 15 se abre durante el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso.

15 El intercambiador de calor exterior 4 está dividido en dos intercambiadores de calor 4a y 4b. Durante un funcionamiento enfriando, en el que el intercambiador de calor exterior 4 funciona principalmente como un radiador, el intercambiador de calor 4a funciona como interenfriador, y el intercambiador de calor 4b funciona como radiador principal. Además, cuando el aparato de aire acondicionado realiza un funcionamiento calentando, ambos intercambiadores de calor 4a y 4b funcionan como evaporadores. Para cambiar la ruta de refrigerante que fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4 durante el funcionamiento enfriando y el funcionamiento calentando del aparato de aire acondicionado, se proporcionan válvulas de apertura/cierre 12a, 12b, 13a, 13b y 13c.

20 Durante un funcionamiento enfriando, las válvulas de apertura/cierre 12a y 12b están abiertas, y las válvulas de apertura/cierre 13a, 13b y 13c están cerradas. De este modo, el refrigerante descargado desde el primer compresor 1 fluye entrando al segundo compresor 2 después de pasar a través del interenfriador 4a. Como anteriormente, antes de que el segundo compresor 2 succione el refrigerante descargado desde el primer compresor 1, el refrigerante se enfría primero. Luego, el refrigerante descargado desde el segundo compresor 2 fluye entrando al expansor 8 después de pasar a través del radiador principal 4b. Al pasar el refrigerante descargado desde el segundo compresor 2 a través del radiador principal 4b de esta manera, el refrigerante descargado desde el segundo compresor 2 se enfría.

25 Durante un funcionamiento calentando, las válvulas de apertura/cierre 12a y 12b están cerradas, y las válvulas de apertura/cierre 13a, 13b y 13c están abiertas. De este modo, el refrigerante descargado desde el primer compresor 1 es succionado hacia el segundo compresor 2. Además, el refrigerante que ha fluído entrando al intercambiador de calor exterior 4 se dirige al primer compresor 1 después de fluir en paralelo con cada uno del intercambiador de calor 4a y el intercambiador de calor 4b. El intercambiador de calor 4a y el intercambiador de calor 4b funcionan como evaporadores durante un funcionamiento calentando como se describe anteriormente.

30 A continuación, se describirá el funcionamiento durante un funcionamiento enfriando del aparato de aire acondicionado según la realización 3 haciendo referencia al diagrama de circuito de refrigerante de la figura 17 y al diagrama de Ph de la figura 18. Como se describe en la Realización 1, se describirá el funcionamiento del aparato de aire acondicionado en un estado donde la válvula de derivación 10 se abre como el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso. Además, la Realización 3 es la misma que la Realización 1 en que el refrigerante no fluye al canal entre el Punto F y el Punto G en la figura 17 debido a una válvula de retención 9 cuando se abre la válvula de derivación 10.

35 Un gas refrigerante succionado al primer compresor 1 se comprime y se descarga como refrigerante (o gas) supercrítico de media presión y alta temperatura (del Estado A al Estado B).

40 El refrigerante que ha salido del primer compresor 1 fluye al interenfriador 4a a través de una tubería 43. Mientras el refrigerante a media presión y alta temperatura pasa a través del interior del interenfriador 4a, el refrigerante se enfría por el intercambio de calor con el aire exterior y fluye saliendo como refrigerante (o gas) supercrítico a presión media y temperatura media (del Estado B al Estado L), y se succiona al segundo compresor 2 a través de una tubería 42 y la tubería de succión 21 del segundo compresor 2.

45 En este momento, una parte del refrigerante enfriado en el interenfriador 4a fluye a través de la tubería de derivación 46, y se expande en la válvula de derivación 15 (del Estado L al Estado O).

50 El refrigerante succionado hacia el segundo compresor 2 se comprime aún más y se descarga como refrigerante supercrítico (o gas) a alta presión y alta temperatura (del Estado L al Estado C). El refrigerante que ha salido del segundo compresor 2 fluye hacia el radiador principal 4b a través de una primera válvula de cuatro vías 3. Mientras el refrigerante a alta presión y alta temperatura pasa a través del interior del radiador principal 4b, el refrigerante se enfría al intercambiar calor con el aire exterior y fluye saliendo como refrigerante (o líquido) supercrítico a alta presión y baja temperatura (del Estado C al Estado D).

55 El refrigerante que ha salido del radiador principal 4b se ramifica en una ruta dirigida a la segunda válvula de cuatro vías 6 y una ruta dirigida a la válvula de derivación 5. El refrigerante que ha pasado a través de la segunda válvula de

cuatro vías 6 pasa a través de una válvula de preexpansión 7 (del estado D al estado E), es succionado y descomprimido a Baja Presión por el expansor 8, y se vuelve de sequedad baja (del estado E al estado F). En este momento, en el expansor 8, se genera energía con la descompresión del refrigerante, y esta energía es recuperada por un árbol de impulsión 52, se transfiere al segundo compresor 2, y se usa para la compresión del refrigerante por el segundo compresor 2.

El refrigerante descargado desde el expansor 8 fluye entrando a la tubería de derivación 24 desde la tubería de descarga 23 del expansor 8, se descomprime en la válvula de derivación 10 (del estado F al estado M) y fluye entrando al intercambiador de calor de refrigerante 14 desde la entrada lumbrera del otro canal del intercambiador de calor de refrigerante 14. Por otro lado, el refrigerante que ha fluido saliendo del intercambiador de calor exterior 4 y ha fluido entrando a la tubería de derivación 25 es descomprimido por la válvula de derivación 5 (del Estado F al Estado G), y fluye entrando al intercambiador de calor de refrigerante 14 desde el lumbrera de flujo entrante del único canal del intercambiador de calor de refrigerante 14.

Ahora, al comparar los estados de refrigerante de los refrigerantes que fluyen entrando al canal "en un lado" y el canal "en el otro lado" del intercambiador de calor de refrigerante 14, el refrigerante en un estado M que fluye entrando el canal "en el otro lado" "tiene una menor presión y una menor temperatura que el refrigerante en un estado G que fluye entrando al canal "en un lado". Por lo tanto, el refrigerante "en el otro lado" que ha fluido entrando al intercambiador de calor de refrigerante 14 a través de la válvula de derivación 10 se calienta al intercambiar calor con el refrigerante "en un lado", y se vuelve de sequedad mayor (del Estado M al Estado N). Por otro lado, el refrigerante "en un lado" que ha fluido entrando al intercambiador de calor de refrigerante 14 a través de la válvula de derivación 5 se enfría al intercambiar calor con el refrigerante "en el otro lado", y se vuelve de sequedad baja (desde el Estado G al estado H).

El refrigerante "en un lado" que ha salido del intercambiador de calor de refrigerante 14 sale de la unidad exterior 101, pasa a través de la tubería de líquido 28, fluye entrando a las unidades interiores 102a y 102b, y fluye entrando a las válvulas de expansión 31a y 31b. En las válvulas de expansión 31a y 31b, el refrigerante se descomprime aún más (del estado H al estado I).

El refrigerante que ha salido de las válvulas de expansión 31a y 31b retira calor del aire interior y se evapora en los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b, y se vuelve de sequedad alta en un estado de baja presión (del estado I al estado J).

De este modo, el aire interior se enfría.

El refrigerante que ha salido de los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b sale de las unidades interiores 102a y 102b, pasa a través de la tubería de gas 29, fluye entrando a la unidad exterior 101 y pasa a través de la primera válvula de cuatro vías 3. Luego, el refrigerante "en el otro lado" que ha salido del intercambiador de calor de refrigerante 14 y el refrigerante que ha pasado a través de la válvula de derivación 15 se fusionan y fluyen entrando al acumulador 11, y son nuevamente succionados hacia el primer compresor 1.

En el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, de manera similar a la Realización 1, la válvula de derivación 10 se abre durante el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso. En este momento, la válvula de derivación 15 también se abre para hacer fluir el refrigerante a la tubería de derivación 46. La presión de descarga del segundo compresor 2 se puede ajustar abriendo la válvula de derivación 15. Por esta razón, cuando disminuye el caudal del refrigerante que pasa a través del expansor 8 y disminuye la frecuencia de rotación del expansor 8 y del segundo compresor 2, la válvula de derivación 15 puede abrirse para evitar que la presión de descarga del segundo compresor 2 se vuelva demasiado alta. El grado de apertura de la válvula de derivación 15 se ajusta, por ejemplo, sobre la base de la presión P (81), detectada por el sensor de presión 81, que es la presión de descarga del segundo compresor 2.

Según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, durante el funcionamiento enfriando, el refrigerante a media presión y alta temperatura descargado desde el primer compresor 1 se enfría primero en el interenfriador 4a, y luego se comprime adicionalmente en el segundo compresor 2. Por esta razón, en comparación con cuando un refrigerante a media presión se comprime a Alta Presión en el segundo compresor 2 sin enfriarse, la energía requerida para una cierta relación de compresión es menor en el proceso de compresión del segundo compresor 2. Si la energía recuperada en el expansor 8 es igual, dado que la cantidad de aumento de presión en el segundo compresor 2 puede aumentarse, la cantidad de aumento de presión del primer compresor 1 se vuelve pequeña. Es decir, la energía eléctrica consumida en el primer compresor 1 puede reducirse, y el aparato de aire acondicionado puede además ser eficiente energéticamente.

Además, según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, puede rechazarse calor con una capacidad de transferencia de calor mejorada porque el interenfriador 4a y el radiador principal 4b se conectan en serie durante un funcionamiento enfriando, y la pérdida de presión puede reducirse porque el interenfriador y el radiador principal se conectan en paralelo durante un funcionamiento calentando.

Además, según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, la válvula de derivación 5 y la válvula de derivación 15 se ajustan durante el arranque del aparato de aire acondicionado. Por esta razón, incluso cuando los caudales de refrigerante del segundo compresor 2 y el expansor 8 no coinciden entre sí y la rotación se vuelve inestable

durante el arranque del aparato de aire acondicionado, los refrigerantes que fluyen a través del segundo compresor 2 y el expansor 8 pueden ser derivados apropiadamente durante el arranque.

Además, según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, durante el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso en el funcionamiento enfriando, el refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 24 y los refrigerantes que fluyen entrando a los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b intercambian calor en el intercambiador de calor de refrigerante 14. Por esta razón, el efecto de refrigeración puede aumentarse en los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b. Además, dado que el grado de sequedad del refrigerante que fluye a través de la tubería de derivación 24 puede aumentarse aún más, puede reducirse la cantidad de refrigerante líquido que fluye entrando al acumulador 11.

Además, dado que el refrigerante que fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4 durante un funcionamiento calentando es enfriado por el intercambiador de calor de refrigerante 14 antes de que el refrigerante fluya entrando al intercambiador de calor exterior 4, el grado de sequedad del refrigerante que fluye entrando al intercambiador de calor exterior 4 pueden hacerse más pequeño. Por esta razón, puede reducirse la pérdida de presión del refrigerante en el intercambiador de calor exterior 4, o puede mejorarse aún más la capacidad de distribución del refrigerante en el intercambiador de calor exterior 4.

Además, según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, dado que el intercambiador de calor de refrigerante 14 hace fluir los refrigerantes como contracorrientes durante el funcionamiento enfriando, se puede intercambiar calor de modo que la entalpía de los refrigerantes que fluyen entrando a los intercambiadores de calor interiores 32a y 32b se hace pequeña durante el funcionamiento enfriando.

Adicionalmente, según el aparato de aire acondicionado de la Realización 3, durante el funcionamiento para evitar que el expansor 8 se expanda en exceso, se ajusta el grado de apertura de la válvula de derivación 15 y, en consecuencia, se ajusta la presión de descarga del segundo compresor 2. Por esta razón, cuando disminuye el caudal del refrigerante que pasa a través del expansor 8 y disminuye la frecuencia de rotación del expansor 8 y del segundo compresor 2, se puede evitar que la presión de descarga del segundo compresor 2 se vuelva demasiado alta. Además, la válvula de derivación 15 y la tubería de derivación 46 pueden proporcionarse en el circuito refrigerante de la Realización 1 que se muestra en la figura 1 en la que también se obtienen las mismas ventajas.

Además, aunque el aparato de aire acondicionado según la realización 3 está configurado para enfriar el refrigerante a media presión y alta temperatura descargado desde el primer compresor 1 solo durante el funcionamiento enfriando, el aparato de aire acondicionado puede configurarse para realizar enfriamiento intermedio incluso durante una funcionamiento calentando.

Además, aunque el aparato de aire acondicionado según la realización 3 está configurado para conectar la tubería de derivación 46 a la tubería de succión 21 del segundo compresor 2 y derivar el refrigerante que ha salido del interenfriador 4a al acumulador 11, el aparato de aire acondicionado puede configurarse para derivar el refrigerante descargado desde el primer compresor 1.

Además, en el aparato de aire acondicionado según la realización 3, el segundo compresor 2 se proporciona en el lado aguas abajo del primer compresor 1. Sin embargo, el segundo compresor 2 se puede proporcionar en el lado aguas arriba del primer compresor 1.

Además, en cada una de las realizaciones anteriores 1 a 3, se ilustra un ejemplo en el que la energía recuperada por el expansor 8 se usa como energía del segundo compresor 2. Sin embargo, cuando se usa energía no se limita necesariamente al segundo compresor 2. Por ejemplo, la energía anterior se puede usar como energía para el primer compresor 1 o energía para un generador usado para impulsar el ciclo de refrigerante.

Lista de signos de referencia

1: primer compresor, 2: segundo compresor, 3: primera válvula de cuatro vías, 4: intercambiador de calor exterior, 5: válvula de derivación, 6: segunda válvula de cuatro vías, 7: válvula de preexpansión, 8: expansor, 9: válvula de retención, 10: válvula de derivación, 11: acumulador, 12a, 12b: válvula de apertura/cierre, 13a, 13b, 13c: válvula de apertura/cierre, 14: intercambiador de calor de refrigerante, 15: válvula de derivación, 21: tubería de succión del segundo compresor 2, 22: tubería de succión del expansor 8, 23: tubería de descarga del expansor 8, 24: tubería de derivación, 25: tubería de derivación, 26: tubería de refrigerante, 27: tubería de entrada del acumulador 11, 28: tubería de líquido, 29: tubería de gas, 31a, 31b: válvula de expansión, 32a, 32b: intercambiador de calor interior, 41, 42, 43, 44, 45: tubería de refrigerante, 46: tubería de derivación, 51: contenedor, 52: árbol de impulsión, 53: tubo de succión del segundo compresor 2, 54: tubo de descarga del segundo compresor 2, 55: tubo de succión del expansor 8, 56: tubo de descarga del expansor 8, 57: espiral orbital, 58: espiral fija del compresor, 59: espiral fija del expansor, 60: anillo oldhams 61: deslizadora, 62: orificio de inserción de árbol, 63: apoyo de impulsión, 64: dientes en voluta en la cara superior de la espiral orbital 57, 65: dientes en voluta en la cara inferior de la espiral orbital 57, 66: dientes en voluta de la espiral fija 58 del compresor, 67: dientes en voluta de la espiral fija 59 del expansor, 68: bomba de aceite, 69: aceite lubricante, 70: equilibrador, 71: puntas de dientes de los dientes en voluta 64, 72: puntas de dientes de los dientes en voluta 65, 81, 82, 83, 84, 85: sensor de presión, 91, 92: sensor de temperatura, 101: unidad exterior, 102a, 102b: unidad interior, 103: dispositivo de control

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de ciclo de refrigeración que comprende:
- un ciclo de refrigeración formado al conectar secuencialmente con tuberías un compresor que comprime un refrigerante, un radiador que rechaza el calor del refrigerante comprimido por el compresor, un expansor (8) que expande el refrigerante que ha pasado a través del radiador y recupera energía del refrigerante y un evaporador que evapora el refrigerante expandido por el expansor (8);
- una primera tubería de derivación (24) que tiene un extremo conectado a una tubería de descarga (23) del expansor (8) y el otro extremo conectado a una tubería entre el compresor (1) y el evaporador;
- medios de detección de cantidad física que detectan una cantidad física del refrigerante a succionar en el expansor (8);
- una primera válvula de derivación (10) provista en la primera tubería de derivación (24) para controlar el caudal del refrigerante; y
- medios de control (103) que controlan un grado de apertura de la primera válvula de derivación (10),
- en donde los medios de control (103) determinan una presión de descarga apropiada del expansor (8) sobre la base de la cantidad física detectada por los medios de detección de cantidad física y abren la primera válvula de derivación (10) cuando una presión a la que el expansor (8) descarga el refrigerante es mayor que la presión de descarga apropiada determinada.
2. El aparato de ciclo de refrigeración de la reivindicación 1, comprendiendo el compresor un primer compresor (1) y un segundo compresor (2),
- el aparato de ciclo de refrigeración en donde
- el segundo compresor (2) se acopla al expansor (8) con un árbol de impulsión (52), y es impulsado a través del árbol de impulsión (52) por la energía recuperada por el expansor (8), y
- la primera tubería de derivación (24) se conecta además a una tubería de succión de uno del primer compresor (1) y el segundo compresor (2), estando uno provisto aguas arriba del otro.
3. El aparato de ciclo de refrigeración de la reivindicación 2,
- en donde la tubería de descarga (23) del expansor (8) está provista de una válvula de retención que dispone el flujo del refrigerante en una dirección.
4. El aparato de ciclo de refrigeración de la reivindicación 2 o 3, que comprende además:
- una segunda tubería de derivación (25) que deriva una parte del refrigerante que ha pasado a través del radiador a un lado de entrada del evaporador que se proporciona entre el radiador y el evaporador, incluyendo la segunda tubería de derivación (25) una segunda válvula de derivación; y
- un intercambiador de calor de refrigerante (14) que intercambia calor entre el refrigerante dirigido hacia el evaporador a través de la segunda válvula de derivación y el refrigerante dirigido hacia el compresor, que se proporciona aguas arriba del otro, a través de la primera válvula de derivación (10).
5. El aparato de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende además una tercera tubería de derivación (46) que tiene un extremo conectado a una tubería de descarga de uno del primer compresor (1) y el segundo compresor (2) que se proporciona aguas arriba del otro, y el otro extremo conectado a la tubería de succión del compresor, que se proporciona aguas arriba del otro,
- en donde la tercera tubería de derivación (46) está provista de una tercera válvula de derivación que ajusta el caudal del refrigerante.
6. El aparato de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5,
- en donde los medios de control (103) abren la primera válvula de derivación (10) antes de arrancar uno del primer compresor (1) y el segundo compresor (2) que se proporciona aguas arriba del otro.
7. El aparato de ciclo de refrigeración de la reivindicación 2, comprendiendo además el radiador;
- un interenfriador que enfría el refrigerante descargado desde o bien el primer compresor (1) o bien el segundo compresor (2) antes de que el refrigerante sea succionado por el otro del primer compresor (1) o el segundo compresor (2); y

un radiador principal que enfría el refrigerante descargado desde el otro del primer compresor (1) y el segundo compresor (2).

8. El aparato de ciclo de refrigeración de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el refrigerante es dióxido de carbono.

FIG. 3

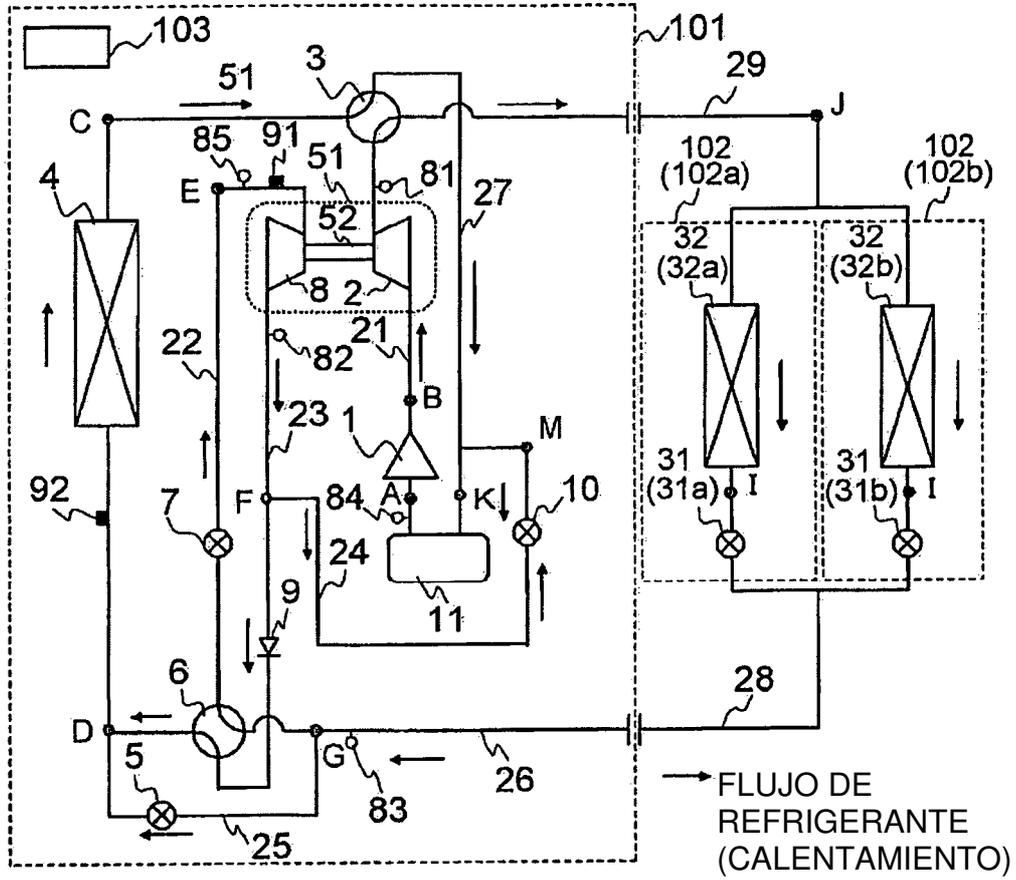


FIG. 4

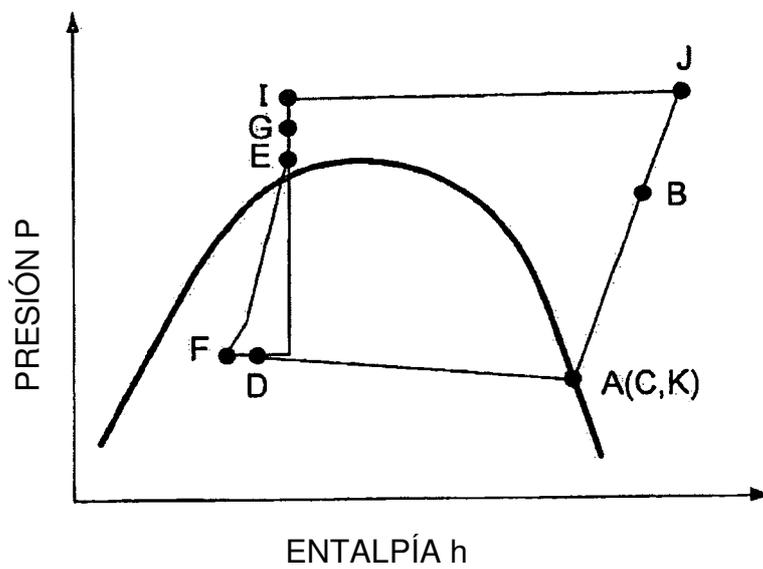


FIG. 5

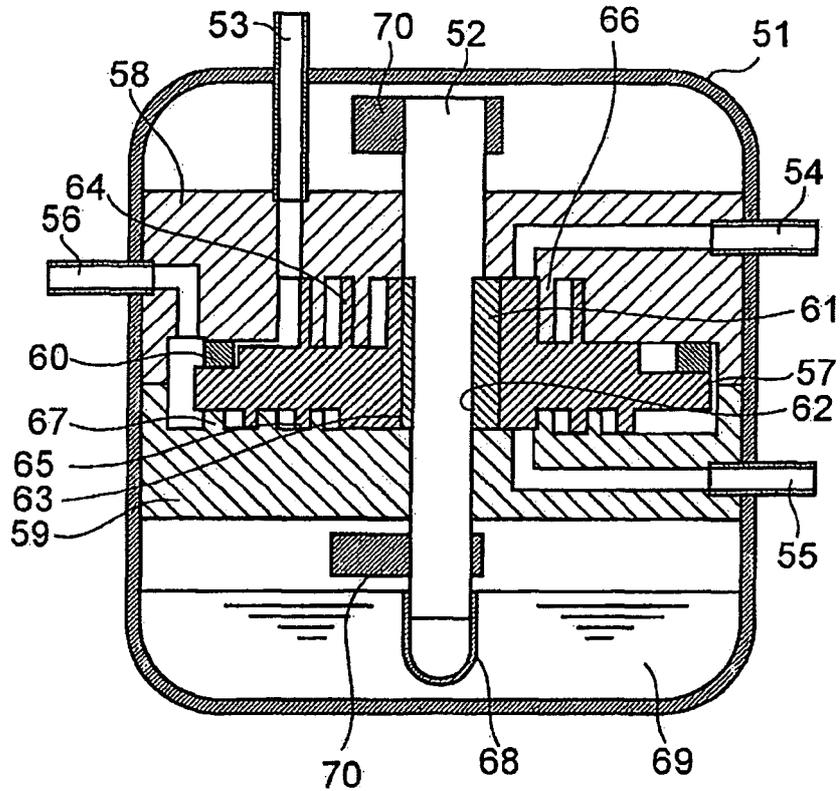


FIG. 6

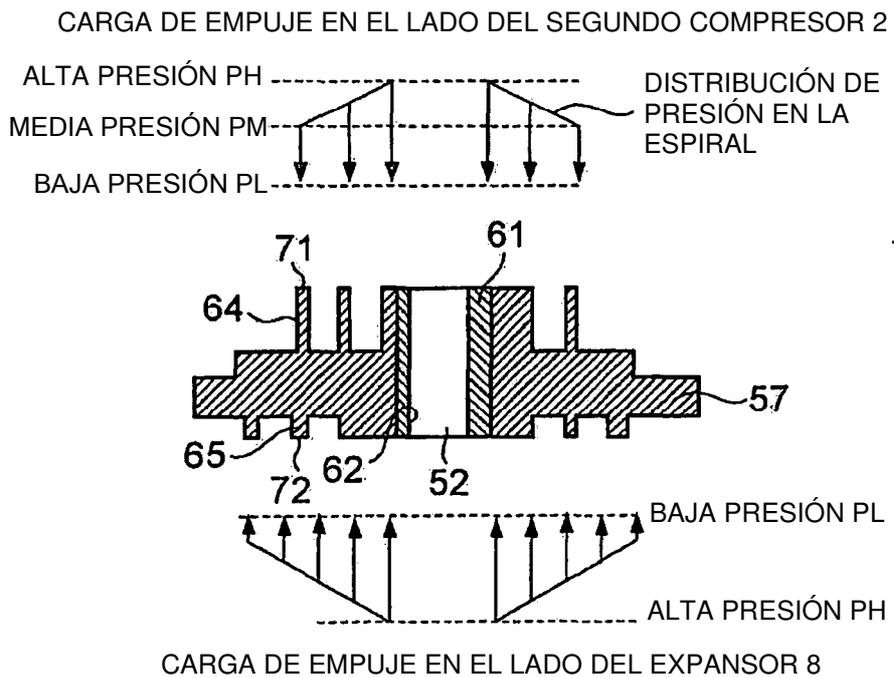


FIG. 7

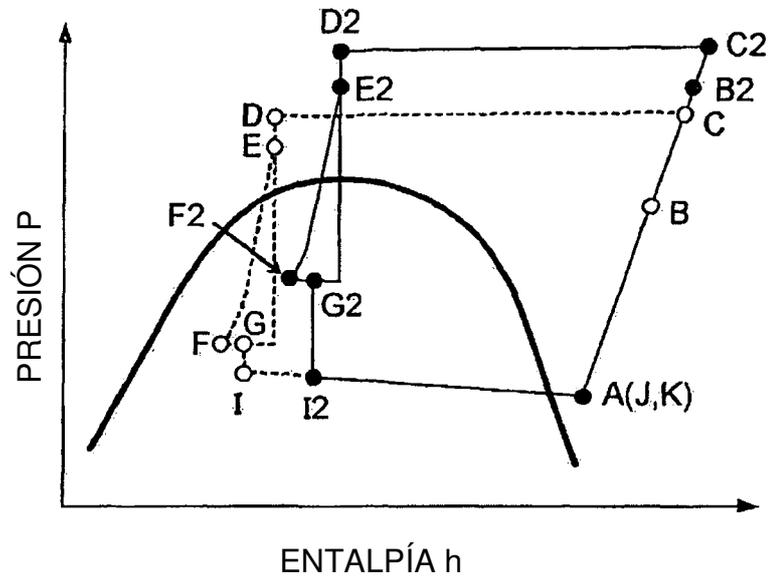


FIG. 8

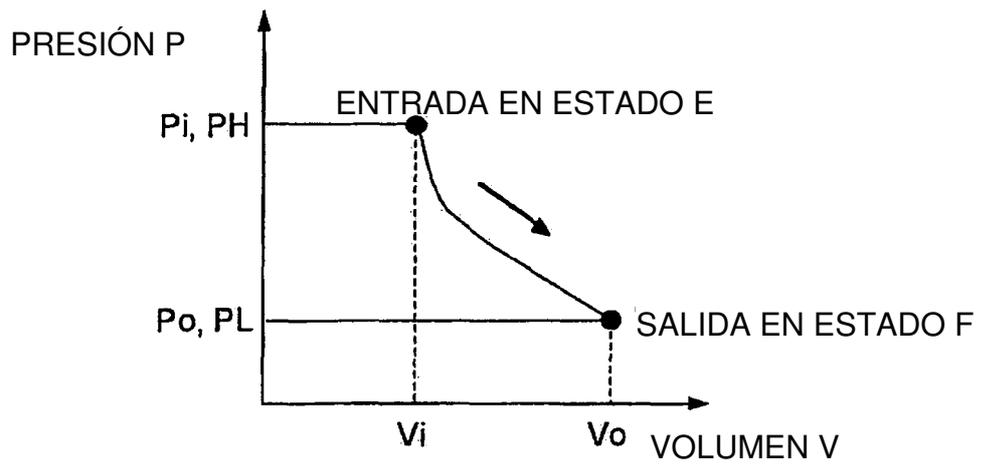


FIG. 9

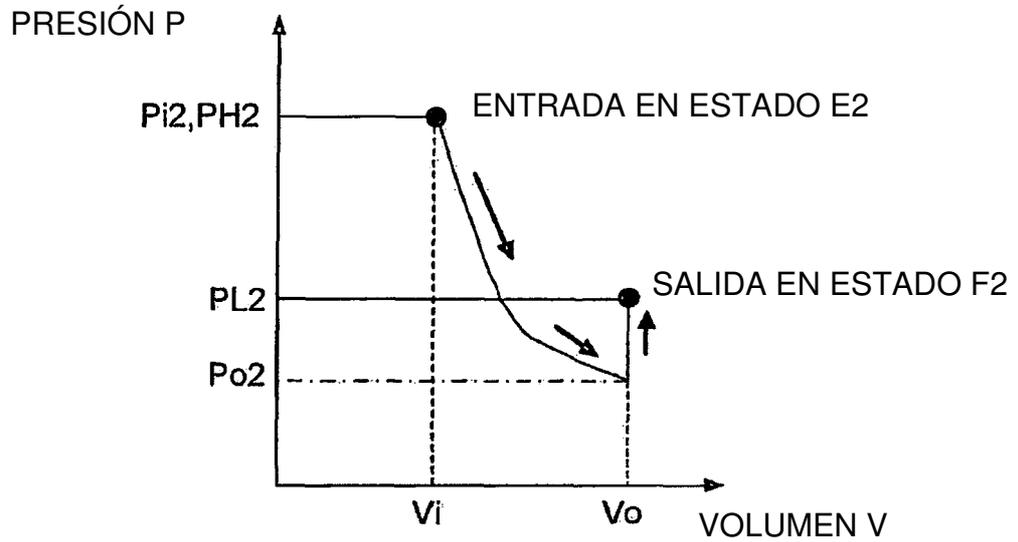


FIG. 10

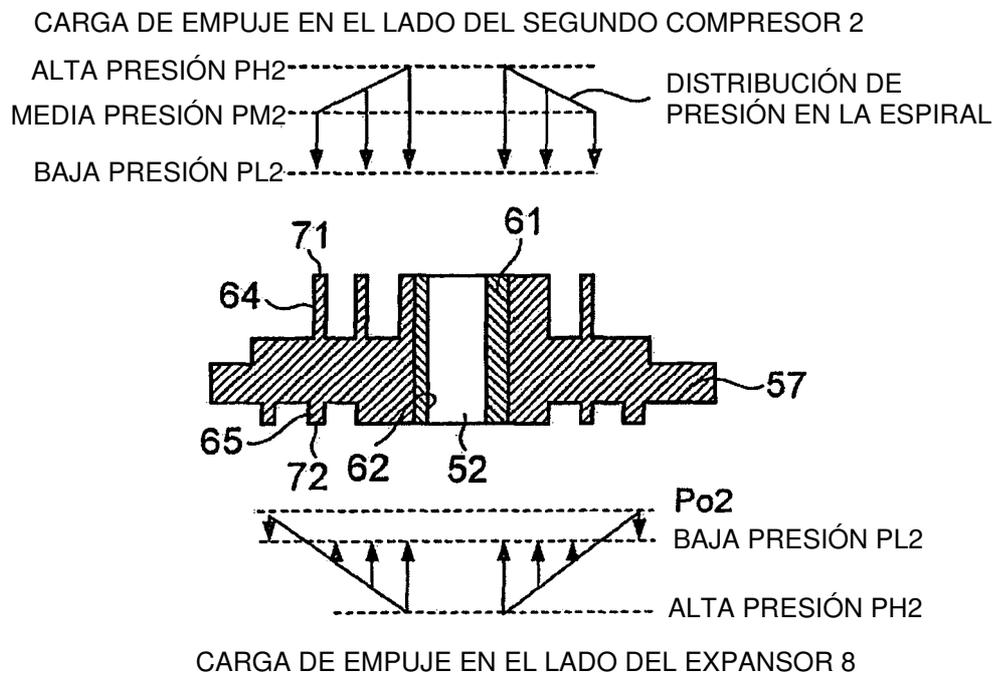


FIG. 11

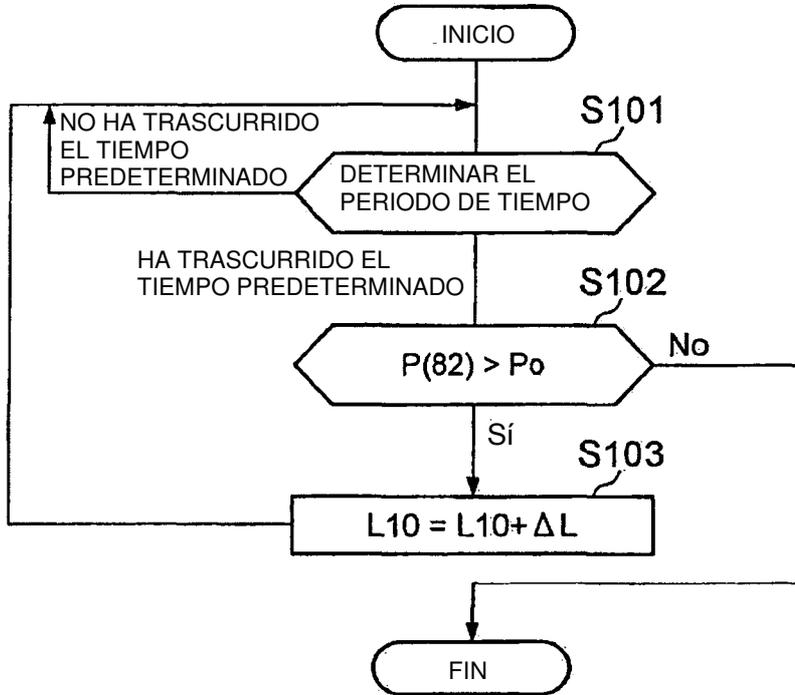


FIG. 12

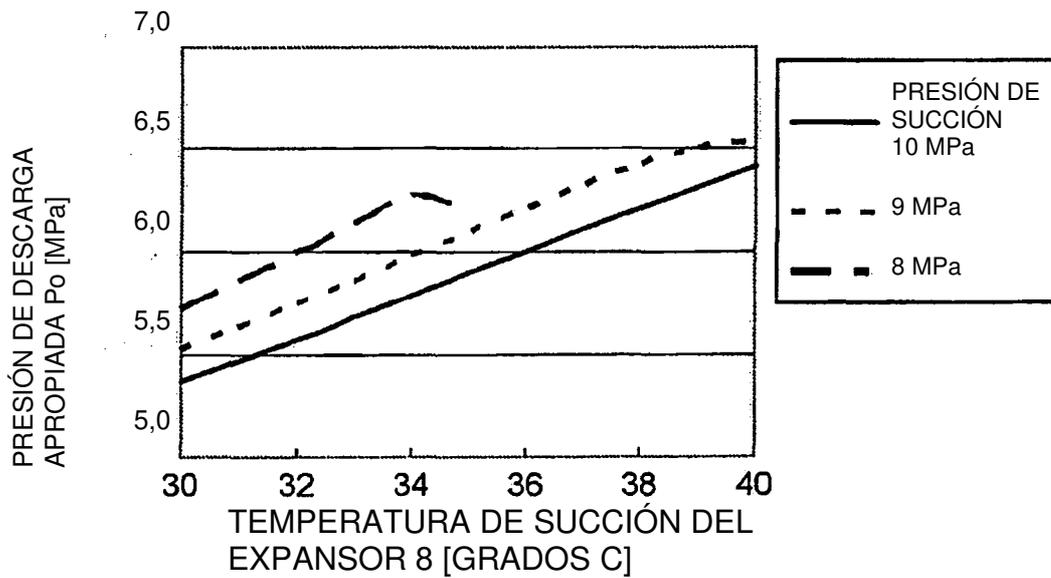


FIG. 13

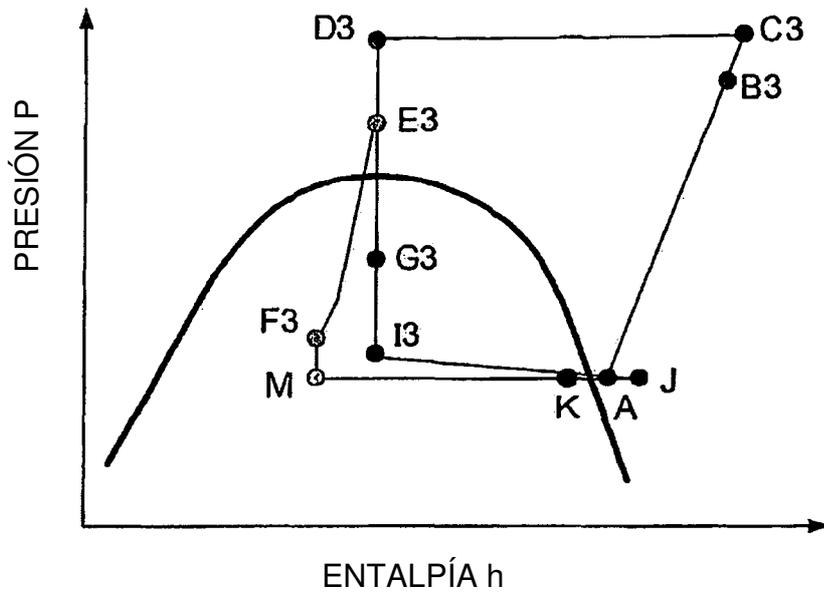


FIG. 14

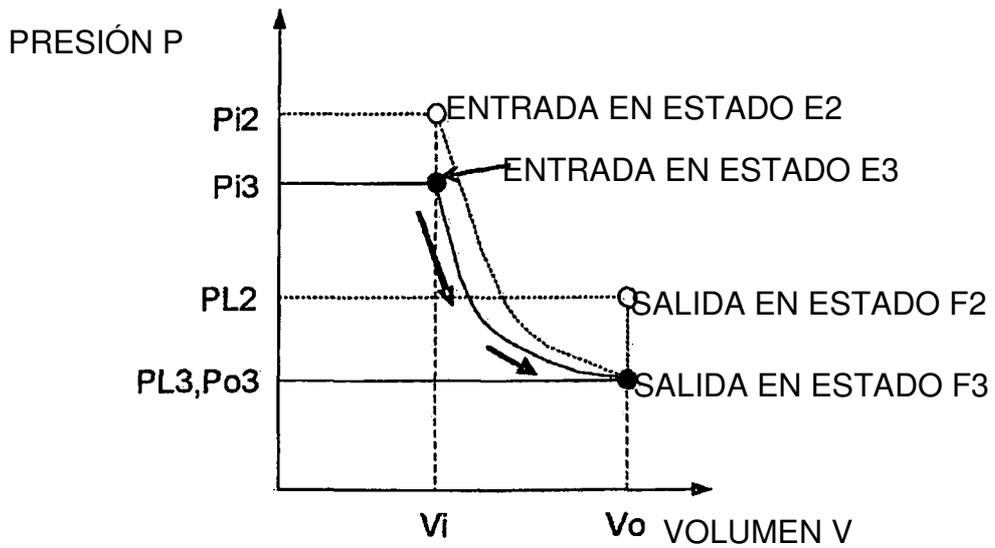


FIG. 15

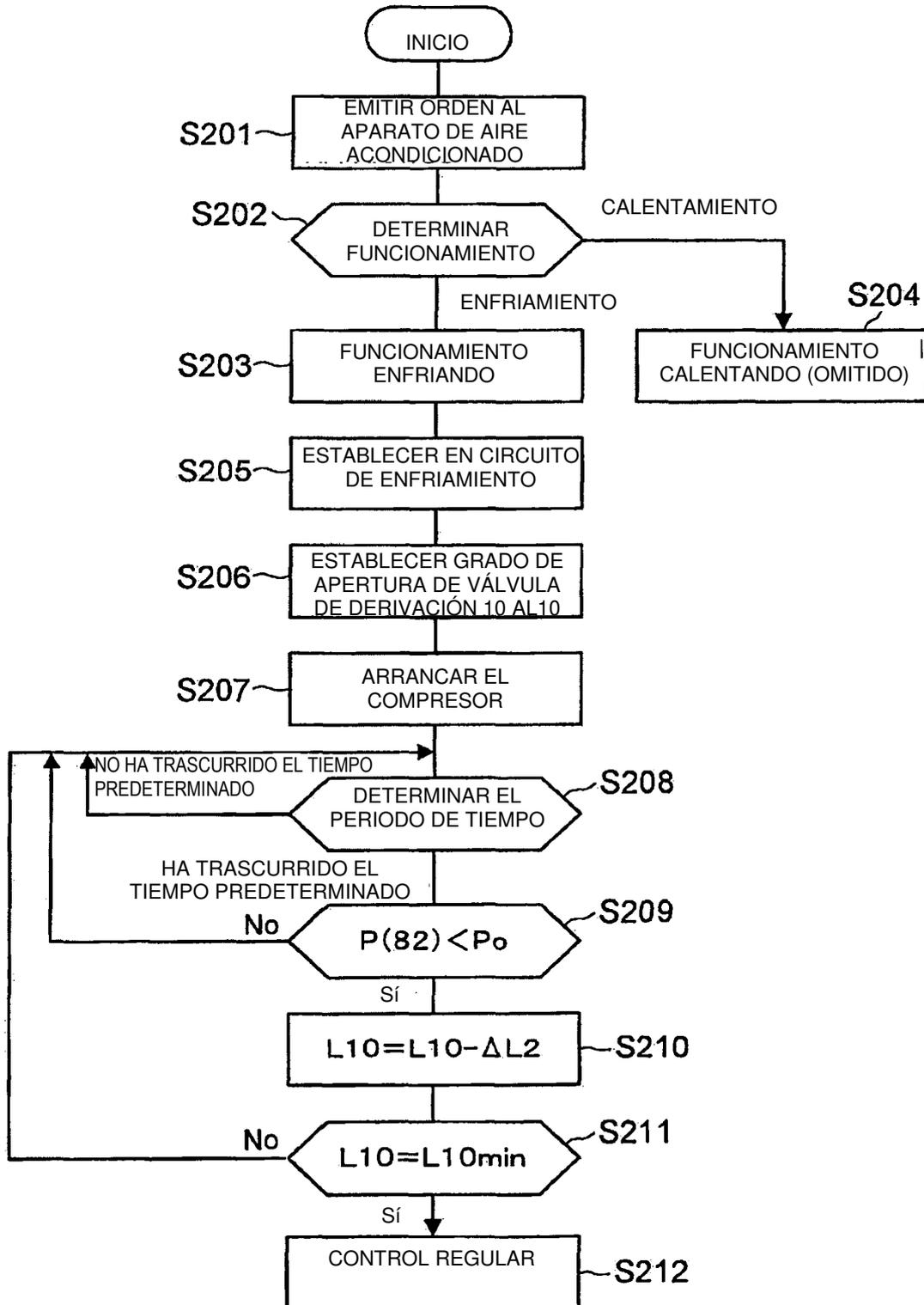


FIG. 16

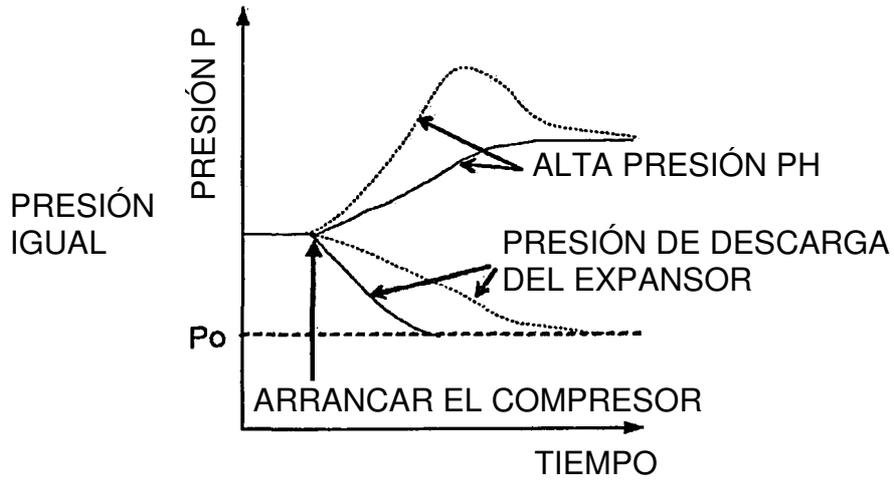


FIG. 17

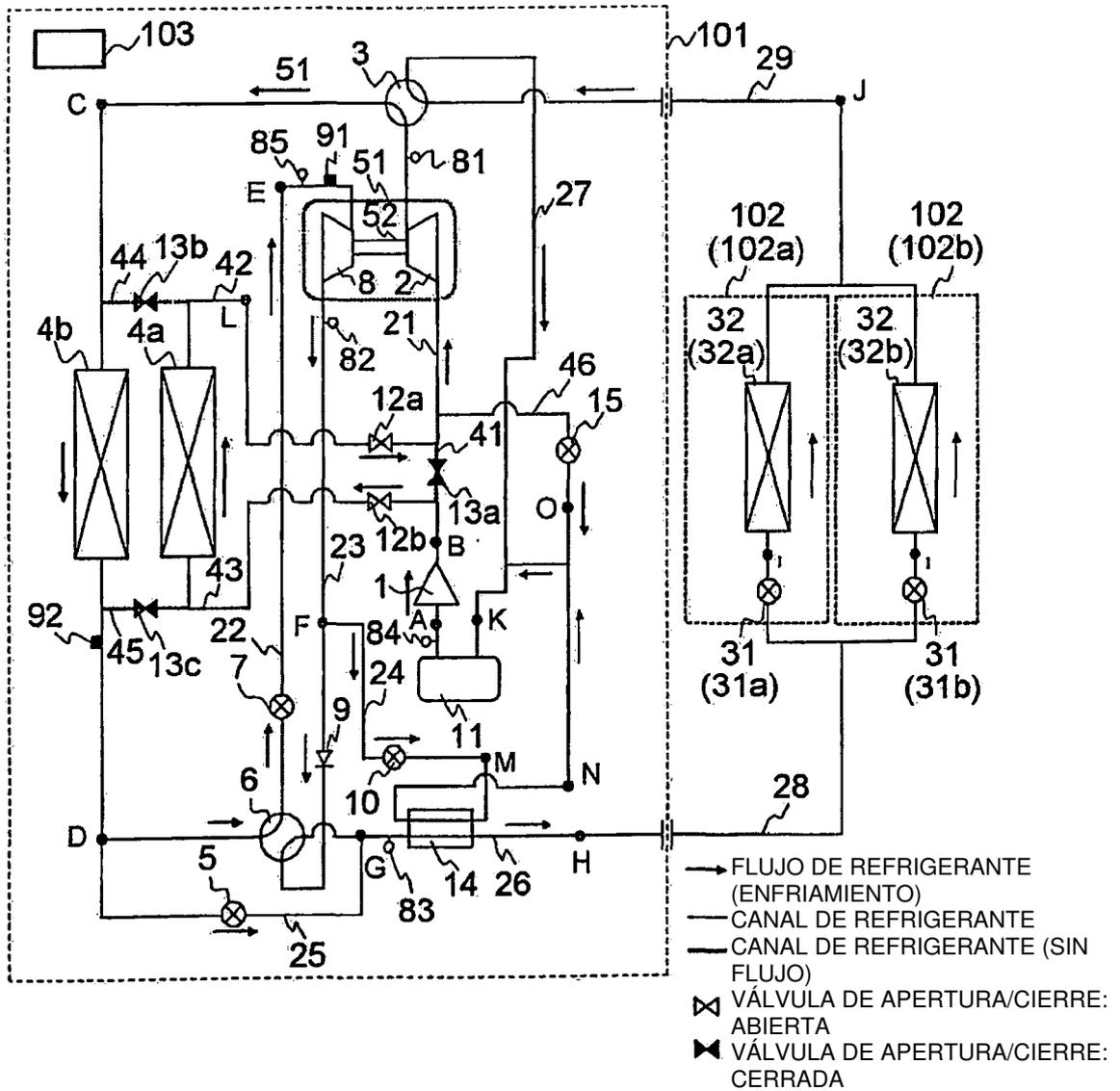


FIG. 18

