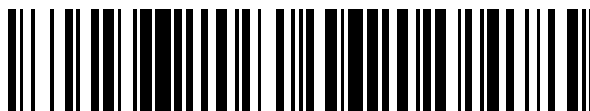


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 432**

51 Int. Cl.:

**F25B 31/00** (2006.01)

**F25B 40/00** (2006.01)

**F25B 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013 E 13425114 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2754980**

54 Título: **Circuito refrigerante**

30 Prioridad:

**22.08.2012 IT TV20120169**

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

**17.06.2016**

73 Titular/es:

**ENEX S.R.L. (100.0%)  
Via Veneto 12  
31038 Paese (TV), IT**

72 Inventor/es:

**SERGIO GIROTTO**

74 Agente/Representante:

**MORGADES MANONELLES, Juan Antonio**

**ES 2 574 432 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

Circuito refrigerante

5 Introducción y estado de la técnica

En la fig. 1 se muestra un diagrama simplificado de un circuito refrigerante típico que utiliza R744 – dióxido de carbono o CO<sub>2</sub> – como fluido refrigerante o fluido de trabajo o, para mayor simplicidad, refrigerante. En dicho circuito, al menos un compresor 1 succiona refrigerante en estado vapor de al menos un evaporador 6 y lo comprime a alta presión introduciéndolo en un intercambiador de calor 2, condensador o refrigerador de gas, en donde el refrigerante expulsa el calor, por ejemplo, al aire exterior.

10 Aguas abajo de dicho intercambiador de calor 2 se incorpora un dispositivo destinado a una primera etapa de regulación, que consiste en una válvula de control de alta presión 3, en la salida de la cual el refrigerante de dos fases, vapor y líquido, entra en un depósito separador líquido/vapor 4.

Desde dicho separador 4 el refrigerante en estado líquido se transfiere a través de una o más válvulas de regulación 5 para alimentar uno o más evaporadores 6, mientras que la fracción de fluido refrigerante en estado vapor, el llamado vapor de expansión, se somete a una expansión para reducir la presión del ciclo, con el fin de mantener la presión en dicho separador 4 por debajo de un valor máximo deseado. En el circuito se incluye una válvula reguladora de contrapresión 13, con dicho propósito, y se configura para controlar la presión del separador 4.

El puerto de entrada de la válvula 13 anteriormente mencionada está conectado a la parte superior del separador 4, es decir, la zona en la que está el vapor, mientras que la sección de salida está conectada al lado de baja presión del circuito, por ejemplo, al puerto de succión de al menos un compresor 1.

Los documentos DE 19747985, US 2012006041 y US 2012180510 divulgan circuitos refrigerantes similares.

30 Con el fin de reducir el consumo de energía, en lugar de controlar la presión del separador 4 a través de la válvula 13 y expandir el vapor de expansión hacia el lado de baja presión, sería preferible comprimir directamente el vapor de expansión anteriormente mencionado con al menos un compresor auxiliar 7 tal y como se muestra con las líneas punteadas de la fig. 1. En la actualidad esto se consigue con una importante complicación en el circuito. Surge el problema de la distribución de lubricante a los compresores en donde el aceite lubricante está contenido en la parte inferior de una cámara del compresor, normalmente llamada cárter, precisamente en la cámara en la que se alojan el cigüeñal y el conjunto de biela de los pistones, manteniéndose dicho cárter a la presión baja o presión de succión del compresor y, así, a la baja presión del circuito de refrigeración. Como al menos un compresor principal 1 o al menos un compresor auxiliar 7 succionan de diferentes presiones, es necesario que el lubricante que va a inyectarse en los cárteres se mantenga, en donde se almacene el aceite lubricante para restablecer el nivel cuando se produce cierto arrastre inevitable de lubricante con el flujo másico de fluido comprimido, a una presión igual o mayor a la presión que sea más elevada de las dos presiones de succión diferentes. El estado de la técnica consiste en la separación de lubricante en alta presión. Suponiendo que se utiliza este modo de separación de lubricante, existen dos alternativas, una de las cuales es la inyección del lubricante directamente en los compresores desde el separador de lubricante de alta presión, no mostrado en la fig. 1.

45 Esta primera solución cuenta con el problema de que una elevada fracción de refrigerante se disuelve en el lubricante separado en la alta presión, y así se produce una importante formación de espuma tan pronto la mezcla de lubricante y fluido refrigerante entran en el cárter de los compresores y a continuación se somete a despresurización rápida, un fenómeno que reduce la efectividad de la lubricación. La solución alternativa consiste en la inyección de la mezcla de lubricante y refrigerante, separados en un separador de lubricante de alta presión, situado en un depósito intermedio destinado a acumular el lubricante. En dicho depósito de almacenamiento de lubricante se produce la desgasificación, es decir la reducción de la presión para liberar parte del refrigerante disuelto en el lubricante, y desde ese depósito de almacenamiento, el lubricante, o la mezcla de lubricante/refrigerante con un contenido más bajo de fluido refrigerante se envía a los compresores. La presión debe reducirse hasta un valor límite superior o igual al valor más elevado de las dos presiones de succión. Esta solución reduce el fenómeno de la formación de espuma, aunque no es totalmente satisfactorio, particularmente porque la separación de lubricante en alta presión nunca es completa y en consecuencia un flujo no despreciable de lubricante fluye hacia los evaporadores, reduciendo así la eficiencia de la transferencia de calor, y también porque con los dos métodos anteriormente descritos se produce una desviación del refrigerante del lado de alta presión al lado de succión cada vez que se abre la válvula que descarga lubricante del separador de lubricante de alta presión, lo cual que representa una pérdida de energía. Además, la instalación de un recipiente de presión, tal como el separador de lubricante que se instala en el lado de alta presión del circuito, resulta una solución costosa y que plantea importantes problemas de seguridad, ya que la presión a la que se pretende que opere el separador de lubricante puede ser de hasta 100 bar en el caso de sistemas de refrigeración que utilizan Co<sub>2</sub> como refrigerante.

La presente invención describe un método sencillo e innovador destinado a solucionar el problema expuesto y realiza un circuito refrigerante que permite el funcionamiento de acuerdo con un ciclo con economizador.

Descripción de los dibujos

5

En la Tabla 1 se muestran:

Fig. 1. Diagrama de un innovador sistema de refrigeración

Fig. 2. Diagrama de un sistema de refrigeración según se describe en las reivindicaciones mostradas en la Tabla 2:

10 Fig. 3. Diagrama de solubilidad típico del par de lubricantes PAG RFL68 / R744

Fig. 4. Diagrama de un sistema de refrigeración con eyector

Nomenclatura y abreviaturas

- 15 1: compresor principal  
 2: intercambiador de calor condensador / enfriador de gases  
 3: válvula de control de alta presión / válvula reguladora de 1ª etapa  
 4: depósito separador líquido / vapor  
 5: válvula reguladora de alimentación del evaporador  
 20 6: evaporador  
 7: compresor auxiliar  
 8: tubería de transporte de vapor de expansión  
 9: intercambiador de calor regenerativo con dos circuitos, 9a y 9b  
 10: depósito de almacenamiento de lubricante y colector de vapor de expansión  
 25 11: tuberías de descarga del vapor de expansión del depósito 10  
 12: válvula de descarga de mezcla rica en lubricante, por ejemplo, aunque no exclusivamente, una válvula magnética de tipo ON/OFF  
 13: válvula de control de la presión aguas arriba  
 14: válvula de suministro de lubricante al/los compresor/es principal/es 1, por ejemplo, aunque no exclusivamente,  
 30 una válvula magnética de tipo ON/OFF  
 15: válvula de suministro de lubricante al compresor/es auxiliar/es 7, por ejemplo, aunque no exclusivamente, una válvula magnética de tipo ON/OFF  
 16: eyector  
 17: puerto de succión del eyector 16

35

Descripción de la invención

El circuito considerado, como el mostrado en la fig. 2, incluye al menos un compresor 1 conectado al lado de succión del conducto de salida de al menos un evaporador 6, estando dicho compresor 1 configurado para succionar el refrigerante en estado vapor del lado de baja presión del ciclo de refrigerante y estando dicho compresor 1 también conectado al lado de descarga de un intercambiador de calor de alta presión 2.

40

Agua abajo de este intercambiador de calor 2 también hay una primera válvula reguladora 3 que controla la alta presión aguas arriba y que está configurada para controlar la alta presión del ciclo según una técnica conocida, por ejemplo, aunque no exclusivamente, de manera que se maximice la relación entre la cantidad de calor transferido del sistema de refrigeración al receptor de calor, por ejemplo al aire exterior, o de forma equivalente la cantidad de calor eliminado de la fuente fría, y el consumo de energía derivado de la compresión de fluido refrigerante. La válvula reguladora 3 mencionada puede controlarse, según una técnica conocida, para mantener la alta presión del ciclo en un valor óptimo en función de las condiciones de funcionamiento. Esta válvula reguladora 3 también está colocada en el circuito entre el intercambiador de calor 2 y el depósito separador líquido/vapor 4, estando dicha válvula 3 configurada para introducir el refrigerante de dos fases, vapor y líquido, en el separador de líquido/vapor 4 situado agua abajo.

45

50

El aceite lubricante usado por el/los compresor/es 1 es de tipo no miscible o parcialmente miscible con el refrigerante líquido. Se hace referencia, por ejemplo, aunque no exclusivamente, al par refrigerante/lubricante R744 / PAG (polialquilenglicol). El par refrigerante/lubricante anteriormente mencionado posee una curva de solubilidad similar a la mostrada en la fig. 3 y el lubricante se define parcialmente miscible con el refrigerante CO<sub>2</sub> o R744. En la fig. 3, que define en la abscisa la masa porcentual de CO<sub>2</sub> líquido refrigerante disuelto en la mezcla refrigerante/lubricante PAG y en la ordenada la temperatura, en grados Kelvin, de la propia mezcla, el área sombreada representa la región de inmiscibilidad. Para un par refrigerante/lubricante definido de tipo inmiscible o parcialmente miscible se da separación de dos fases, una de las cuales es rica en refrigerante y la otra es rica en lubricante. Por ejemplo, es posible ver a partir del diagrama de la fig. 3 que a una temperatura de 0°C (273K) el porcentaje máximo de CO<sub>2</sub> disuelto en la fase rica en lubricante es de alrededor del 32%, y en consecuencia, en estas condiciones, el porcentaje de lubricante corresponde al 68%.

55

60

65

- La fracción de CO<sub>2</sub> en exceso se separa en una fase rica en refrigerante o consistente en refrigerante puro. El lubricante PAG usado en el ejemplo posee una densidad de alrededor de 1.020 kg/m<sup>3</sup> a una temperatura de 0°C y una densidad que aumenta cuanto menor sea la temperatura. Por ejemplo, a -10°C la densidad es alrededor de 1.050 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el refrigerante líquido R744 posee una densidad, que también aumenta con la disminución de la temperatura, de alrededor de 925 kg/m<sup>3</sup> a 0°C y alrededor de 980 kg/m<sup>3</sup> a -10°C. El gradiente de densidad como función de la temperatura es, por lo tanto, aproximadamente de -3 kg/(m<sup>3</sup>\*K) para el lubricante y -5.5 kg/(m<sup>3</sup>\*K) para el CO<sub>2</sub> fluido refrigerante en estado líquido saturado. La temperatura a la que la densidad del CO<sub>2</sub> líquido refrigerante excede la del lubricante es de alrededor de -30°C.
- 5 Debido a lo anteriormente expuesto, dentro del depósito separador de líquido/vapor 4 se contará con una separación entre la fase refrigerante/lubricante rica en lubricante y la fase refrigerante/lubricante rica en refrigerante, en el límite del refrigerante prácticamente puro como en el ejemplo, debido a las diferentes densidades en un intervalo determinado de presión/temperatura.
- 10 En el caso del ejemplo, el intervalo de temperatura, entre -30°C y +30°C, incluye un amplio límite operativo del sistema de refrigeración caracterizado por el circuito objeto de la presente invención, como, por ejemplo, en que la temperatura de saturación del depósito separador de líquido/vapor 4 puede variar, en la aplicación práctica, entre -5 y +10°C. La fase rica en lubricante se estabilizará en el fondo del depósito separador líquido/vapor 4 y la separación de las dos fases puede mejorarse mediante una configuración adecuada de dicho depósito 4, por ejemplo, aunque no exclusivamente, colocando la entrada y salida del refrigerante y del lubricante en los niveles adecuados, y, por lo tanto, aunque no exclusivamente, descargando el lubricante desde el fondo del separador 4 y distribuyendo el refrigerante a la línea de líquido desde un puerto situado a un nivel más elevado.
- 15 Una vez más, en relación con la fig. 2 el depósito separador de líquido/vapor 4 está configurado para alimentar a los evaporadores con refrigerante líquido, procedente del depósito separador líquido/vapor 4 a un nivel suficientemente elevado para evitar transportar la fase rica en lubricante a los evaporadores, mientras que una tubería 8 conecta la parte superior del depósito 4 con un depósito de almacenamiento de lubricante 10 configurado para separar el lubricante del vapor refrigerante, mientras que una tubería 11 conecta la parte superior del depósito de almacenamiento de lubricante 10 con la línea de baja presión del circuito refrigerante a través de una válvula 13 que controla la presión aguas arriba. Dicha tubería 8 conecta la parte superior del depósito separador de líquido/vapor 4, y, por lo tanto, el vapor contenido en ese volumen, con el depósito de lubricante 10. Se interpone un intercambiador de calor regenerativo 9 entre el separador de líquido/vapor 4 y el depósito de acumulación de lubricante 10.
- 20 El intercambiador de calor se caracteriza por contar con dos circuitos en contacto térmico, aquí definidos 9a – primario – y 9b -secundario- en donde pueden fluir a través dos fluidos a diferente presión para intercambiar el calor. La tubería 8 también estará equipada con una conexión, en el nivel geodésico del fondo del depósito separador de líquido/vapor 4, en donde se inyectará la mezcla rica en lubricante, y la descarga tendrá lugar por gravedad y se controlará, por ejemplo aunque no exclusivamente, con un temporizador, a través de una válvula 12, por ejemplo, aunque no exclusivamente, accionada eléctricamente y del tipo ON/OFF, conectada a la porción de volumen, en la parte inferior del depósito 4, donde se deposita la mezcla rica de lubricante. El vapor de expansión, que procede de la parte superior del depósito separador de líquido/vapor 4 y que se mezcla con cierto caudal de lubricante y refrigerante de la parte inferior del depósito separador 4 anteriormente mencionado, se introducirá a través de la tubería 8 en el circuito secundario 9b, del intercambiador de calor regenerativo 9. El circuito primario 9a del intercambiador de calor 9 estará configurado para la circulación del flujo másico que procede del intercambiador de calor condensador/enfriador de gases 2. En el intercambiador de calor 9 la solución rica en lubricante se calienta mediante el calor intercambiado con el fluido caliente de alta presión que sale del condensador/enfriador de gases 2, se produce una destilación del fluido refrigerante y finalmente se separa el lubricante del vapor del depósito de acumulación de lubricante 10 por gravedad. La parte superior del depósito de lubricante 10 estará conectado a través de la tubería 11 con la sección de entrada de una válvula 13 que controla la presión aguas arriba, configurada para mantener en un valor deseado la presión del separador de líquido/vapor 4 y también del depósito de almacenamiento de lubricante 10, estando la sección de salida de la válvula 13 conectada al lado de succión de al menos un compresor 1.
- 25 Para mejorar la eficiencia del sistema, la tubería 11 estará conectada al puerto de succión de al menos un compresor auxiliar 7, configurado para recomprimir el vapor de expansión evitando su expansión a baja presión. El depósito 10 estará colocado al nivel geodésico H más elevado que al menos un compresor 7, y el lubricante fluirá fácilmente por gravedad hacia al menos un compresor 7 a través de la abertura de una válvula 15 de cada compresor, en base, por ejemplo, al nivel de lubricante presente en el cárter de dicho compresor 7.
- 30 De forma similar, desde el depósito de almacenamiento 10 el lubricante también alimentará el compresor/es principal/es 1 a través de la abertura de una válvula 14 en base, por ejemplo, al nivel de lubricante que haya en el cárter de al menos un compresor 1, estando el depósito de almacenamiento de lubricante 10 a una presión más elevada que la existente en el cárter de al menos un compresor 1.

En esta configuración de circuito, una válvula de control de la presión aguas arriba 13, tal y como se ha descrito anteriormente, y aunque no sea estrictamente necesario, podría contribuir a un ajuste más preciso de la presión del depósito separador líquido/refrigerante 4 y del depósito de almacenamiento de lubricante 10. El circuito también puede incluir, cuando se incluya al menos un compresor auxiliar 7 y a fin de mejorar aún más la eficiencia energética del sistema, al menos un eyector 16 conectado en paralelo o alternativamente a la válvula de control de alta presión 3. Un ejemplo de tal configuración se muestra en la fig. 4. En este caso, el lado de succión de al menos un compresor 1, o en general el lado de baja presión del circuito de refrigeración, también estará conectado al puerto de succión secundario 17 del eyector 16, que estará configurado para succionar parte del vapor que procede del evaporador 6 y someterlo a una primera compresión, sin la necesidad de proporcionar energía externa adicional al sistema, hasta alcanzar la presión intermedia existente en el separador de líquido/vapor 4 desde donde el vapor refrigerante puede ser succionado por al menos un compresor auxiliar 7 junto con el vapor de expansión, tal y como se ha descrito anteriormente.

## REIVINDICACIONES

5 **1. Circuito refrigerante** que incluye al menos un compresor principal (1) configurado para succionar el vapor de al  
 10 menos un evaporador (6), un intercambiador de calor de alta presión (2) configurado para rechazar el calor hacia un  
 fluido externo, una primera válvula reguladora (3) y un separador líquido/vapor (4) dispuesto para alimentar al menos  
 un evaporador (6) con líquido refrigerante a través de un segundo dispositivo regulador (5), estando la primera  
 15 válvula reguladora (3) colocada en el circuito entre el intercambiador de calor de alta presión (2) y el separador  
 líquido/vapor (4), siendo el aceite lubricante usado por el compresor (1) de un tipo no miscible o parcialmente  
 miscible con el refrigerante – por ejemplo, aunque no exclusivamente, de tipo PAG cuando el refrigerante es dióxido  
 de carbono – y teniendo dicho lubricante una densidad mayor que la del refrigerante en las condiciones existentes  
 en el separador líquido/vapor (4), siendo el circuito refrigerante donde un intercambiador de calor regenerativo de  
 20 dos circuitos (9) configurado para la circulación, en el circuito primario (9a), del refrigerante que sale del  
 intercambiador de calor de alta presión (2) y para la circulación, en el circuito secundario (9b), del vapor de  
 expansión producido durante el primer proceso de regulación a través de la primera válvula reguladora (3), estando  
 el circuito **caracterizado** por incluir una tubería (8) que conecta la parte superior del separador (4) con la entrada del  
 25 circuito secundario (9b) del intercambiador de calor regenerativo (9), estando dicha tubería (8) configurada para  
 transportar el vapor de expansión y para la inyección, en un punto intermedio, de un flujo de mezcla rica en  
 lubricante, por ejemplo, aunque no exclusivamente, a través de una válvula (12), desde la parte inferior del  
 separador líquido/vapor (4), y estando la salida del circuito secundario (9b) del intercambiador de calor regenerativo  
 (9) conectada a la parte superior de un depósito de almacenamiento de lubricante (10) configurado para separar por  
 gravedad el lubricante del vapor y para transportar el vapor refrigerante a la entrada de una válvula (13) adaptada  
 para controlar la presión del depósito de lubricante (10) y del separador (4) mediante la descarga controlada de  
 vapor refrigerante del depósito de almacenamiento de lubricante (10) hacia la succión de al menos un compresor (1),  
 30 en donde el nivel de lubricante se restablece con lubricante del depósito de lubricante (10) a través de una válvula  
 (14).

**2. Circuito refrigerante** según la reivindicación 1) que incluye, adicionalmente, al menos un compresor auxiliar (7)  
 35 configurado para la compresión del vapor de expansión producido durante el primer proceso de regulación a través de  
 la válvula (3), estando el puerto de succión de, al menos, un compresor (7) conectado a través de una tubería (11) a  
 la parte superior del depósito de almacenamiento de lubricante (10), situado a nivel geodésico H más elevado que el  
 de, al menos, un compresor (7), incluyendo además el circuito una tubería adaptada para suministrar aceite  
 lubricante a, al menos, un compresor (7) desde la parte inferior del depósito de almacenamiento de lubricante (10) a  
 40 través de una válvula (15).

**3. Circuito refrigerante** según las reivindicaciones 1), 2) que incluye al menos un eyector (16), montado en paralelo  
 o alternativamente a la primera válvula reguladora (3), estando el puerto secundario (17) de, al menos, un eyector  
 (16) conectado directa o indirectamente al lado de succión de, al menos, un compresor principal (1) y estando, al  
 45 menos, un compresor (7) configurado para succionar, desde la parte superior del depósito de lubricante (10), el  
 vapor de expansión y el flujo másico comprimido por, al menos, un eyector (16) en el separador líquido/vapor (4).

**4. Sistema refrigerante** que utiliza las disposiciones de circuito descritas en las reivindicaciones 1), 2) y 3).

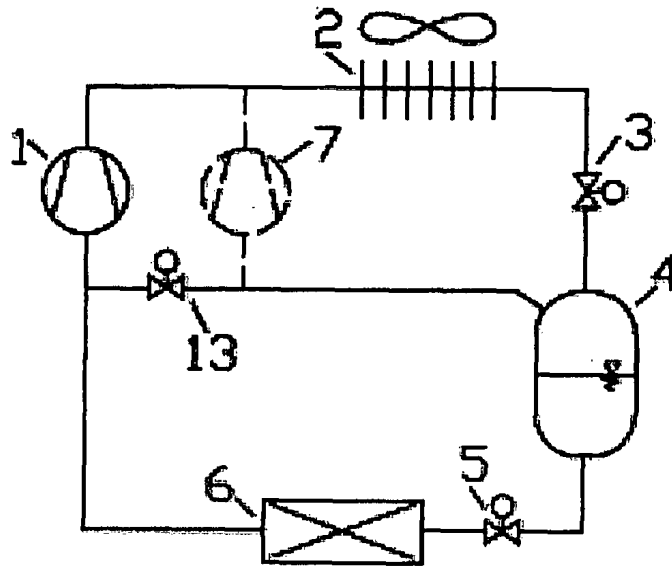


FIG.1

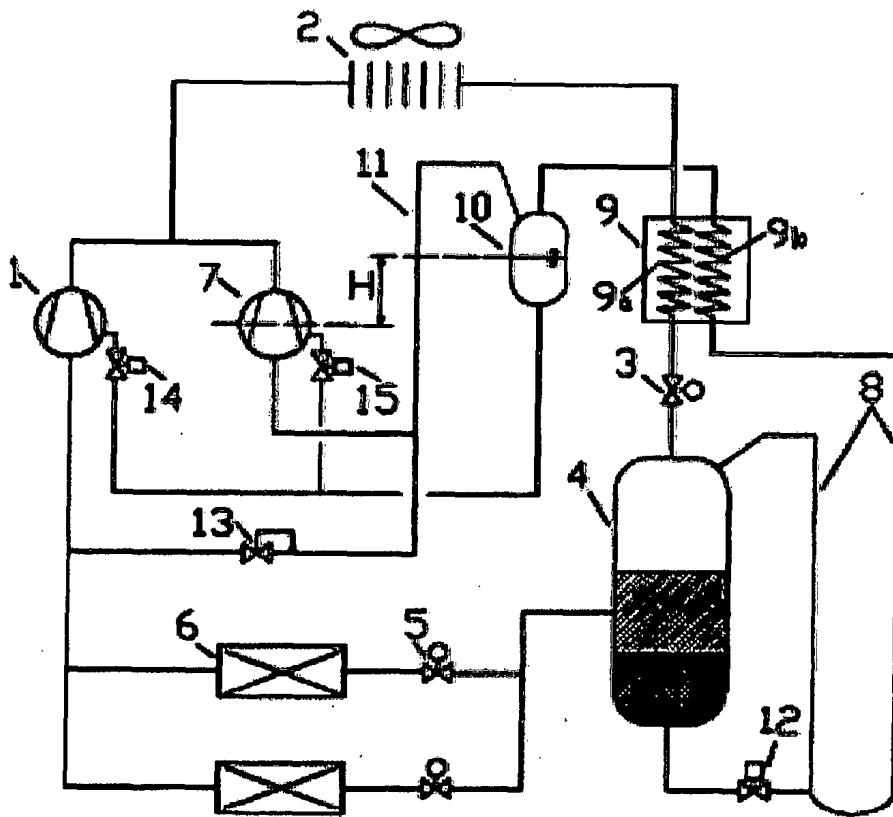


FIG.2

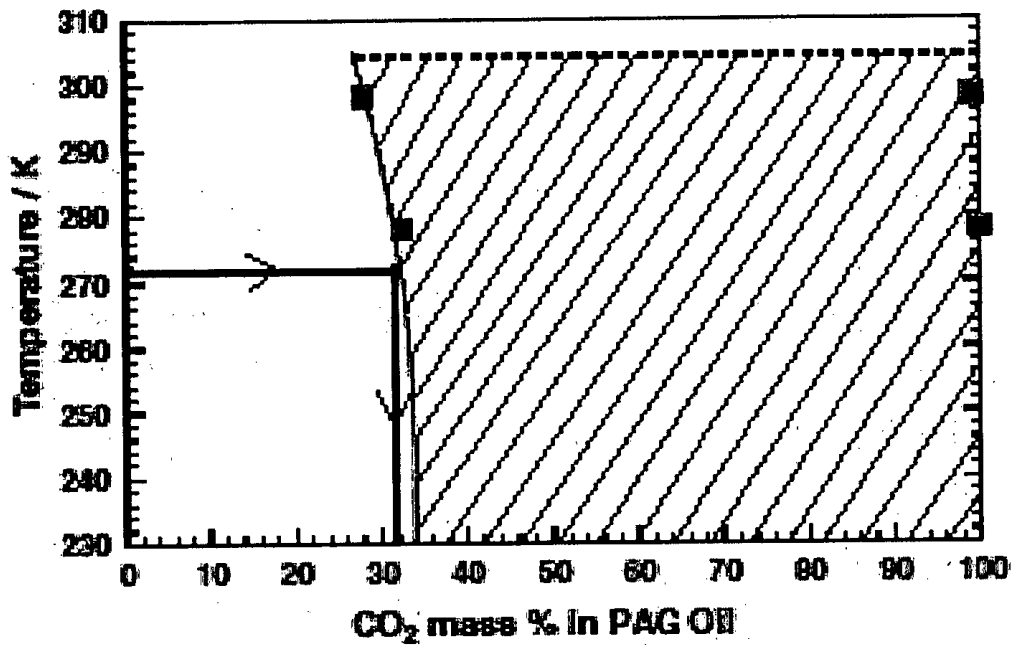


FIG.3

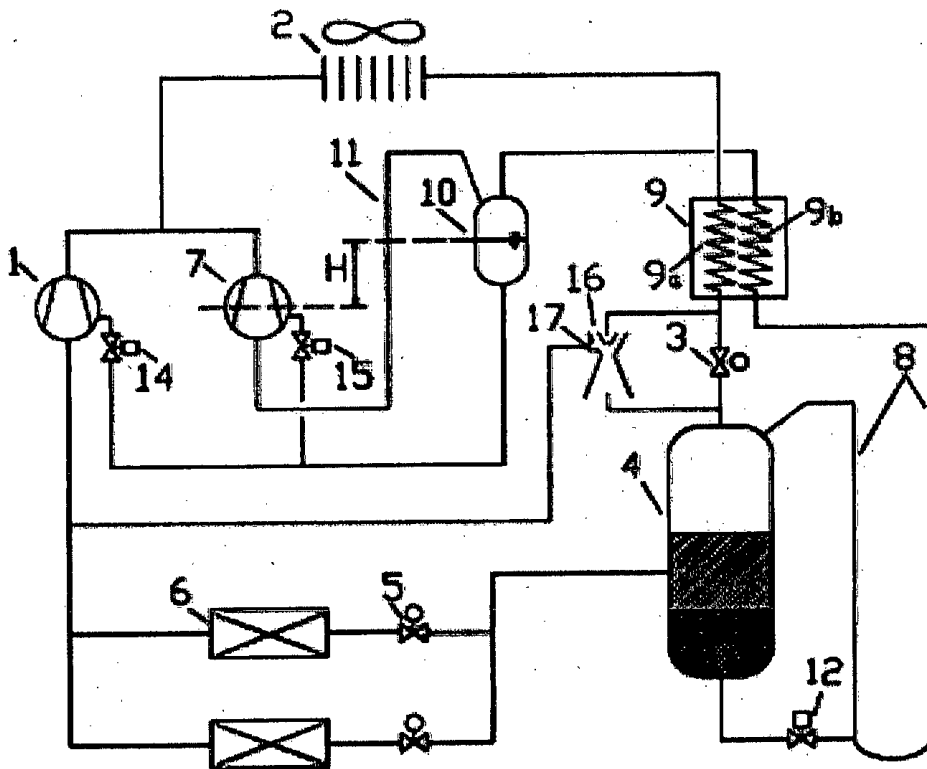


FIG.4