



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 265 187**

(51) Int. Cl.:

F25B 13/00 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 5/00 (2006.01)

F25B 40/02 (2006.01)

F25B 43/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **99937013 .3**

(86) Fecha de presentación : **09.08.1999**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1162414**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **12.12.2001**

(54) Título: **Circuito de sobreenfriamiento con refrigerante.**

(30) Prioridad: **17.02.1999 JP 11-38746**
29.03.1999 JP 11-86453
29.03.1999 JP 11-86454
22.04.1999 JP 11-114936

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2007

(73) Titular/es: **Yanmar Co., Ltd.**
1-32, Chayamachi Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-0013, JP

(72) Inventor/es: **Fukudome, Jirou;**
Minami, Ken-Ichi;
Inoue, Masaki;
Imura, Takeo;
Ota, Yoshikazu;
Inayoshi, Kazutoshi y
Sugimori, Keiji

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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 de sobreenfriamiento con refrigerante.

Campo técnico

La presente invención se refiere a un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante en un sistema de aire acondicionado y a un procedimiento para hacer funcionar un circuito de este tipo con el objeto de mejorar su eficiencia del ciclo refrigerante durante una operación de enfriamiento de aire, en particular, se refiere a un sistema de aire acondicionado que está provisto de una pluralidad de unidades interiores que comprenden intercambiadores de calor interiores que están conectados en multiplicidad a una unidad exterior que comprende un compresor, un motor del compresor y un intercambiador de calor exterior.

Técnica anterior

Convencionalmente, durante la operación de enfriamiento de aire en un circuito refrigerante de un sistema de acondicionamiento de aire, un compresor suministra un refrigerante en fase gaseosa, caliente y a alta presión, a una unidad de intercambiador de calor exterior. En el intercambiador de calor exterior, el refrigerante, en fase gaseosa, es enfriado de manera que se convierta en un refrigerante en fase líquida a alta presión. A continuación, el refrigerante en fase líquida es enviado a una unidad interior. En la unidad interior, el refrigerante en fase líquida se expande y absorbe calor de evaporación del aire interior, de forma que se convierte en un refrigerante en fase gaseosa a baja presión. El refrigerante en fase gaseosa a baja presión se recupera al interior del compresor.

Se le requiere al sistema convencional de aire acondicionado que mejore adicionalmente su eficiencia operativa, al mismo tiempo que se deben minimizar su compresor y su intercambiador de calor exterior. Un ciclo de sobreenfriamiento sirve como uno de los medios disponibles para mejorar la eficiencia operativa del sistema de aire acondicionado durante su operación de enfriamiento de aire. Este es un ciclo de intercambio de calor entre un refrigerante en fase líquida a alta presión y un refrigerante en fase gaseosa a baja presión, y se le proporciona al circuito refrigerante que se ha mencionado más arriba para sobreenfriar en refrigerante en fase líquida a alta presión.

Como se muestra en la patente norteamericana número 5.228.301 y 5.465.587, uno de los ciclos de sobreenfriamiento convencionales comprende una pareja de tubos de extracción de refrigerante. Se proporciona un tubo de extracción de refrigerante que se bifurca desde un tubo de refrigerante en fase líquida a alta presión aguas abajo de un intercambiador de calor exterior, para expandir el refrigerante en fase líquida a alta presión que circula en el mismo, para convertirlo en un refrigerante en fase gaseosa a baja presión. El otro tubo de extracción de refrigerante se bifurca desde un tubo de refrigerante en fase gaseosa a baja presión, aguas abajo de un intercambiador de calor interior. Se hace que el refrigerante en fase gaseosa a baja presión de ambos tubos de extracción de refrigerante rodee al tubo de refrigerante en fase líquida a alta presión aguas abajo del intercambiador de calor exterior, con lo cual, sobreenfría al refrigerante en fase líquida a alta presión que circula en el tubo de refrigerante en fase líquida a alta presión.

Sin embargo, en este ciclo, el refrigerante que circula en los tubos de extracción de refrigerante no se almacena en particular, si no que se utiliza para sobre-

enfriar todo lo que se extraiga. Especialmente en un sistema de aire acondicionado que tiene múltiples intercambiadores de calor interiores conectados de manera múltiple a un único intercambiador de calor exterior, el número de intercambiadores de calor interiores operados varía para cambiar la cantidad de refrigerante que circula en el circuito de refrigerante. Por lo tanto, la cantidad de refrigerante que se extrae para el sobreenfriamiento no es constante y el efecto de sobreenfriamiento no es estable.

Además, el refrigerante en fase gaseosa a baja presión que circula en el tubo de extracción de refrigerante desde el lado de aguas abajo del intercambiador de calor ha sido calentado en la unidad interior. Este refrigerante calentado se mezcla con el refrigerante en fase gaseosa a baja presión frío expandido que se extrae del tubo de refrigerante en fase líquida a alta presión. Por lo tanto, se reduce la diferencia de temperaturas entre el refrigerante extraído resultante y el refrigerante en fase líquida a alta presión en el tubo de refrigerante en fase líquida a alta presión, con lo cual produce un efecto de sobreenfriamiento insuficiente.

Además, la patente norteamericana número 5.174.123 muestra una estructura de este tipo, de manera que un tubo de refrigerante aguas arriba de una válvula de expansión, por el cual circula un refrigerante en fase líquida a alta presión, se sitúa adyacente a un tubo de refrigerante aguas abajo de la válvula de expansión, por el cual circula un refrigerante en fase gaseosa y líquida a baja presión. Sin embargo, en esta estructura, el refrigerante en fase gaseosa y líquida a baja presión absorbe el calor del refrigerante en fase líquida a alta presión para calentarse, con lo cual reduce el efecto de enfriamiento del aire de la unidad interior.

Además, existe un problema general debido a que, cuando la temperatura del aire es elevada, el refrigerante en fase gaseosa a baja presión absorbe calor del aire, con lo cual reduce su absorción de calor del refrigerante en fase líquida a alta presión. Por lo tanto, el refrigerante en fase líquida a alta presión es sobreenfriado de manera insuficiente.

A continuación se debe considerar que una válvula de expansión de una unidad exterior, que normalmente está completamente abierta durante una operación de enfriamiento de aire para permitir que un refrigerante en fase gaseosa y líquida del intercambiador de calor exterior fluya a través de la misma (y que sirve como válvula de expansión adecuada durante la operación de calentamiento de aire) es regulada para remansar el refrigerante en fase gaseosa y líquida para favorecer el sobreenfriamiento. Sin embargo, una válvula de regulación de este tipo, si su regulación es considerablemente mayor (o si el grado de apertura de la misma es demasiado pequeño) puede producir el incremento de la presión de carga de un compresor y la reducción de la eficiencia operativa.

El documento JP-A-04020749 muestra una válvula de expansión sensible a la temperatura que se encuentra interpuesta entre un condensador y un separador de gas-líquido (receptor). La válvula de expansión controla el flujo de refrigerante de acuerdo con la variación de la temperatura. El condensador sirve como un intercambiador de calor interior y se pretende que el control del flujo de la válvula de expansión para el calentamiento de aire (calentamiento interior) de operación.

Exposición de la invención

La presente invención proporciona un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 1, y un procedimiento para operar un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante de acuerdo con la reivindicación 14. Realizaciones preferentes del circuito de sobreenfriamiento de refrigerante se definen en las reivindicaciones dependientes.

La presente invención es un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante que está construido en un circuito de refrigerante de un sistema de aire acondicionado para su operación de enfriamiento de aire, en el que se instala un receptor para la retención de un refrigerante en fase líquida en una tubería de refrigerante que conecta una primera válvula de expansión aguas abajo de un intercambiador de calor exterior, a una pluralidad de segundas válvulas de expansión aguas arriba de los intercambiadores de calor interiores respectivos, y en el que se instala una tercera válvula de expansión en una tubería de extracción para extraer una parte de un refrigerante en fase líquida de cualquier porción del circuito de refrigerante del sistema de aire acondicionado, para hacer que una porción de la tubería de extracción aguas abajo de la tercera válvula de expansión sobreenfríe al refrigerante en fase líquida que está retenido en el receptor o que se extrae del receptor después de ser retenido en el mismo. El grado de apertura de la primera válvula de expansión, a través de la cual el refrigerante en fase gaseosa y líquida circula desde el intercambiador de calor exterior, se controla para que se obtenga un efecto de sobreenfriamiento adecuado y la carga aplicada a un compresor y a un motor del compresor se restrinja para mejorar la eficiencia operativa del sistema de aire acondicionado, al mismo tiempo que un sistema de acondicionamiento de aire que tiene una pluralidad de intercambiadores de calor interiores conectados en multiplicidad a un único intercambiador de calor exterior está provisto de variación del número de intercambiadores de calor interiores operados.

La primera válvula de expansión está controlada de acuerdo con la presión del refrigerante en la tubería de refrigerante que conecta un puerto de carga del compresor a una válvula de control direccional. Por lo tanto, la regulación de la primera válvula de expansión, que es regulada para mejorar el efecto de sobreenfriamiento, se controla de acuerdo con la detección de la presión de carga del compresor, con lo cual se evita la carga excesiva en el compresor y en el motor del compresor.

De manera alternativa, la primera válvula de expansión puede ser controlada de acuerdo con un grado de sobreenfriamiento en una salida del intercambiador de calor. Cuando se obtiene un efecto excesivo de sobreenfriamiento, se interrumpe la regulación de la primera válvula de expansión para evitar una carga excesiva en el compresor y en el motor del compresor y la reducción de su eficiencia operativa.

De manera alternativa, la primera válvula de expansión puede ser controlada de acuerdo con una diferencia de presión en la primera válvula de expansión. Durante el control de regulación de la primera válvula de expansión para obtener el efecto de sobreenfriamiento, si la diferencia de presión detectada alcanza un cierto valor, se interrumpe la regulación de la misma para evitar una carga excesiva en el compresor y en el motor del compresor.

Como un primer intento para sobreenfriar el refri-

gerante en fase líquida que se retiene en el receptor o que circula saliendo del receptor después de haber sido retenido, una porción de la tubería de extracción aguas abajo de la tubería de extracción pasa a su través en el receptor de manera que sobreenfríe el refrigerante en fase líquida retenido en el receptor. Por lo tanto, es innecesario otro medio para extraer un refrigerante en fase líquida para sobreenfriarlo, con lo cual se afecta la economía.

En esta construcción, la tubería de extracción se construye para extraer un refrigerante en fase líquida, ya sea del receptor o del intercambiador de calor exterior. Por lo tanto, el refrigerante en fase líquida a alta presión que se va a evaporar para realizar el sobreenfriamiento se puede extraer de manera estable en la tubería de extracción.

Como un segundo intento con el mismo propósito, se puede disponer un tanque de sobreenfriamiento para retener un refrigerante en fase líquida en tándem con el receptor, ya sea aguas arriba o aguas abajo del receptor. En este caso, la tubería de extracción también está construida para extraer un refrigerante en fase líquida, ya sea del receptor o del intercambiador de calor exterior, con lo cual estabiliza la extracción del refrigerante en fase líquida. La porción de la tubería de extracción aguas abajo de la tercera válvula de expansión pasa a través del tanque de sobreenfriamiento. Puesto que el tanque que sirve como sobreenfriador está separado del receptor, la variación en volumen del tanque de sobreenfriamiento permite sea independiente de la capacidad de volumen del receptor.

La tubería de extracción que pasa a través ya sea del receptor o del tanque de sobreenfriamiento, como los intentos primero y segundo que se han mencionado más arriba, puede estar constituida por un tubo refrigerante en serpentín, ya sea en el receptor o en el tanque de sobreenfriamiento. Este tubo de refrigerante en serpentín puede estar soportado por una pluralidad de miembros en forma de barra a lo largo de una pared interior del receptor o del tanque de sobreenfriamiento. De esta manera, se asegura una separación entre el borde periférico exterior del tubo de refrigerante y la pared interior del receptor o el tanque de sobreenfriamiento que tiene una dimensión tan grande como un diámetro del miembro en forma de barra, de manera que se impide que la tubería de extracción entre en contacto directamente con la pared interior del receptor o del tanque de sobreenfriamiento. Como consecuencia, la condición del refrigerante en la tubería de extracción se resiste a ser cambiada por el aire exterior, con lo cual se estabiliza el efecto de sobreenfriamiento. El tubo de refrigerante soportado fijamente por los miembros en forma de barra está unificado con el receptor o con el tanque de sobreenfriamiento para facilitar el montaje del circuito de sobreenfriamiento.

Además, cada bucle vecino del serpentín del tubo de refrigerante en el receptor o en el tanque de sobreenfriamiento puede estar unido fijamente al otro, con lo cual se unifica la tubería de extracción estando el receptor o el tanque de sobreenfriamiento más estable y más fuerte.

Como un tercer intento con el mismo propósito, la tubería de refrigerante que conecta el receptor a la pluralidad de segundas válvulas de expansión de manera múltiple, puede pasar a través del tubo de sobreenfriamiento que tiene un espacio expandido. La tube-

ría de extracción extrae el refrigerante en fase líquida del receptor y la porción de la tubería de extracción aguas abajo de la tercera válvula de expansión pasa a través del tubo de sobreenfriamiento. De esta manera, se le puede suministrar al tubo de extracción una extracción estable del refrigerante en fase líquida desde el receptor. Además, la variación del tubo de sobreenfriamiento en construcción para determinar la cantidad de calor intercambiado entre el refrigerante en la tubería de extracción y el refrigerante en fase líquida en la tubería de refrigerante a las segundas válvulas de expansión, queda independiente de la capacidad de retención del receptor.

En cada uno de los intentos primero a tercero de un circuito de sobreenfriamiento, mientras se extrae el refrigerante en fase líquida a alta presión de cualquiera de los intercambiadores de calor exteriores, el receptor y el tanque de sobreenfriamiento en la porción de la tubería de extracción de la tercera válvula de expansión, la porción de la tubería de extracción de la tercera válvula de expansión se une a una tubería de refrigerante entre los intercambiadores de calor interiores múltiples y la válvula de control direccional después de haber efectuado el sobreenfriamiento del refrigerante en fase líquida enviado a las unidades interiores, para permitir que el refrigerante en fase líquida sobreenfriado aguas abajo de la tercera válvula de expansión se una al refrigerante en fase gaseosa a baja presión en esta tubería de refrigerante, con lo cual se incrementa la diferencia de presión en la tercera válvula de expansión para mejorar el efecto de sobreenfriamiento.

De manera alternativa, después de sobreenfriar el refrigerante en fase líquida, la tubería de extracción se puede conectar a una tubería de refrigerante que conecta la válvula de control direccional a un evaporador de refrigerante auxiliar que conduce el agua refrigerante para enfriar el motor del compresor. En este caso, además del efecto que se ha mencionado más arriba, se puede aligerar la carga en el compresor debido a que se permite que la presión del refrigerante absorbido en el compresor sea incrementada por el uso de la tubería de extracción y el calor residual del motor del compresor, incluso si la presión del refrigerante de vapor húmedo conducido al refrigerante auxiliar evaporador es baja. Además, en el evaporador de refrigerante auxiliar, el calor residual del motor del compresor también se utiliza como energía para evaporar el refrigerante en fase líquida en la tubería de extracción para restringir el incremento de temperatura del refrigerante absorbido en el compresor.

La tubería de refrigerante entre la primera válvula de expansión y el receptor está formada en dos vías. Una vía está conectada a la porción superior del receptor, donde se instala una válvula de retención para interceptar un flujo de refrigerante desde el receptor. La otra vía está conectada a la porción inferior del receptor, en el que se instala una válvula de control para interceptar un flujo de refrigerante desde la primera válvula de expansión. De esta manera, la conmutación de esta tubería de refrigerante de dos direcciones puede efectuarse fácilmente solamente por la operación de dos válvulas de control.

Estas, otras y objetivos, características y ventajas adicionales de la invención serán aparentes más completamente a partir de la descripción detallada que sigue tomada en conexión con los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de un sistema de acondicionamiento de aire completo, que incluye un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante de acuerdo con la presente invención, mientras el sistema de aire acondicionado está siendo operado para el enfriamiento de aire;

la figura 2 es un diagrama del mismo sistema modificado para incluir un detector de presión, un detector de temperatura y otros elementos similares para controlar una primera válvula de expansión;

la figura 3 ilustra una relación del efecto de enfriamiento con el grado de apertura de una tercera válvula de expansión;

la figura 4 ilustra una relación de la presión de carga de un compresor con la tercera válvula de expansión;

la figura 5 ilustra una relación del efecto de enfriamiento con el grado de apertura de una primera válvula de expansión;

la figura 6 ilustra una relación del funcionamiento de aire acondicionado con la presión de carga;

la figura 7 ilustra un efecto de sobreenfriamiento con una diferencia de presión en la primera válvula de expansión;

la figura 8 es un diagrama de flujos de una primera manera de control de la primera válvula de expansión, de acuerdo con la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujos de una segunda manera de control de la primera válvula de expansión, de acuerdo con la presente invención;

la figura 10 es un diagrama de flujos de una tercera manera de control de la primera válvula de expansión, de acuerdo con la presente invención;

la figura 11 es un diagrama de un circuito de refrigerante que comprende una línea de extracción que se bifurca de un intercambiador de calor exterior;

la figura 12 es un diagrama de una realización en la que un receptor y un tanque de sobreenfriamiento están separados uno del otro;

la figura 13 es un diagrama de una realización en la que el receptor y el tanque de sobreenfriamiento están separados uno del otro y una tubería de extracción para el sobreenfriamiento se extiende desde una porción inferior del receptor;

la figura 14 es un diagrama de otra realización en la que el receptor y el tanque de sobreenfriamiento están separados uno del otro;

la figura 15 es un diagrama de otra realización en la que el receptor y el tanque de sobreenfriamiento están separados uno del otro y la tubería de extracción para sobreenfriar se extiende desde una porción inferior del receptor;

la figura 16 es un diagrama de una realización en la que un sobreenfriamiento está constituido por un intercambiador de calor de tubo doble;

la figura 17 es una vista lateral parcialmente en sección del sobreenfriador;

la figura 18 es una vista en planta del sobreenfriador;

la figura 19 es un diagrama de Mollier de entalpía específica en relación con la presión del refrigerante.

Mejor modo para realizar la invención

A continuación, se proporcionará la descripción de un circuito de refrigerante de un sistema de aire acondicionado (para enfriamiento de aire y calentamiento de aire) que se muestra en las figuras 1 y 2. El circuito de refrigerante comprende un compresor (en

esta realización, un compresor múltiple) 2, una válvula de cuatro vías 3 que sirve como válvula de control direccional, un intercambiador de calor exterior 4 (en esta realización, dos intercambiadores de calor exteriores 4), una primera válvula de expansión (múltiple) 45, una pluralidad de segundas válvulas de expansión 71, una pluralidad de intercambiadores de calor interiores 70 que se corresponden a las segundas válvulas de expansión 71 respectivas, y otros elementos. Se proporcionan tuberías de refrigerante, esto es, una tubería 20 de refrigerante que conecta un puerto de carga del compresor 2 a la válvula de cuatro vías 3, una tubería de refrigerante 26 que conecta un puerto de aspiración del compresor 2 a la válvula de cuatro vías 3, una tubería 21 de refrigerante que conecta la válvula de cuatro vías 3 a los intercambiadores de calor exteriores 4, tuberías 22 de refrigerante que conectan los intercambiadores de calores exteriores 4 a las válvulas de expansión primeras 45 respectivas aguas abajo de las mismas, una tubería 23 de refrigerante en la que las tuberías de las primeras válvulas de expansión 45 respectivas se unen en una, y a continuación, la tubería unida se reparte en ramas a todas las segundas válvulas de expansión 71, tuberías 24 de refrigerante que conectan las segundas válvulas de expansión 71 a los intercambiadores de calor interiores 70 respectivos, y una tubería 25 de refrigerante que conecta todos los intercambiadores de calor interiores 70 a la válvula de cuatro vías 3.

Un receptor 5 que sirve como un tanque para retener un refrigerante en fase líquida se instala en la porción de tubería unida de la tubería 23 de refrigerante. Una tubería 61 de extracción para extraer el refrigerante en fase líquida se dispone en un tanque del receptor 5. Se instala una tercera válvula de expansión 62 en la tubería 61 de extracción. Una porción de la tubería 61 de extracción aguas abajo de la segunda válvula de expansión 62 pasa otra vez a través del receptor 5. A continuación, se conecta la tubería 61 de extracción ya sea a la tubería 26 de refrigerante, como se muestra en la figura 1, o a la tubería 25 de refrigerante, como se muestra en la figura 2. En el receptor 5, la tubería 61 de extracción forma un sobreenfriador 6. Por ejemplo, el sobreenfriador 6 puede ser un tubo de refrigerante en serpentín que sirve como un tubo 60 de calentamiento. El sobreenfriador 6, que está dispuesto en el receptor 5 en las realizaciones de las figuras 1 y 2, puede ser una unidad separada del receptor 5, como se discutirá más adelante.

Incidentalmente, en la tubería 23 de refrigerante, la tubería unida de las tuberías de las primeras válvulas de expansión 45 respectivas está bifurcada en dos ramas. Una rama está constituida por un tubo 51 de alimentación del receptor conectado a una porción superior del receptor 5. La otra rama está constituida por un tubo de retorno 55 para el calentamiento del aire, conectado a una porción inferior del receptor 5. Una válvula de retención 46 está instalada en el tubo 51 de entrada del receptor de manera que intercepte el flujo de refrigerante del receptor 5 a las primeras válvulas de expansión 45. Una válvula de retención 47 está instalada en el tubo 55 de retorno para el calentamiento de aire, de manera que intercepte un flujo de refrigerante de las primeras válvulas de expansión 45 al receptor 5.

Durante una operación del ciclo de enfriamiento de aire, el refrigerante pasa a través de las primeras válvulas de expansión 45 y pasa a través de la válvula

de retención 46 para fluir al interior del tanque del receptor 5 a por la porción superior del mismo. Durante una operación de ciclo de calentamiento de aire, el refrigerante sale de la porción interior del tanque del receptor 5 y pasa a través de la válvula de retención 46 para fluir a las primeras válvulas de expansión 45. El flujo de refrigerante para el enfriamiento del aire y para el calentamiento de aire puede ser controlado por una construcción simple, tal como la utilización de dos válvulas de retención 46 y 47, con lo cual se ahorran costos.

En cada una de las unidades interiores 7 se dispone el intercambiador de calor interior 7, un ventilador enfriador 72 y otros elementos. Todas las piezas distintas a aquellas de las unidades interiores 7, es decir, el compresor 2, la válvula de cuatro vías 3, un absorbedor 8 de calor auxiliar (un evaporador refrigerante auxiliar), un acumulador 9, los intercambiadores de calor exteriores 4, el receptor 5, y otros elementos, están unificados como una unidad exterior.

Durante la operación de calentamiento de aire, por medio de la válvula de cuatro vías 3, la tubería 20 de refrigerante desde el puerto de carga del compresor 2 está conectada a la tubería 25 de refrigerante y a las unidades interiores 7, y la tubería 26 de refrigerante al puerto de aspiración del compresor 2 está conectada a la tubería 21 de refrigerante desde los intercambiadores de calor exteriores 4, de manera que el refrigerante suministrado desde el compresor 2 circulen desde las unidades interiores 7 a la unidad exterior. Durante la operación de enfriamiento de aire, como se muestra en las figuras 1 y 2, por medio de la válvula de cuatro vías 3, la tubería 20 de refrigerante desde el puerto de carga del compresor 2 está conectada a la tubería 21 de refrigerante y a los intercambiadores de calor exteriores 4, y la tubería 26 de refrigerante al puerto de aspiración del compresor 2 está conectada a la tubería 25 de refrigerante desde las unidades interiores 7, de manera que el refrigerante suministrado desde el compresor 2 circule desde la unidad exterior a las unidades interiores 7.

Durante la operación de calentamiento de aire, las primeras válvulas de expansión 45 hacen expandirse a un refrigerante de las unidades exteriores 7 y lo envían a los intercambiadores de calor exteriores 4 que funcionan como evaporadores. Durante la operación de enfriamiento de aire, las segundas válvulas de expansión 71 hacen expandirse a un refrigerante frío en fase líquida a alta presión de los intercambiadores de calor exteriores 4 y del receptor 5, para reducir la presión del mismo y enviarlo a los intercambiadores de calor interiores 70.

Se proporciona un motor 1 como un motor de compresor, es decir, un motor primario para accionar al compresor 2. Hay construido un circuito 10 de agua de enfriamiento en el cual el agua de enfriamiento calentada al absorber calor del motor 1 se guía al interior de un radiador 11 para que sea irradie calor y a continuación se devuelve al motor 1 para su enfriamiento. Un circuito auxiliar 12 que incluye un absorbedor 8 de calor auxiliar, que se discutirá más adelante, es paralelo al circuito 10 de agua de enfriamiento.

A continuación se proporcionará la descripción de un ciclo de circulación de refrigerante durante la operación de enfriamiento de aire en el sistema de acondicionamiento de aire que se ha mencionado más arriba.

Un refrigerante es comprimido por el compresor (en esta realización, un compresor múltiple) 2 para

convertirse en un vapor caliente a alta presión y super-saturado que, a continuación, se carga a presión en los intercambiadores de calor exteriores 4 por medio de la tubería 20 de refrigerante, la válvula de cuatro vías 3 y la tubería 21 de refrigerante. En (cada) intercambiador de calor exterior 4, el refrigerante, durante su paso a través de las aletas de enfriamiento del mismo, es enfriado por el aire de enfriamiento generado por un ventilador de enfriamiento 41 para convertirse en un refrigerante en fase gaseosa y líquida a alta presión. A continuación, el refrigerante pasa a través de la(s) tubería(s) 22 de refrigerante, de las primeras válvulas de expansión 45 y de la tubería de refrigerante 23. Cuando pasa a través de la tubería 23 de refrigerante, el refrigerante es retenido en el receptor 5 mientras es sobreenfriado por el sobreenfriador 6. Sólo el refrigerante sobreenfriado en fase líquida es extraído del receptor 5 para ser expandido en las segundas válvulas de expansión 71 y enviado a los intercambiadores de calor interiores 70.

Desde la tubería 23 de refrigerante a los intercambiadores de calor interiores 70, el refrigerante pasa a través de una tubería interior 75. A continuación, el refrigerante pasa a través de una tubería de retorno 76 desde los intercambiadores de calor interiores 70. Sin embargo, la generación de burbujas en el refrigerante está restringida durante su paso a través del tubo interior 75 debido a que el refrigerante está sobreenfriado. Como consecuencia, se pueden utilizar tubos que son más pequeños diametralmente que los tubos convencionales como tubos interiores 75 y como tubos de retorno 76. Tales tubos diametralmente pequeños facilitan su doblado y mejoran las variedades de disposiciones.

El refrigerante que ha pasado por la tubería 23 de refrigerante, por cada segunda válvula de expansión 71 y por la tubería 24 de refrigerante absorbe el calor del aire interior en cada intercambiador de calor interior 70, para evaporarse de esta manera, con lo cual enfría el aire interior. Además, cada ventilador enfriador 72 genera aire de manera que ejerza efecto de enfriamiento en el espacio interior. El refrigerante evaporado en cada intercambiador de calor interior 70 pasa por la tubería 25 de refrigerante y por la válvula de cuatro vías 3, y a continuación es devuelto al compresor 2 a través del absorbedor de calor auxiliar 8, del acumulador 9 y de los otros elementos.

A continuación se proporcionará una descripción detallada del sobreenfriador 6 que está dispuesto en el receptor 5, como se muestra en las figuras 1 y 2. la tubería 61 de extracción para el sobreenfriamiento que se extiende desde el fondo del receptor 5, pasa por la tercera válvula de expansión 62. A continuación, la tubería 61 de extracción es conducida al receptor 5 desde la porción inferior del receptor 5 y se extiende hacia arriba como un tubo de calentamiento en serpentín 60 en el receptor 5, para extenderse hacia fuera desde la porción superior del receptor 5. A continuación, la tubería 61 de extracción se conecta, ya sea a una porción de la tubería 26 de refrigerante entre la válvula de cuatro vías 3 y el absorbedor de calor auxiliar 8, como se muestra en la figura 1, o a la tubería 25 de refrigerante entre la válvula de cuatro vías 3 y las unidades interiores 7, como se muestra en la figura 2. De esta manera, una parte del refrigerante en fase líquida extraído del receptor 5 a la tubería 61 de extracción se expande y se enfría por medio de la tercera válvula de expansión 62, y a continua-

ción circula a través del sobreenfriador 60 para sobreenfriar el refrigerante en fase líquida en el receptor 5.

Un extremo de salida de la tubería 51 de alimentación del receptor que se extiende desde la primera válvula de expansión 45 está conectado a la porción superior del receptor 5. En el receptor 5, un tubo 52 de descarga del receptor se extiende hacia arriba mientras que su extremo de entrada inferior está dispuesto adyacente al fondo del receptor 5.

En esta estructura, el refrigerante en fase líquida a alta presión conducido al receptor 5 a través del tubo 51 de alimentación del receptor circula al interior del extremo de entrada del tubo 52 de descarga del receptor dispuesto adyacente al fondo del receptor 5. Este flujo es opuesto al flujo ascendente del refrigerante en el tubo de calentamiento 60, con lo cual incrementa el efecto de sobreenfriamiento del mismo, circulando el refrigerante en el tubo de calentamiento 60.

De manera alternativa, el tubo de calentamiento 60 puede estar dispuesto a lo largo de la superficie periférica interior del receptor 5 para rodear el extremo de salida del tubo 51 de alimentación del receptor y del tubo 52 de descarga del receptor. Por lo tanto, un radio del serpentín del tubo de calentamiento 60 se extiende hasta alcanzar un radio interior completo del receptor 5 para incrementar su área de intercambio de calor con el refrigerante en fase líquida, con lo cual se incrementa el efecto de sobreenfriamiento.

A continuación se proporcionará la descripción de una estructura para soportar el tubo de calentamiento 60 del sobreenfriador 6, de acuerdo con las figuras 17 y 18.

Un alojamiento del sobreenfriador 6, que es el receptor 5 en las realizaciones de las figuras 1 y 2, es un tanque 63 de sobreenfriamiento en las realizaciones que se discutirán más adelante de las figuras 12 a 15. De esta manera, el sobreenfriador 6 puede estar construido como una unidad que está separada del receptor 5. Un número de referencia 6 en las figuras 17 y 18 es adaptable a cualquiera de los estados en los cuales el sobreenfriador 6 es una unidad que es diferente del receptor 5.

A lo largo de una superficie interior de una pared lateral 5a del receptor 5 (que en la presente memoria descriptiva y a continuación puede estar reemplazada por una pared lateral 6a del sobreenfriador 6) hay dispuesta fijamente una pluralidad de tubos fijos 5b (6b) (en esta realización, tres) paralelos a un eje del receptor 5 (sobreenfriador 6). El tubo de calentamiento 6 está en serpentín en el espacio interior rodeado por los tubos fijos 5b (6b) en el receptor 5 (sobreenfriador 6). Cada bucle 60a del serpentín del tubo de calentamiento 60 está fijado a los tubos fijos 5b (6b) por soldadura o por medio de otro miembro cada vez que entra en contacto con cada tubo fijo 5b (6b). Como consecuencia, cada bucle 60a está fijado en una pluralidad de posiciones (en esta realización, tres posiciones) en su forma circular visto en planta.

Además, cada pareja de bucles adyacentes superior e inferior 60a están fijados entre sí por soldadura o por medio de otro miembro en cada posición 60b entre los tubos fijos vecinos 5b (6b).

Debido a esta construcción, el borde periférico exterior del tubo de calentamiento 60 está separado con seguridad de la pared lateral 5a del receptor 5, con lo cual mantiene el efecto de sobreenfriamiento. El montaje del receptor 5 al tubo de calentamiento 6 se

incrementa en resistencia para que tenga una excelente durabilidad. Además, la resistencia del mismo tubo de calentamiento 60 se mantiene elevada de manera que se impide que el tubo de calentamiento 60, incluso si se utiliza durante un largo periodo de tiempo, sea dañado de forma que mantiene su excelente efecto de sobreenfriamiento.

De manera alternativa, unas barras puedan reemplazar los tubos fijos 5b (6b) para soportar el tubo de calentamiento en serpentín 60.

Se describirán distintas realizaciones en las que el sobreenfriador 6 es una unidad diferente del receptor 5. Como se muestra en las figuras 12 a 15, en la tubería unida de la tubería 23 de refrigerante que conecta las primeras válvulas de expansión 45 a las segundas válvulas de expansión 71, se instala unos tanques gemelos en tándem. Un tanque es el receptor 5. El otro es un tanque de sobreenfriamiento 63 que contiene al sobreenfriador 6.

En la figura 12, de los tanques gemelos, el que está dispuesto más próximo a la primera válvula de expansión 45 es el receptor 5, y el otro que está dispuesto más cercano a las segundas válvulas de expansión 71 es el tanque de sobreenfriamiento 63.

En esta estructura, el refrigerante en fase líquida o en fase líquida y gaseosa a alta presión enviado a través de las primeras válvulas de expansión 45 desde los intercambiadores de calor exteriores 4 circula al interior del receptor 5 a través del tubo 51 de alimentación del receptor, para quedar retenido como un refrigerante en fase líquida. A continuación, el refrigerante circula desde el tubo 52 de descarga del receptor al interior del tanque de sobreenfriamiento 63 a través del tubo 64 de descarga del tanque y de la porción superior del sobreenfriador 6. A continuación, se envía el refrigerante en fase líquida a las unidades interiores 7 a través del tubo 23 de refrigerante, desde un tubo 65 de descarga del tanque, que se extiende para disponer su extremo inferior en la porción inferior del tanque de sobreenfriamiento 63.

La tubería 61 de extracción para el sobreenfriamiento se extiende desde la porción inferior del tanque de sobreenfriamiento 63. La tubería 61 de extracción pasa a través de la tercera válvula de expansión 63, y a continuación, pasa de nuevo a través del tanque de sobreenfriamiento 63 para formarse en el mismo en el tubo de calentamiento 60, como se ha mencionado más arriba. A continuación, como se muestra en la figura 2, la tubería 61 de extracción se conecta a la tubería 25 de refrigerante que conecta los intercambiadores de calor interiores 70 a la válvula de cuatro vías 3. De manera alternativa, la tubería 61 de extracción puede estar conectada a la tubería 26 de refrigerante, como se muestra en la figura 1. Lo mismo ocurre en distintas realizaciones que se describirán más adelante.

En el tanque de sobreenfriamiento 63 el flujo de refrigerante desde el tubo 64 de alimentación del tanque al tubo 65 de descarga del tanque es opuesto al del tubo de calentamiento 60, con lo cual tiene un efecto de sobreenfriamiento excelente. Además, de acuerdo con la presente invención, la tubería 61 de extracción no está bifurcada desde una porción intermedia de un circuito, sino que se extiende desde la porción inferior del tanque de sobreenfriamiento 63 para estabilizar la cantidad de flujo de refrigerante y mejorar la eficiencia de intercambio de calor entre los refrigerantes, con lo cual también mejora el efecto de sobreenfriamiento.

Esta estructura es especialmente ventajosa para el círculo de refrigerante al que se refiere la invención, en el que la relación de los intercambiadores de calor interiores respecto a los intercambiadores de calor exteriores 4 en número es múltiple, debido a que se puede suministrar el refrigerante constantemente extraído a los intercambiadores de calor interiores operados 70 para mantener con seguridad un efecto de sobreenfriamiento suficiente con independencia de que el número de intercambiadores de calor interiores operados 70 pueda variar.

En una realización de la figura 13, unos tanques gemelos que consisten en el receptor 5 dispuesto más próximo a la primera válvula de expansión 45 y el tanque de sobreenfriamiento 63 dispuesto más próximo a las segundas válvulas de expansión 71, se instalan en la tubería unida de la tubería 23 de refrigerante, de manera similar a la figura 12. Sin embargo, la tubería 61 de extracción se extiende desde la porción inferior del tanque del receptor 5. La tubería 61 de extracción pasa a través de la tercera válvula de expansión 62 y del tanque de sobreenfriamiento 63. En el tanque de sobreenfriamiento 63, la tubería 62 de extracción está formada en el tubo de calentamiento 60. A continuación, la tubería 61 de extracción se conecta a la tubería 25 de refrigerante que conecta los intercambiadores de calor interiores 70 a la válvula de cuatro vías 3. En el tanque de sobreenfriamiento 63, el flujo de refrigerante desde el tubo de alimentación 64 del tanque al tubo de descarga 65 del tanque también es opuesto al del tubo de calentamiento 60, y la tubería 61 de extracción se extiende desde la porción inferior del tanque del receptor 5, con lo cual presenta un excelente efecto de sobreenfriamiento.

Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, el tanque de sobreenfriamiento 63 está dispuesto más próximo a las primeras válvulas de expansión 45, y el receptor 5 está dispuesto más próximo a las segundas válvulas de expansión 71. El refrigerante en fase líquida pasa a través de las primeras válvulas de expansión 45 desde los intercambiadores de calor exteriores 4 y fluye al interior del tanque de sobreenfriamiento 63 a través del tubo de alimentación 64 del tanque. A continuación, el refrigerante en fase líquida se guía al interior del receptor 5 a través del tubo de descarga 65 y del tubo de alimentación 51 del receptor. El refrigerante en fase líquida que ha sido separado y retenido en el receptor 5 circula saliendo por el tubo de descarga 52 del receptor, para ser enviado a las unidades interiores 7.

La tubería 61 de extracción de sobreenfriamiento, que se extiende ya sea desde la porción inferior del tanque de sobreenfriamiento 63 que sirve como un primer tanque, como se muestra en la figura 14, o la porción inferior del tanque del receptor 5, como se muestra en la figura 15, pasa a través de la tercera válvula de expansión 62 y a continuación pasa a través del tanque de sobreenfriamiento 63. En el tanque de sobreenfriamiento 63, la tubería 61 de extracción forma el tubo de calentamiento 60. A continuación, la tubería 61 de extracción se conecta a la tubería 25 (26) de refrigerante que conecta los intercambiadores de calor interiores 70 a la válvula de cuatro vías 3. Ambas realizaciones tienen la ventaja común de estabilizar la cantidad de flujo de refrigerante para mejorar el intercambio de calor entre los refrigerantes debido a que el flujo del refrigerante en fase líquida en el tanque de sobreenfriamiento 62 es opuesto al del tubo

de calentamiento 60 y la tubería 61 de extracción se extiende desde la porción inferior de un tanque, con lo cual tiene el excelente efecto de sobreenfriamiento.

Además, en las realizaciones de las figuras 12 a 15, se mejora la variación permisible en volumen en cada uno de los receptores 5 que sirve como tanque de retención de refrigerante y el tanque de sobreenfriamiento 63 que sirve como sobreenfriador 6, debido a que están separados uno del otro.

A continuación se describirá una realización del sobreenfriador 6 que utiliza un intercambiador de calor de tubo doble, de acuerdo con la figura 16. En esta realización, en la tubería unida de la tubería 23 de refrigerante, se instala el receptor 5 para retener un refrigerante en fase líquida, más próximo a las primeras válvulas de expansión 45, y se instala un tubo 67 de sobreenfriamiento que tiene un espacio expandido, más próximo a las segundas válvulas de expansión 71. En esta estructura, el refrigerante circula al interior del receptor 5 a través de las primeras válvulas de expansión 45 desde los intercambiadores de calor exteriores 4, y se separa en la misma en un refrigerante en fase líquida y en un refrigerante en fase gaseosa. El refrigerante en fase líquida pasa a través del tubo de descarga 42 del receptor y fluye al interior de un tubo 66 de refrigerante principal que penetra en el tubo 67 de sobreenfriamiento. A continuación, el refrigerante en fase líquida se envía a las unidades interiores 7. La tubería 61 de extracción se extiende desde una porción inferior del tanque del receptor 5. La tubería 61 de extracción pasa a través de la tercera válvula de expansión 62, y pasa a través del tubo de sobreenfriamiento 67. En el tubo de sobreenfriamiento 67, la tubería 61 de extracción se convierte en el tubo de calentamiento 60. A continuación, la tubería 61 de extracción se conecta a la tubería 25 de refrigerante que conecta los intercambiadores de calor interiores 70 a la válvula de cuatro vías 3. Esto es, el tubo de sobreenfriamiento 67, el tubo principal 66 de refrigerante y el tubo de calentamiento 60 constituyen un intercambiador de calor de tubo doble, en el que el flujo de refrigerante en el tubo principal 66 de refrigerante es opuesto al del tubo de calentamiento 60, con lo cual produce un efecto de sobreenfriamiento. De manera alternativa, el sobreenfriador 6 puede ser un intercambiador de calor de placas múltiples.

De manera similar a las realizaciones de las figuras 1 y 2, en las realizaciones de las figuras 12 a 16, en el que el sobreenfriador 6 es una unidad separada del receptor 5, el tubo 55 de retorno para el calentamiento de aire que tiene la válvula de retención 47 está interpuesto entre la porción inferior del receptor 5 y las primeras válvulas de expansión 45. Incidentalmente, en las realizaciones de las figuras 12 y 13, se interpone un tubo de retorno 56 para el calentamiento de aire entre el tubo 65 de descarga del tanque y el tubo 52 de descarga del receptor, que tiene una válvula de retención que permite solamente un flujo del tubo de descarga 65 del tanque al tubo de descarga 52 del receptor. Durante la operación de calentamiento de aire, el refrigerante de las unidades interiores 7 pasa a través del tubo de retorno 56 más allá del tanque de sobreenfriamiento 63 para ser conducido al interior del receptor 5. A continuación, se introduce el refrigerante en las primeras válvulas de expansión 45 a través del tubo de retorno 55.

En las estructuras anteriores, la tubería 61 de ex-

tracción de sobreenfriamiento se extiende ya sea desde el receptor 5 o del tanque de sobreenfriamiento 63 en la tubería 23 de refrigerante. De manera alternativa, el refrigerante en fase líquida puede extraerse desde los intercambiadores de calor exteriores 4, como se muestra en la figura 11.

Haciendo referencia a la figura 11, se dispone un separador 35 de gas/líquido en el recorrido de cada intercambiador de calor exterior 4. El separador 35 de gas/líquido está conectado al tubo de calentamiento 60 por medio de la tubería 61 de extracción que tiene una válvula abierta/cerrada 36 y de la tercera válvula de expansión 62. Una porción de la tubería 61 de extracción aguas abajo del tubo de calentamiento 60 se conecta a la tubería 26 de refrigerante que llega al acumulador 9.

En esta estructura, se extrae refrigerante (por ejemplo, un 10%) del separador 35 de gas/líquido, que ya ha sido licuado. Este líquido (R134a Rich) a alta presión separado pasa a través de la válvula abierta/cerrada 36 para expandirse en la tercera válvula de expansión 62, y a continuación pasa a través del tubo de calentamiento 60 mientras sobreenfría al líquido refrigerante entre el tubo de alimentación 51 del receptor y el tubo de descarga 52 del receptor. De esta manera, se convierte en un refrigerante en fase gaseosa a baja presión, y a continuación fluye al interior de la porción de la tubería 61 de extracción aguas abajo del tubo de calentamiento 60, para unirse al refrigerante en fase gaseosa a baja presión en la tubería 26 de refrigerante.

En la realización de la figura 11, se disponen sensores de temperatura 31 y 32 en el lado de entrada y en el lado de salida (durante la operación de enfriamiento de aire) de cada intercambiador de calor interior 70, respectivamente, y se conectan eléctricamente a la segunda válvula de expansión 71.

En esta estructura, cuando se producen señales que indican la misma temperatura en ambos sensores de temperatura 31 y 32, significa que un refrigerante en fase líquida pasa a través de la salida del intercambiador de calor interior 70, esto es, el refrigerante absorbe calor insuficientemente para evaporizarse (para enfriar el aire del espacio interior) desde el espacio interior. En este momento, se controla la segunda válvula de expansión 71 para ser regulada adicionalmente. Si la temperatura indicada por la señal de los sensores de temperatura 32 es más elevada que aquella del sensor de temperatura 31, significa que el refrigerante absorbe suficiente calor del espacio interior en el intercambiador de calor interior 70, para evaporizarse. Si la diferencia de temperatura supera un valor predeterminado, se incrementa el grado de apertura de la segunda válvula de expansión 71 para incrementar la cantidad de refrigerante que circula a través de la misma, con lo cual mejora el efecto de enfriamiento de aire. Por medio de este control, que es una forma de control de grado de calentamiento convencional, el gas a baja presión pasa constantemente a través de la tubería 25 de refrigerante. Las segundas válvulas de expansión 71 son válvulas de un tipo convencional que funcionan como una regulación solamente durante la operación de enfriamiento de aire, como se ha descrito, y se abren completamente durante la operación de calentamiento de aire (durante el flujo inverso).

Además, los sensores de temperatura 33 y 34 para medir la diferencia de temperatura en la tercera válvu-

la de expansión 62 están conectados eléctricamente a la tercera válvula de expansión 62. Durante la operación de enfriamiento de aire, el grado de apertura de la tercera válvula de expansión 62 está controlado de manera similar por cada segunda válvula de expansión 71, de manera que un refrigerante en fase gaseosa pasa continuamente a través de una porción de la tubería 61 de extracción aguas abajo de la tercera válvula de expansión 62.

De acuerdo con la presente invención, en las distintas realizaciones que se han mencionado más arriba del sobreenfriador 6 y de un circuito de refrigerante, los grados de apertura de las primeras válvulas de expansión 45 están controlados como se discutirá más adelante.

El objetivo del sobreenfriamiento en la operación de enfriamiento de aire y el problema producido por el sobreenfriamiento se explicará de acuerdo con la figura 19. En el diagrama de Mollier de entalpía específica en relación con la presión de refrigerante, que se muestra en la figura 19, un intervalo de la misma denominado como "Q1 → Q2" significa una presión incrementada por el trabajo del compresor 2. El refrigerante Q2 en fase gaseosa a alta presión suministrado por el compresor 2 se enfría en el intercambiador de calor exterior 4 que sirve como condensador para llevarse a la condición de equilibrio gas-líquido. En extremo, es enfriado hasta alcanzar un borde entre el equilibrio gas-líquido y la fase líquida (se disminuye su entalpía específica). A continuación, se enfría adicionalmente a una temperatura de grado de sobreenfriamiento L1, con lo cual se convierte en un refrigerante Q3 en fase líquida perfecta. El refrigerante Q3 en fase líquida a alta presión es despresurizado en la segunda válvula de expansión 71, con lo cual se convierte en un refrigerante Q4 en fase gaseosa y líquida. A continuación, el refrigerante Q4 en fase gaseosa y líquida absorbe calor de evaporación en el intercambiador de calor interior 70 para calentarse, con lo cual se incrementa su entalpía específica para poder calentarse, de manera que el refrigerante se convierte en un refrigerante Q1 en fase gaseosa a baja presión que es absorbido al interior del compresor 2.

El incremento de entalpía específica de refrigerante en el rango de equilibrio gas-líquido indicado como "Q4 → Q1" esto es, la cantidad de calor intercambiada en los evaporadores (intercambiadores de calor interiores 70) se refleja en la capacidad de enfriamiento de aire. Si no se obtiene el efecto de sobreenfriamiento con el sobreenfriador 6, la posición de Q3 varía al borde entre el rango de equilibrio gas-líquido y el rango líquido en fase líquida a la derecha desde la posición de la misma ilustrada en la figura 19, con lo cual se desplaza la posición Q4 a la derecha tanto como el desplazamiento de Q3. La cantidad incrementada de entalpía específica de refrigerante en el rango de equilibrio gas-líquido se reduce tanto como el desplazamiento de Q4, con lo cual reduce el efecto de enfriamiento de aire. De manera consecuente, por e sobreenfriamiento (SC), el grado de incremento de entalpía específica del refrigerante en fase gaseosa y líquida en los intercambiadores de calor interiores 70, es decir, la cantidad de calor intercambiada en los intercambiadores de calor interiores 70, se incrementa tanto como el grado de sobreenfriamiento L1, lo cual permite que se mejore el efecto de enfriamiento de aire.

Sin embargo, el grado incrementado de entalpía

específica de "Q4 → Q1" es constante. Por lo tanto, en comparación con el caso sin sobreenfriamiento, la posición de Q1 también de desplaza hacia la izquierda (más a la izquierda que Q2) tanto como el desplazamiento a la izquierda de Q4 que se corresponde al grado de sobreenfriamiento L1. De esta manera, en el rango "Q1 → Q2" el compresor 2 necesariamente es operado para incrementar la entalpía específica de Q1 al grado predeterminado de Q2, además de su trabajo para incrementar la presión de refrigerante. Esto es, debido a esta operación, la presión de carga del compresor 2 se debe incrementar para que sea mayor que la correspondiente al incremento original de la presión del refrigerante. De esta manera, el sobreenfriamiento que mejora el efecto de enfriamiento de aire tiene un defecto de este tipo puesto que el trabajo del compresor 2 se debe incrementar para incrementar la carga del compresor 2 y del motor 1.

Además, en el sistema de acondicionamiento de aire que tiene la unidad interior múltiple 7 como en las presentes realizaciones, el grado de sobreenfriamiento varía de acuerdo con el número y la condición de las unidades interiores operadas 7. Por lo tanto, la condición operativa del compresor 2 se debe cambiar correspondientemente a la variación del grado de sobreenfriamiento. Por otro lado, considerando el grado máximo de sobreenfriamiento L1 en la condición en la que las unidades interiores 7 funcionan a su grado máximo, la capacidad del compresor 2 se debe establecer para que sea muy grande.

Por lo tanto, existe una solución al problema en la manera de incrementar el excelente efecto de sobreenfriamiento (efecto de enfriamiento de aire) mientras el trabajo (esto es, la presión de carga) del compresor 2 está restringida pero se asegura en su eficiencia. Haciendo referencia a la figura 19, se puede reducir la presión de carga del compresor 2 reduciendo la diferencia de presión en el rango "Q3 → Q4". Esta diferencia de presión se puede reducir aumentando en algún grado la abertura de una válvula que sirve como válvula de regulación en el circuito de refrigerante. Sin embargo, de manera importante, la abertura de la misma se debe ajustar al mismo tiempo que se impide la detracción del efecto de sobreenfriamiento. Además, se requiere que la eficiencia del ciclo de enfriamiento de aire "COP", es decir, la eficiencia operativa, no se reduzca.

Considerando la representación de la figura 3, el grado de sobreenfriamiento SC en las entradas de las segundas válvulas de expansión 71 y el efecto de enfriamiento (el efecto de enfriamiento del aire) producido por el intercambiador de calor interior se mejoran cuando se reduce el grado de apertura de la tercera válvula de expansión 62 (regulación de la tercera válvula de expansión 62). El grado de sobreenfriamiento SC con los intercambiadores de calor exteriores 4 se incrementa de acuerdo al incremento de la diferencia de presión en la tercera válvula de expansión 62. Por lo tanto, con el fin de incrementar el grado de sobreenfriamiento SC para mejorar el efecto de sobreenfriamiento, se regula la tercera válvula de expansión 62 y a continuación, un extremo de inicio y un extremo final de la tubería 61 de extracción se conectan de manera deseable a la tubería de refrigerante para incrementar la diferencia de presión en la tercera válvula de expansión 62. Desde este punto de vista, en el circuito de sobreenfriamiento que se ha mencionado más arriba, el extremo de inicio de la tubería 61 de

extracción se conecta a cualquiera del receptor 5, del tanque de sobreenfriamiento 63, del separador 35 de gas/líquido en el intercambiador de calor exterior 4 y otros elementos similares para extraer un refrigerante en fase líquida a alta presión. Además, el último extremo de la tubería 61 de extracción está conectado a una tubería de refrigerante a través de la cual pasa un refrigerante en fase gaseosa a baja presión, por ejemplo, la tubería 26 de refrigerante como se muestra en la figura 1 y 11, o la tubería 25 de refrigerante como se muestra en la figura 2, para asegurar una gran diferencia de presión en la tercera válvula de expansión 62.

Sin embargo, si la diferencia de presión en la tercera válvula de expansión 62 es excesivamente grande en una condición de este tipo en la que la disposición de la tubería 61 de extracción y el grado de apertura de la tercera válvula de expansión 62 están determinados para asegurar un efecto de sobreenfriamiento suficiente, como se muestra en la figura 4, la presión de carga del compresor 2 se hace grande para incrementar la carga en el motor 1.

De esta manera, de acuerdo con la presente invención, la primera válvula de expansión 45, que esencialmente se utiliza como una válvula de expansión para el calentamiento de aire, se utiliza para la promoción de sobreenfriamiento y la reducción de la carga en el compresor. Esto es, en el ciclo de enfriamiento de aire que se ha mencionado más arriba, la primera válvula de expansión 45 interpuesta entre el intercambiador de calor exterior 4 y el receptor 5 soporta un flujo libre de refrigerante desde el intercambiador de calor exterior 4 al receptor 5, con lo cual permite que un refrigerante en fase líquida a alta presión se almacene de manera adecuada en el intercambiador de calor exterior 4. De esta manera, el efecto de enfriamiento del intercambiador de calor exterior 4 se puede repartir suficientemente a la totalidad del circuito de refrigerante para mejorar el efecto de enfriamiento por el intercambio de calor entre los refrigerantes en el sobreenfriador 6, en comparación con un caso sin la primera válvula de expansión 45.

Por medio de la función de la primera válvula de expansión 45 como válvula de regulación, la tubería 22 de refrigerante es regulada durante la operación de enfriamiento de aire para licuar completamente el refrigerante en la salida del intercambiador de calor exterior 4, con lo cual promueve el enfriamiento, esto es, el sobreenfriamiento del refrigerante en fase líquida en el receptor 5. Por supuesto, la primera válvula de expansión 45 es una válvula de tipo de dos vías que también funciona como una válvula de expansión durante la operación de calentamiento de aire.

Cuando la primera válvula de expansión 45 funciona como una válvula de regulación, se mejora el efecto de sobreenfriamiento (este efecto se muestra en la figura 5). Sin embargo, se aplica una gran carga en el compresor 2 para reducir la eficiencia operativa debido a que la tubería de refrigerante correspondiente está regulada. Esta relación se muestra en la figura 6. Cuando el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se ajusta para que sea menor que un valor estándar, se mejora el efecto de enfriamiento que se ha mencionado más arriba para incrementar la capacidad de enfriamiento de aire, con lo cual se incrementa la eficiencia operativa. Sin embargo, si el grado de apertura de la misma se reduce excesivamente para que sea menor de un cierto valor, la capacidad

de enfriamiento se incrementa continuamente pero la eficiencia operativa COP se reduce.

De esta manera, de acuerdo con la presente invención, el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 está controlado óptimamente de las maneras que siguen para que esté de acuerdo con los dos requisitos antinómicos, de los cuales uno es obtener el efecto de sobreenfriamiento y el otro es asegurar la eficiencia operativa COP y reducir la carga en el compresor 2.

Se describirá una primera manera de control. En esta manera, se predetermina un valor óptimo de la presión de carga del compresor para evitar una reducción de la eficiencia operativa mientras se asegura cada uno de los grados de sobreenfriamiento, que preferiblemente están predeterminados en distintas condiciones operativas de las unidades interiores. El grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 está controlado mientras se detecta una presión de carga actual del compresor en momentos apropiados para calcular una diferencia de los mismos respecto al valor óptimo.

Como se muestra en la figura 2, se instala un sensor de presión P1 en la tubería 20 de refrigerante entre el compresor 2 y la tubería de cuatro vías 3, para detectar la presión de carga actual del compresor 2. Este valor detectado de presión se introduce como entrada al controlador 16, con lo cual controla la primera válvula de expansión 45.

Esta manera de control se describirá de acuerdo con un diagrama de flujos de la figura 8. En primer lugar, el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se ajusta a un grado original EV0 establecido por el controlador 16. En esta condición de ajuste original, se opera un ciclo de enfriamiento de aire (en un paso S11). A continuación, una presión ε de la carga del compresor actual detectada por el sensor de presión P1 se introduce como entrada al controlador 16 (en un paso S12). Se calcula la diferencia ε entre el valor de presión actual Pd respecto y el valor objetivo de la presión Pd' de carga del compresor (en un paso S13). La diferencia ε se sustituye por una variable de una función f para calcular un valor de desplazamiento del grado de apertura de la válvula, con lo cual se determina un valor de desplazamiento del grado de apertura de la válvula ΔMv (en un paso S14). La apertura de la primera válvula de expansión 45 se controla de acuerdo a un valor de desplazamiento determinado del grado de apertura de la válvula ΔMv (en un paso S15). A continuación, se determina si el ciclo de sobreenfriamiento debe continuarse o no (en un paso S16). Esta rutina de control se repite hasta que la presión de carga actual del compresor esté de acuerdo con el valor objetivo.

De acuerdo con esta manera de control, la primera válvula de expansión 45 se regula en el rango de incremento de eficiencia operativa que se muestra en la figura 6, para incrementar el efecto de sobreenfriamiento e incrementar la capacidad de enfriamiento de aire. A continuación, si el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 es más reducido para incrementar la presión de carga del compresor, la eficiencia operativa (COP) se reduce. Para ello, en ese momento, el controlador 16 ajusta el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 al valor óptimo para incrementar la capacidad de enfriamiento de aire así como la eficiencia operativa. Cuando la presión de descarga actual del compresor alcanza el

valor objetivo, se interrumpe la reducción del grado de apertura de la válvula para impedir una reducción adicional de la eficiencia operativa.

Se describirá una segunda manera de control. La primera manera de control se ejecuta en base a la presión de carga del compresor en lo que se refiere a la eficiencia operativa. Sin embargo, la segunda manera de control se ejecuta en base al grado de sobreenfriamiento que se refiere al efecto de enfriamiento del aire.

Como se muestra en la figura 2, se instala un sensor de presión P2 y un sensor de temperatura T1 en la tubería 22 de refrigerante entre el intercambiador de calor exterior 4 y la primera válvula de expansión 45. El sensor de presión P2 detecta una presión (una presión de condensación) del refrigerante que sale del intercambiador de calor exterior 4. El sensor de temperatura T1 detecta una temperatura del refrigerante que sale del intercambiador de calor exterior 4. Los valores detectados por los sensores respectivos P1 y T1 se introducen como entrada en el controlador 16.

Esta manera de control se describirá de acuerdo con un diagrama de flujos de la figura 9. En primer lugar, el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se ajusta a un grado original EV0 establecido por el controlador 16 (en un paso S21). A continuación, la presión P_c de condensación actual detectada por el sensor P2 de presión y la temperatura de salida actual T_{out} detectada por el sensor T1 de temperatura en la salida de la primera válvula de expansión 45 se introducen como entrada en el controlador 16 (en un paso S22). A continuación, el controlador 16 calcula un grado de sobreenfriamiento SC (en un paso S23). El grado de sobreenfriamiento SC se calcula como la diferencia de la temperatura de salida T_{out} respecto a la temperatura de saturación T_c . De esta manera, se calcula la diferencia ε del grado de sobreenfriamiento actual SC respecto al valor objetivo de grado de sobreenfriamiento SC' (en un paso S24). La diferencia ε es sustituida por una variable de una función f para calcular un valor de desvío de la abertura de la válvula, lo cual determina un valor de desvío del grado de apertura de la válvula ΔM_v (en un paso S25). El grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 está controlado de acuerdo a un valor de desplazamiento determinado del grado de apertura de la válvula ΔM_v (en un paso S26). A continuación, se determina si el ciclo de sobreenfriamiento debe continuarse o no (en un paso S27). Esta rutina de control se repite hasta que el grado actual de sobreenfriamiento SC en la salida del intercambiador de calor exterior 4 esté de acuerdo con el valor objetivo.

De manera alternativa, el grado de sobreenfriamiento SC en el intercambiador de calor exterior 4 se puede calcular por la sustitución de una diferencia de temperatura en el intercambiador de calor exterior 4. Esto es, como se muestra en la figura 2, un sensor T2 de temperatura se instala en la tubería 21 de refrigerante aguas arriba del intercambiador de calor exterior 4, para calcular la diferencia de temperatura en el intercambiador de calor exterior 4 respecto a los valores detectados por los sensores T1 y T2 de temperatura, con lo cual se calcula el grado de sobreenfriamiento SC.

Debido a este control, se ajusta el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 reducido para incrementar el efecto de sobreenfriamiento y la

capacidad de enfriamiento de aire para se impida que sea menor de un cierto valor, con lo cual se evita la reducción de la eficiencia operativa. De esta manera, se ajusta el grado de apertura para establecer el grado de sobreenfriamiento óptimo que permite que se incrementen la capacidad de enfriamiento de aire así como la eficiencia operativa.

Se describirá una tercera manera de control. En esta manera, un borde de la diferencia de presión en la primera válvula de expansión 45 está predeterminado. El grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se ajusta para impedir que la presión de carga del compresor exceda un cierto valor al mismo tiempo que se asegura el efecto de sobreenfriamiento.

Haciendo referencia a la figura 7, la capacidad de enfriamiento de aire y la eficiencia operativa COP se incrementan de acuerdo con el incremento de la diferencia de presión en la primera válvula de expansión 45. Para incrementar la diferencia de presión en la primera válvula de expansión 45, si la presión en el lado de salida de la primera válvula de expansión 45 se reduce, la eficiencia operativa COP se reduce. Por lo tanto, se debe incrementar la presión en el lado de entrada de la primera válvula de expansión 45. Para incrementar esta presión, se debe incrementar la presión de carga del compresor 2, con lo cual se produce una similitud con la de la figura 3 en lo que se refiere a la tercera válvula de expansión 62. Por lo tanto, no se permite que se incremente sin límite la diferencia de presión en la primera válvula de expansión 45.

A continuación, además del sensor P2 de presión, se instala el sensor P3 de presión en la tubería 23 de refrigerante entre la primera válvula de expansión 45 y el receptor 5, como se muestra en la figura 2. El sensor P3 de presión detecta la presión del refrigerante que ha pasado a través del intercambiador de calor exterior 4 y de la primera válvula de expansión 45. Este valor de detección se introduce como entrada al controlador 16. En resumen, se permite que el controlador 16 calcule la diferencia de presión en la primera válvula de expansión en base a los valores detectados por los sensores P2 y P3 de presión.

Esta manera de control se describirá de acuerdo con el diagrama de flujos de la figura 10. En primer lugar, el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se ajusta a un valor original EV0 establecido por el controlador 16 (en un paso S31). A continuación, el controlador 16 calcula la diferencia de presión actual dPEV en la primera válvula de expansión 45 en base a la detección por los sensores P2 y P3 de presión (en un paso S32), y calcula una diferencia ε de la diferencia de presión actual dPEV respecto a la diferencia dPEV' de presión de descarga objetivo (en un paso S33). Como consecuencia, el controlador 16 determina un valor de desplazamiento del grado ΔM_v de apertura de la válvula (en un paso S34) y controla el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 de acuerdo con el valor de desplazamiento determinado del grado ΔM_v de apertura de la válvula (en un paso S35). A continuación, se determina si el ciclo de sobreenfriamiento debe continuarse o no (en un paso S36). Esta rutina de control se repite hasta que la diferencia actual de presión en la primera válvula de expansión 45 esté de acuerdo con el valor objetivo.

De esta manera, el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 se controla óptimamente para asegurar la capacidad de enfriamiento de aire y

restringir la carga sobre el compresor 2, para que sea menor de un cierto grado.

De acuerdo con la presente invención, la primera válvula de expansión 45 se puede controlar utilizando las maneras de control primera, segunda y tercera al mismo tiempo. Por ejemplo, el grado de sobreenfriamiento en la salida del intercambiador de calor exterior 4 así como la diferencia de presión en la primera válvula de expansión 45 pueden ser detectados por el controlador 16 para ajustar el grado de apertura de la primera válvula de expansión 45 al valor óptimo que se corresponde al grado de sobreenfriamiento, así como a la diferencia de presión.

Como se ha mencionado más arriba, estas maneras de control son adaptables a varios sistemas de acondicionamiento de aire, incluyendo las realizaciones respectivas de las figuras 1, 2 y 11 a 16, y otros circuitos de sobreenfriamiento.

En conclusión, se dará una descripción de lo que significa que la tubería 61 de extracción que pasa a través del receptor 5 aguas abajo de la tercera válvula de expansión 62 esté conectada a una porción de la tubería 26 de refrigerante entre la válvula de cuatro vías 3 y el absorbedor 8 de calor auxiliar en la realización que se muestra en la figura 1.

Como se ha mencionado más arriba, el circuito auxiliar 12 es paralelo al circuito 10 de agua de enfriamiento del motor 1, para que el agua de enfriamiento calentada cuando enfría el motor 1, se envíe al absorbedor 8 de calor auxiliar por medio de una válvula 13 de motor, para intercambiar su calor con el calor residual del motor 1, y a continuación se devuelve al circuito 10 de agua de enfriamiento.

El refrigerante, que se vaporiza en el intercambiador de calor interior 70 al enfriar el aire interior, se devuelve al acumulador 9 por medio de la tubería 25 de refrigerante, de la válvula de cuatro vías 3 y de la tubería 26 de refrigerante. Sin embargo, el refrigerante de los intercambiadores de calor interiores 70 puede tener una humedad considerablemente grande. En este momento, el refrigerante está más vaporizado por el calor residual del motor que es absorbido por el absorbedor 8 de calor auxiliar. En combinación con la separación del gas/líquido con el acumulador 9, esta vaporización con el absorbedor 8 de calor auxiliar puede retirar con seguridad gotas de líquido del refrigerante absorbido en el compresor 2.

Sin embargo, el refrigerante con vapor húmedo enviado desde los intercambiadores de calor interiores 70 al absorbedor 8 de calor auxiliar, si la presión del mismo es considerablemente alta, es necesariamente interceptado por el absorbedor 8 de calor auxiliar para reducir la cantidad de refrigerante retornado desde las unidades interiores 7. Como consecuencia, la cantidad de refrigerante recirculado se hace insuficiente. De esta manera, en la realización de la figura 1, se proporciona un circuito 80 de derivación que deriva al absorbedor 8 de calor auxiliar y alcanza el acumulador 9. Se dispone un sensor 82 de presión en el lado de entrada del absorbedor 8 de calor auxiliar. Se instala una válvula electromagnética 81 en el circuito de derivación 80. Debido a esta estructura, si la presión del refrigerante en vapor húmedo hace que el absorbedor 8 de calor auxiliar supere un valor predeterminado, se abre la válvula electromagnética 81 para permitir que el refrigerante con vapor húmedo derive al absorbedor 8 de calor auxiliar.

De esta manera durante el ciclo de sobreenfriamiento

en la operación normal de enfriamiento de aire, la presión del refrigerante que pasa a través del tubo 60 de calentamiento aguas abajo de la tercera válvula de expansión 62 se reduce por la reducción del grado de apertura de la tercera válvula de expansión 62, con lo cual lo deja disponible para la evaporación. En el sobreenfriador 6, éste refrigerante que pasa a través del tubo de calentamiento 80 sobreenfría el refrigerante del tubo de alimentación 51 del receptor al tubo de descarga 52 del receptor, con lo cual absorbe calor de manera que se evapora y se conduce al absorbedor 8 de calor auxiliar.

Incrementando el grado de apertura de la tercera válvula de expansión 62, se permite que este refrigerante se licue y se devuelva a la línea de extracción 61 aguas abajo del tubo de calentamiento 60. Esta función produce dos efectos como sigue:

Se describirá un primer efecto. Como se ha mencionado más arriba, el refrigerante con vapor húmedo que circula desde los intercambiadores de calor interiores 70 al acumulador 9 se evapora y se expande adicionalmente en el absorbedor de calor auxiliar 8 por medio de la utilización del calor residual del motor 1. Sin embargo, si la presión del refrigerante con vapor húmedo conducido al absorbedor de calor auxiliar 8 es excesivamente baja, la presión del refrigerante absorbida en el compresor 2 es insuficiente para todos los efectos del absorbedor de calor auxiliar 8, con lo cual incrementa la carga en el compresor 2. A continuación, si el valor de presión detectado por el sensor 82 de presión se hace menor que un valor predeterminado, se abre la tercera válvula de expansión 62 instalada en la tubería 61 de extracción del sobreenfriador 6. De esta manera, un refrigerante en fase líquida es conducido desde el receptor 5 a la tubería 26 de refrigerante a través de la tubería 61 de extracción, con lo cual fluye al interior del absorbedor de calor auxiliar 8. Este refrigerante en fase líquida se une al refrigerante con vapor húmedo de los intercambiadores de calor interiores 70 y se evapora en el absorbedor de calor auxiliar 8, de manera que se encuentre a alta presión, y a continuación, el refrigerante resultante es absorbido al interior del compresor 2.

En resumen, incluso si la presión de refrigerante con vapor húmedo conducido al interior del absorbedor de calor auxiliar 8 es baja, la carga sobre el compresor 2 se puede aligerar incrementando la presión del refrigerante absorbido al interior del compresor 2, con la utilización de la tubería 61 de extracción y del calor residual del motor 1.

A continuación se describirá un segundo efecto. Como se ha mencionado más arriba, durante la operación de enfriamiento de aire, el compresor 2 absorbe un refrigerante en fase gaseosa retornado desde los intercambiadores de calor interiores 70 y lo comprime para suministrar un refrigerante caliente a alta presión a los intercambiadores de calor exteriores 4. Sin embargo, si la temperatura del refrigerante caliente a alta presión 4 es demasiado alta, se incrementa la carga aplicada sobre los intercambiadores de calor exteriores 4, lo cual hace que su efecto de condensación sea insuficiente. Además, si el refrigerante con vapor húmedo retornado desde los intercambiadores de calor interiores 70, que se vaporizaran en el absorbedor de calor auxiliar 8 con el calor residual del motor 1, tiene poca humedad, el refrigerante gasificado en el refrigerante con vapor húmedo se ha calentado más al absorber el calor residual del motor 1, con lo cual incre-

menta la temperatura del refrigerante en fase gaseosa absorbido en el interior del compresor 2.

De esta manera, la temperatura del refrigerante suministrado desde el compresor 2 es detectado por un sensor T3 de temperatura. Si la temperatura detectada es más elevada que un valor predeterminado, se abre la tercera válvula de expansión 62 de manera que se conduzca al refrigerante en fase líquida en el receptor 5 al interior del absorbedor de calor auxiliar 8 por medio de la tubería 61 de extracción y de la tubería 26 de refrigerante. Como consecuencia, en el absorbedor de calor auxiliar 8, el calor residual del motor 1 se utiliza para evaporar este refrigerante en fase líquida desde

el receptor 5, con lo cual se impide que la temperatura del refrigerante absorbido en el compresor 2 se incremente excesivamente.

Posibilidad industrial de la invención

El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante para una bomba de calor de acuerdo con la presente invención se puede adaptar a varios tipos de acondicionadores de aire. En particular, es muy ventajoso para los acondicionadores de aire utilizados en un edificio, una factoría y similares, en donde un intercambiador de calor interior múltiple se conecta a cada intercambiador de calor exterior.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante construido en un circuito (20-26) de refrigerante de un sistema de acondicionamiento de aire utilizado durante una operación de enfriamiento de aire, que comprende:

una primera tubería (22) de refrigerante que conecta un intercambiador de calor exterior (4) a una primera válvula de expansión (45) aguas abajo del citado intercambiador de calor exterior (4);

una segunda tubería (23) de refrigerante que conecta la citada primera válvula de expansión (45) a una pluralidad de segundas válvulas de expansión (71) aguas arriba de los intercambiadores de calor interiores (70) respectivos;

un receptor (5) para retener un refrigerante en fase líquida, estando instalado el citado receptor (5) en la citada segunda tubería (23) de refrigerante;

una tubería (61) de extracción para extraer una parte de un refrigerante en fase líquida, extendiéndose la citada tubería (61) de extracción desde cualquier porción de la citada segunda tubería (23) de refrigerante;

una tercera válvula de expansión (62) instalada en la citada tubería (61) de extracción, en el que una porción de la citada tubería (61) de extracción aguas abajo de la tercera válvula de expansión (62) se construye para sobreenfriar un refrigerante en fase líquida que está retenido en el citado receptor (5) o que fluye saliendo del citado receptor (5) después de haber sido retenido en el mismo; y

un controlador (16) adaptado para controlar una apertura de la citada primera válvula de expansión (45) de acuerdo con al menos uno de los siguientes parámetros:

a) una presión de refrigerante en una tercera tubería (20) de refrigerante del citado circuito (20-26) de refrigerante entre un puerto de carga de un compresor (2) y una válvula (3) de cuatro vías de control direccional aguas abajo del citado compresor (2),

b) un grado de sobreenfriamiento en una salida del citado intercambiador de calor exterior (4), y

c) una diferencia de presión en la citada primera válvula de expansión (45),

de manera que la abertura de la citada primera válvula de expansión (45) se reduzca durante la operación de enfriamiento de aire, con lo cual se regula la citada primera tubería (22) de refrigerante y se licua completamente el refrigerante en la salida del citado intercambiador de calor exterior (4), para mejorar la eficiencia operativa y/o evitar cargas excesivas sobre el compresor (2).

2. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1, en el que una porción de la citada tubería (61) de extracción aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) pasa a través del citado receptor (5).

3. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 2, en el

que la citada tubería (61) de extracción extrae el citado refrigerante en fase líquida del citado intercambiador de calor exterior (4).

4. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 2, en el que la tubería (61) de extracción extrae el refrigerante en fase líquida del citado receptor (5).

5. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1, que comprende además:

un tanque (63) de sobreenfriamiento para retener refrigerante en fase líquida, estando dispuesto el citado tanque de sobreenfriamiento (63) ya sea aguas arriba o aguas abajo del citado receptor (5), para encontrarse en tándem con el citado receptor (5),

en el que la citada tubería (61) de extracción extrae el citado refrigerante en fase líquida del citado receptor (5) o bien del citado tanque de sobreenfriamiento (63), y

en el que una porción de la citada tubería (61) de extracción aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) pasa a través del citado tanque de sobreenfriamiento (63).

6. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 2 o 5,

en el que una porción de la citada tubería de extracción en el citado receptor (5) está constituida por un tubo de refrigerante en serpentín, y

en el que el citado tubo de refrigerante en serpentín está soportado por una pluralidad de miembros extendidos a lo largo de una pared interior del citado receptor (5).

7. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 5,

en el que una porción de la citada tubería de extracción en el citado tanque de sobreenfriamiento (63) está constituido por un tubo refrigerante en serpentín, y en el que el citado tubo de refrigerante en serpentín está soportado por una pluralidad de miembros extendidos a lo largo de una pared interior del citado tanque de sobreenfriamiento (63).

8. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 2 ó 5,

en el que una porción de la citada tubería de extracción en el receptor (8) está constituida por un tubo de refrigerante en serpentín, y

en el que cada bucle vecino del serpentín del citado tubo de refrigerante está unido fijamente al otro.

9. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 5,

en el que una porción de la citada tubería de extracción en el citado tanque de sobreenfriamiento (63) está constituida por un tubo de refrigerante en serpentín, y

en el que cada bucle vecino del serpentín del citado tubo de refrigerante está unido fijamente al otro.

10. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1, que comprende además:

un tubo (67) de sobreenfriamiento que tiene un espacio expandido,

en el que una porción de la citada segunda tubería (23) de refrigerante que conecta el citado receptor (5) a la citada pluralidad de segundas válvulas de expansión (71) pasa a través del citado tubo (67) de sobreenfriamiento,

en que la citada tubería (61) de extracción extrae

un refrigerante en fase líquida del citado receptor (5), y

en el que una porción de la citada tubería de extracción (61) aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) pasa a través del citado tubo (67) de sobreenfriamiento.

11. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1, en el que una porción de la citada segunda tubería (23) de refrigerante interpuesta entre la citada primera válvula de expansión (45) y el citado receptor (5) está formada en dos tramos (51, 55) que se conectan a porciones superior e inferior del citado receptor (5), respectivamente, que comprende además:

una válvula de retención (46) instalada en uno (55) de los citados dos tramos conectado a la citada porción superior del citado receptor (5) para interceptar un flujo de refrigerante del citado receptor (5); y

una válvula de retención (47) instalada en el otro (55) de los citados dos tramos conectado a la citada porción inferior del citado receptor (5), para interceptar un flujo de refrigerante de la citada primera válvula de expansión (45).

12. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1, en el que la citada tubería de extracción aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) se une a una tubería de refrigerante que conecta la citada pluralidad de intercambiadores de calor interiores (70) a la válvula (3) de control direccional después de sobreenfriar el citado refrigerante en fase líquida, que está retenido en el citado receptor (5) o que fluye saliendo del citado receptor (5) después de haber sido retenido en el mismo.

13. El circuito de sobreenfriamiento de refrigerante como se ha establecido en la reivindicación 1,

en el que se instala un evaporador de refrigerante auxiliar (8) en la citada tubería de refrigerante entre el puerto de descarga del compresor (2) y la válvula (3) de control direccional, para conducir el agua de enfriamiento para enfriar un accionador primario que acciona el citado compresor (2), y

en el que la citada tubería (61) de extracción aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) se une a una tubería de refrigerante que conecta la citada válvula (3) de control direccional al citado evaporador de refrigerante auxiliar (8) después de sobreenfriar al citado refrigerante en fase líquida, que está retenido en el citado receptor (5) o que fluye saliendo del citado receptor (5) después de haber sido retenido en el mismo.

14. Un procedimiento de operación de un circuito de sobreenfriamiento de refrigerante construido en un circuito (20-26) de refrigerante de un sistema de acondicionamiento de aire utilizado durante una operación

de enfriamiento de aire, comprendiendo el citado circuito de sobreenfriamiento de refrigerante:

una primera tubería (22) de refrigerante que conecta un intercambiador de calor exterior (4) a una primera válvula de expansión (45) aguas abajo del citado intercambiador de calor exterior (4);

una segunda tubería (23) de refrigerante que conecta la citada primera válvula de expansión (45) a una pluralidad de segundas válvulas de expansión (71) aguas arriba de los intercambiadores de calor interiores (70) respectivos;

un receptor (5) para retener un refrigerante en fase líquida, estando instalado el citado receptor (5) en la citada segunda tubería (23) de refrigerante;

una tubería (61) de extracción para extraer una parte de un refrigerante en fase líquida, extendiéndose la citada tubería (61) de extracción desde cualquier porción de la citada segunda tubería (23) de refrigerante; y

una tercera válvula de expansión (62) instalada en la citada tubería (61) de extracción, en el que una porción de la citada tubería (61) de extracción aguas abajo de la citada tercera válvula de expansión (62) se construye para sobreenfriar un refrigerante en fase líquida que se encuentra retenido en el citado receptor (5) o que circula saliendo del citado receptor (5) después de haber sido retenido en el mismo;

comprendiendo el citado procedimiento los pasos de controlar una apertura de la citada primera válvula de expansión (45) de acuerdo con al menos uno de los siguientes parámetros;

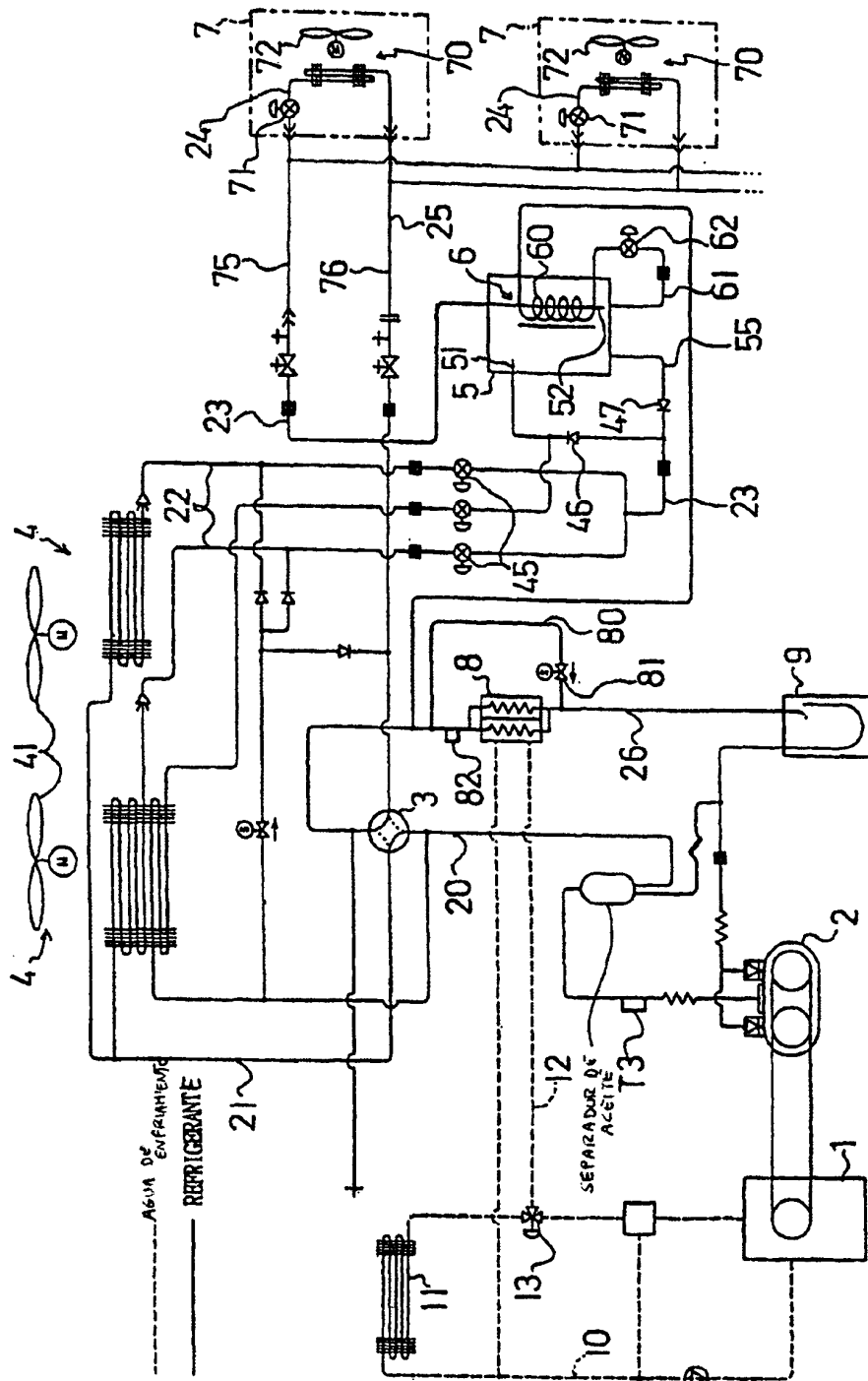
a) una presión de refrigerante en una tercera tubería (20) de refrigerante del citado circuito (20-26) de refrigerante entre un puerto de carga de un compresor (2) y una válvula (3) de cuatro vías de control direccional, aguas abajo del citado compresor (2),

b) un grado de sobreenfriamiento en una salida del citado intercambiador de calor exterior (4), y

c) una diferencia de presión en la citada primera válvula de expansión (45),

de manera que la apertura de la citada primera válvula de expansión (45) se reduce durante la operación de enfriamiento de aire, con lo cual se regula la citada primera tubería (22) de refrigerante y se licua completamente el refrigerante en la salida del citado intercambiador de calor exterior (4), para mejorar la eficiencia operativa y/o evitar la carga excesiva sobre el compresor (2).

FIG. 1



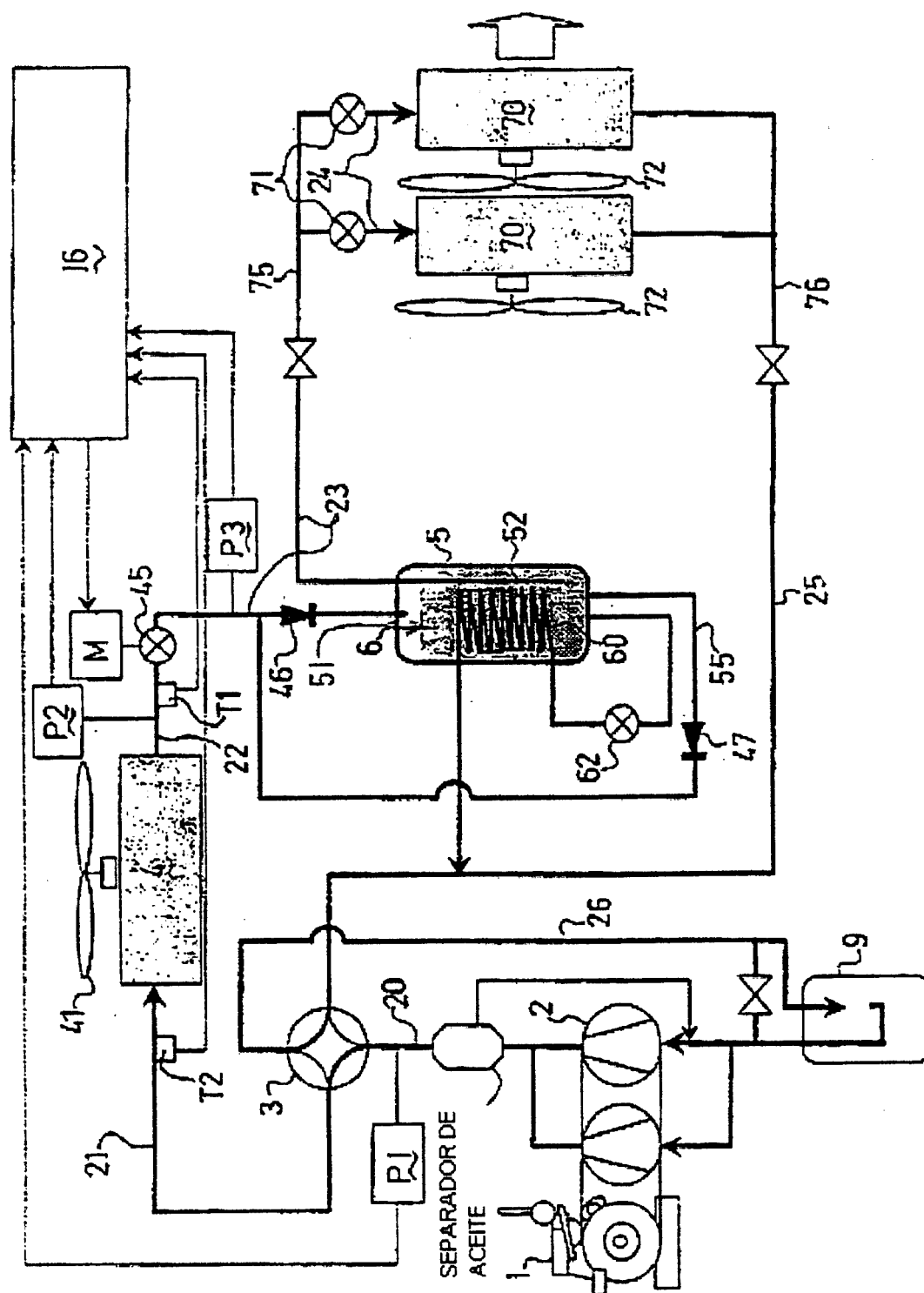


FIG. 2

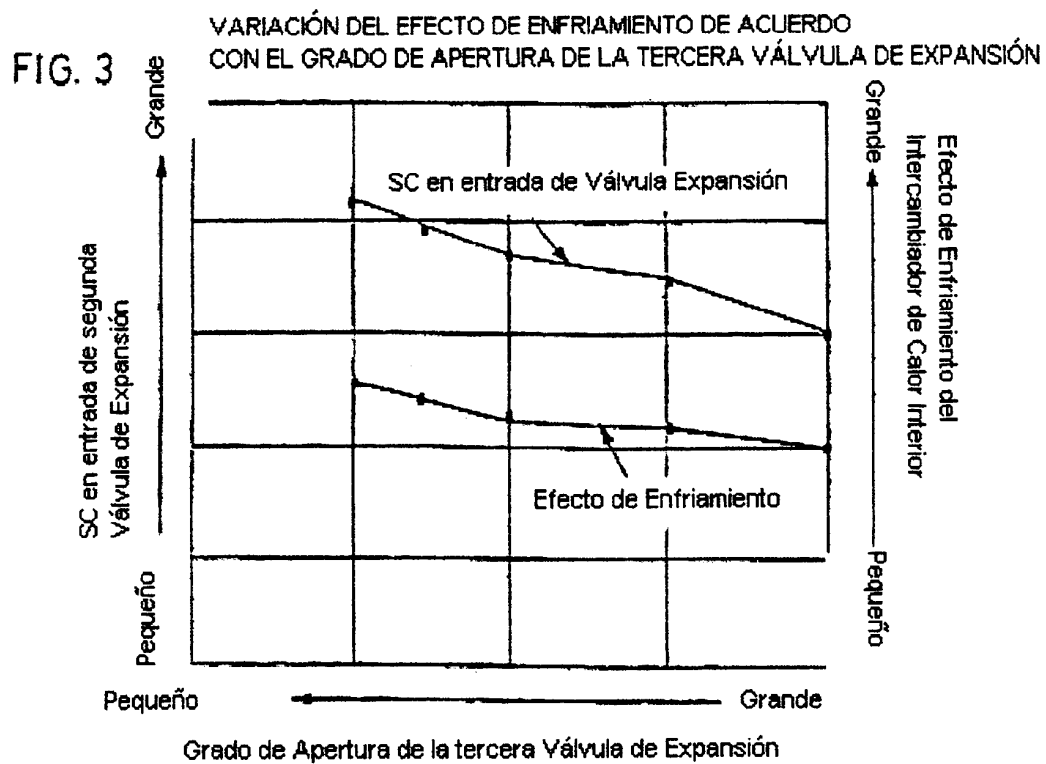


FIG. 4

INFLUENCIA DE GRADO DE APERTURA DE LA TERCERA VÁLVULA DE EXPANSIÓN

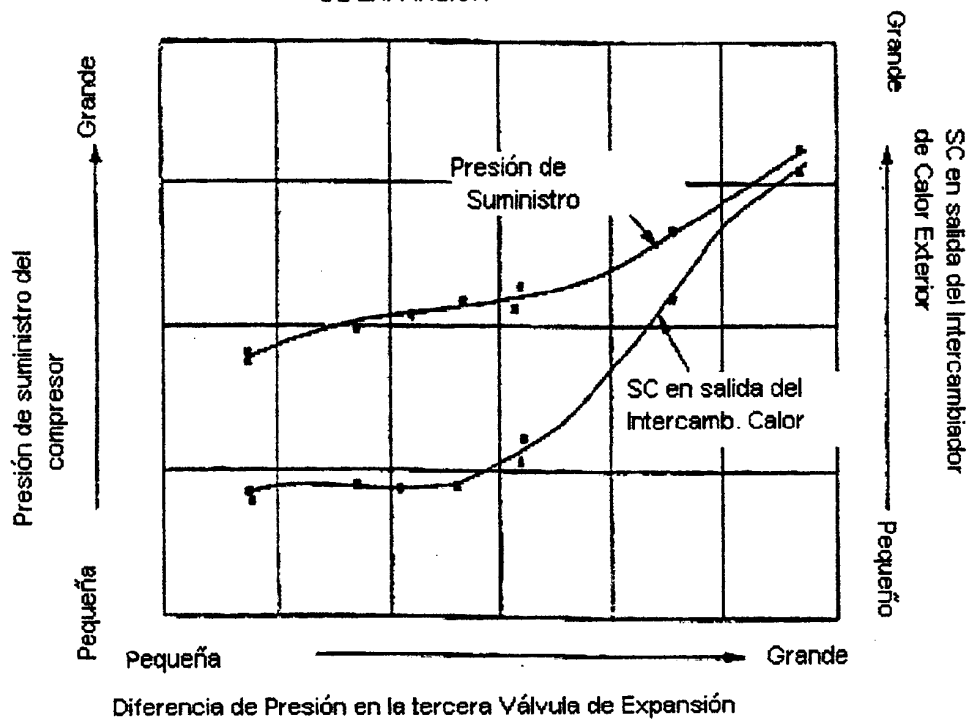


FIG. 5 Variación del efecto de enfriamiento de acuerdo con el grado de apertura de la primera válvula de expansión

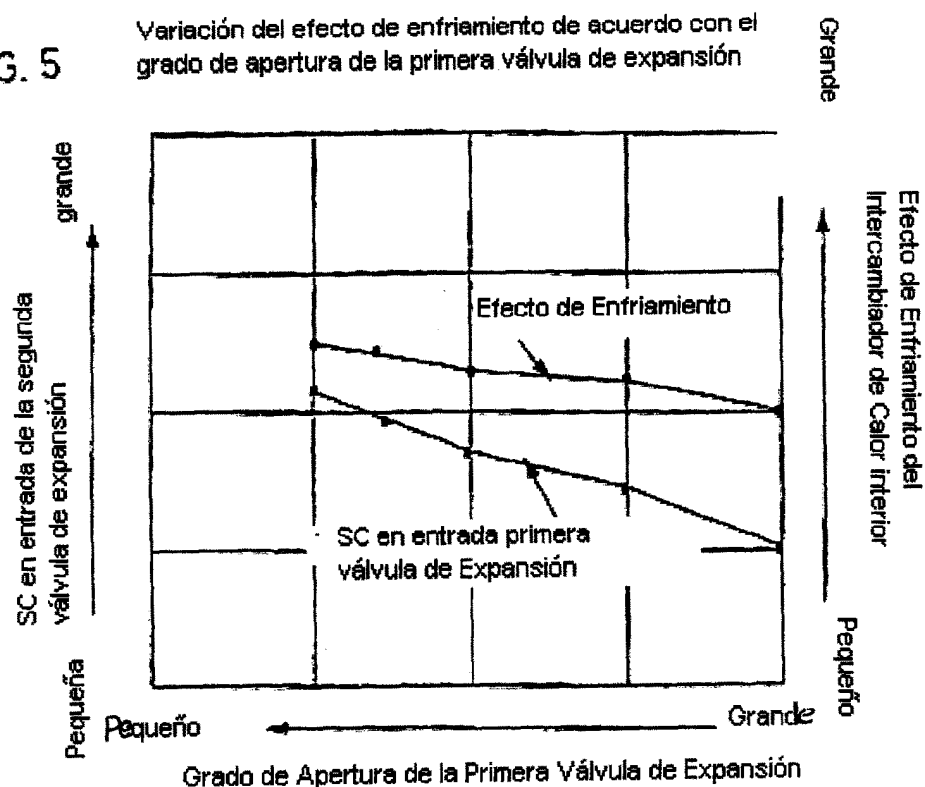


FIG. 6 RELACIÓN DE EFICIENCIAS RESPECTO A GRADO DE APERTURA DE LA PRIMERA VÁLVULA DE EXPANSIÓN

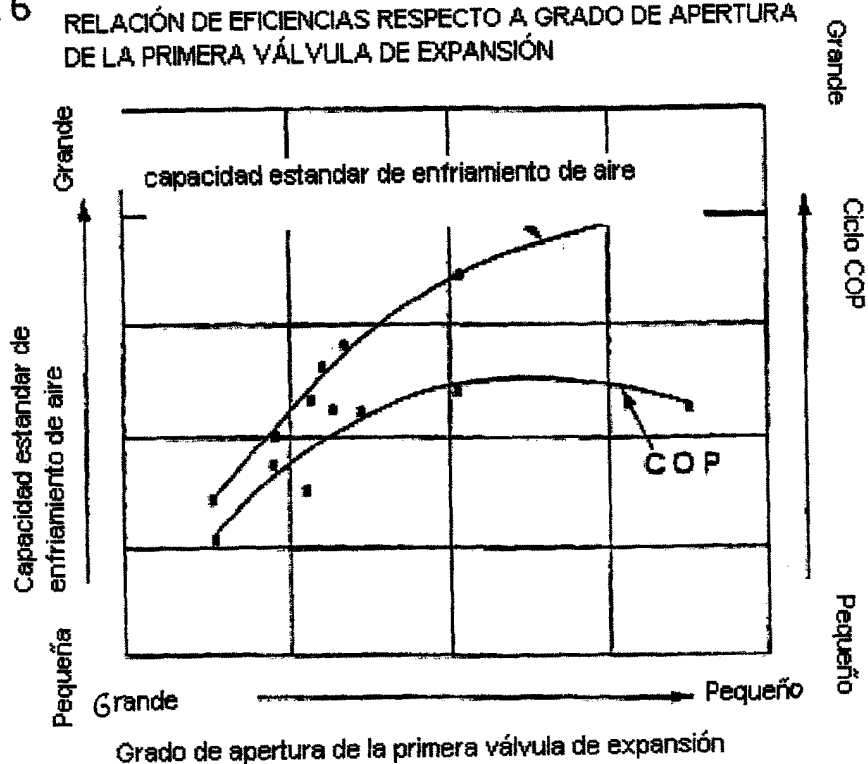


FIG 7

INFLUENCIA DEL GRADO DE APERTURA DE
LA PRIMERA VÁLVULA DE EXPANSIÓN

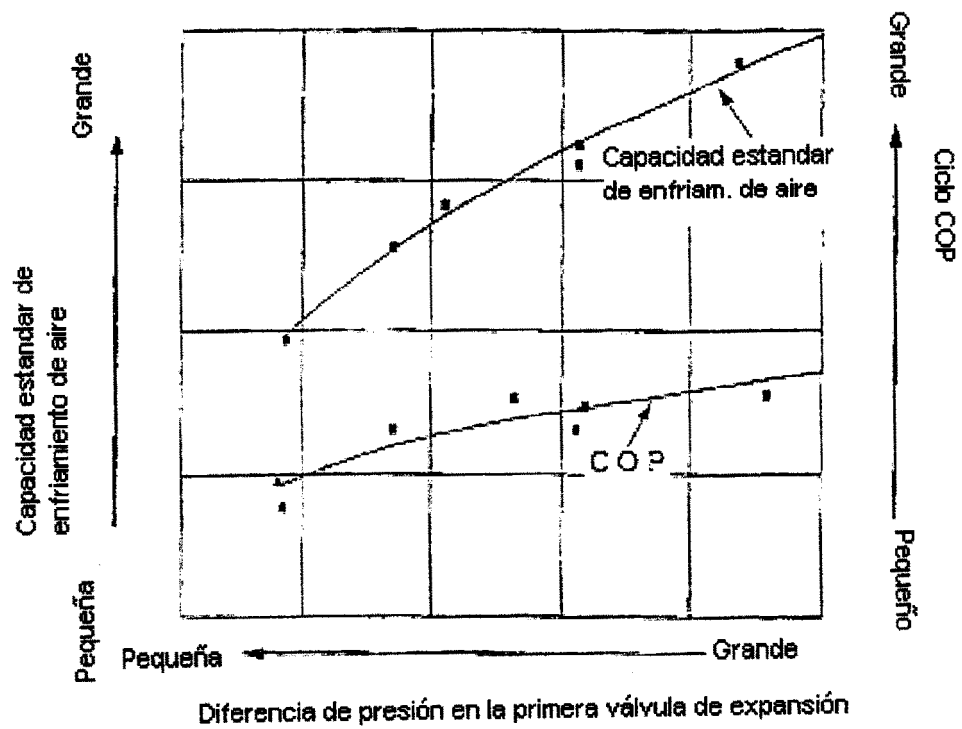


FIG. 8

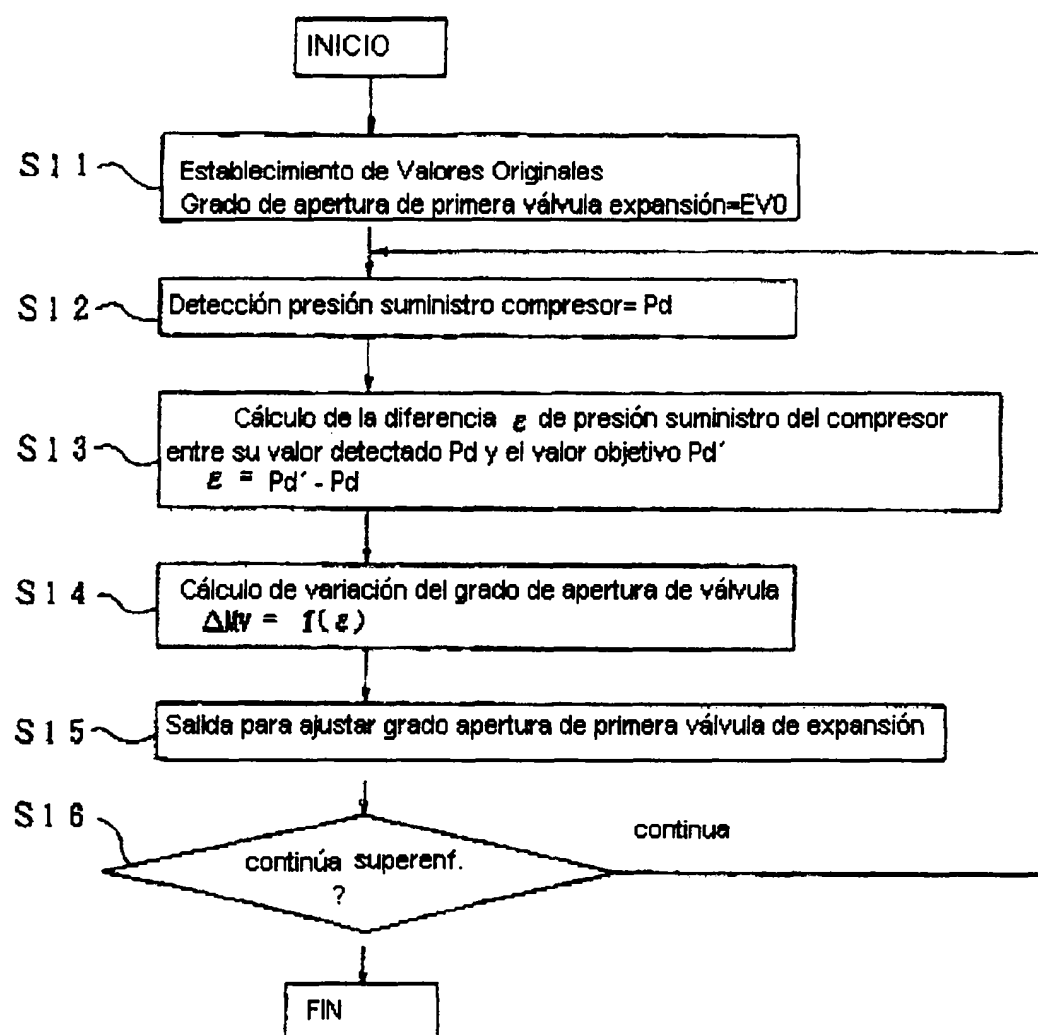


FIG. 9

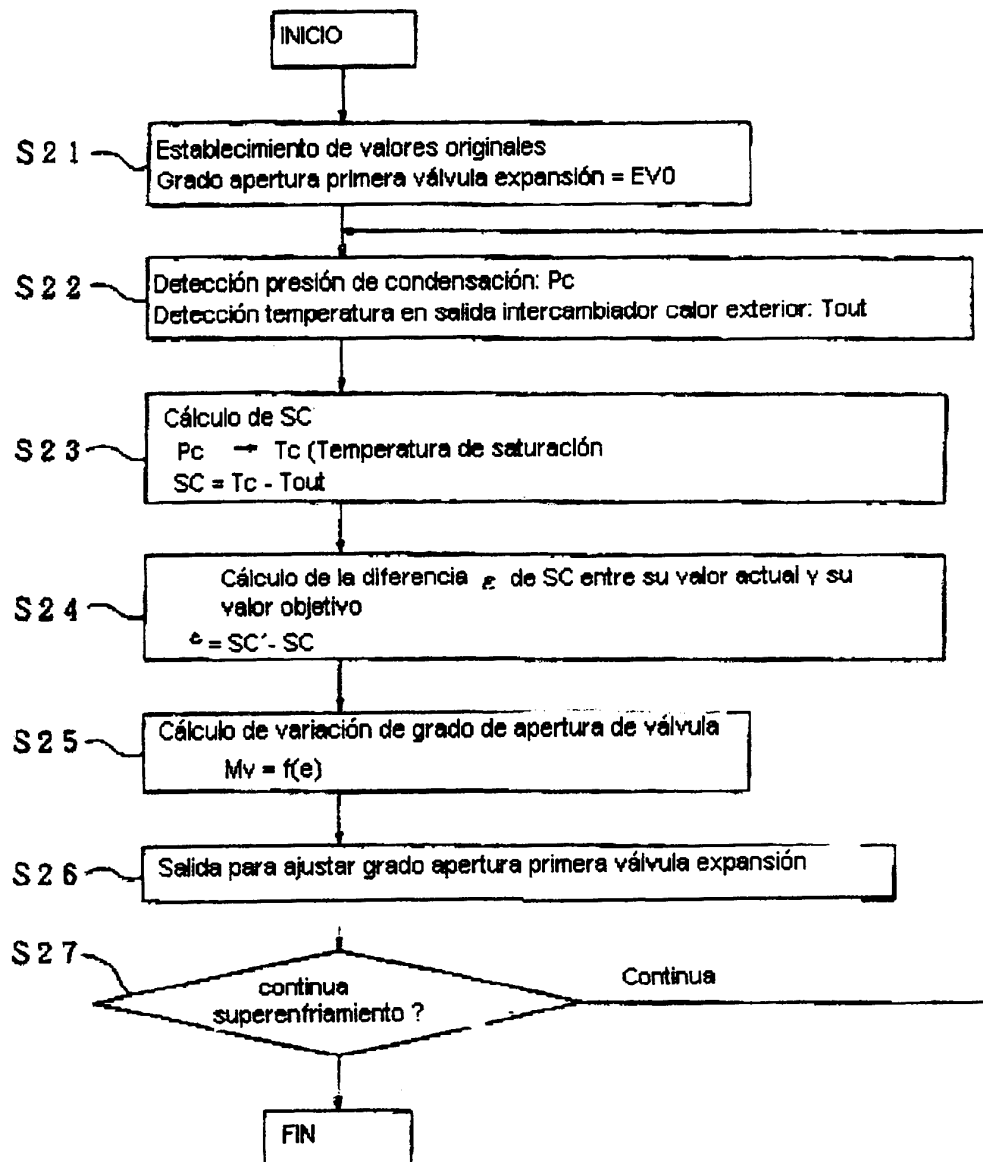
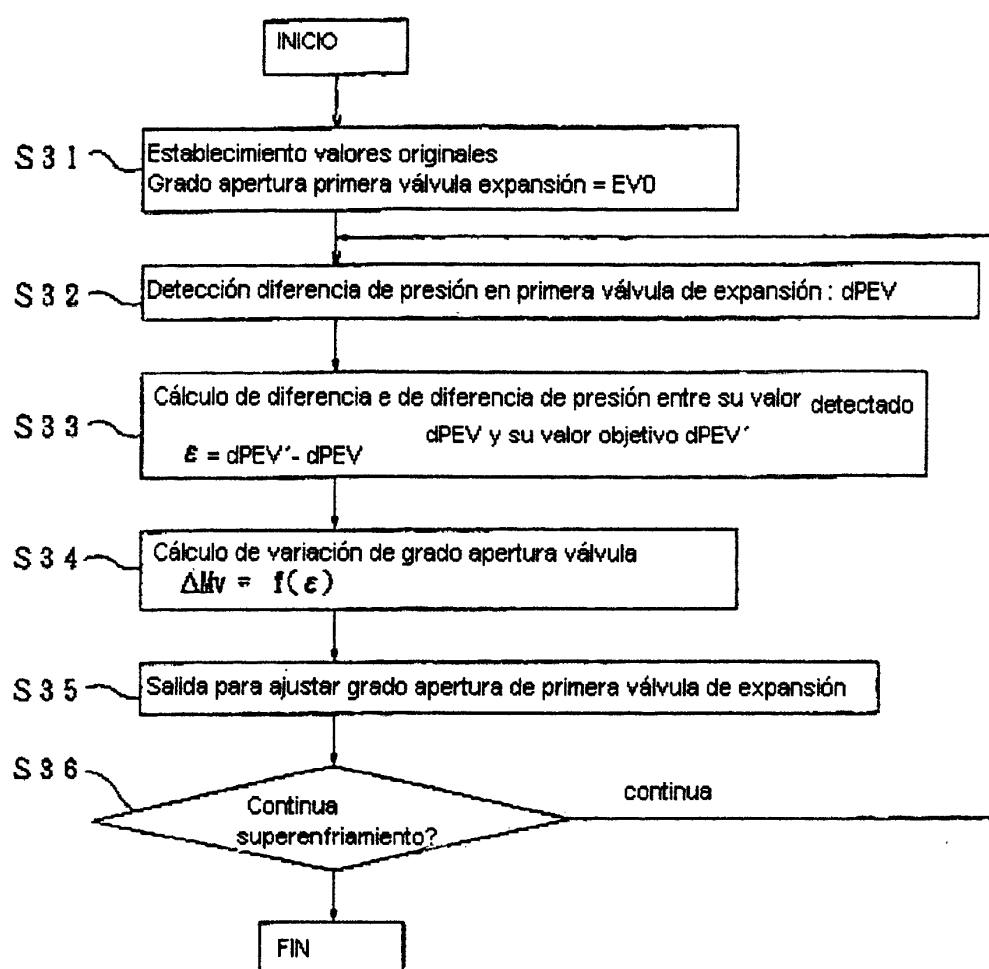


FIG. 10



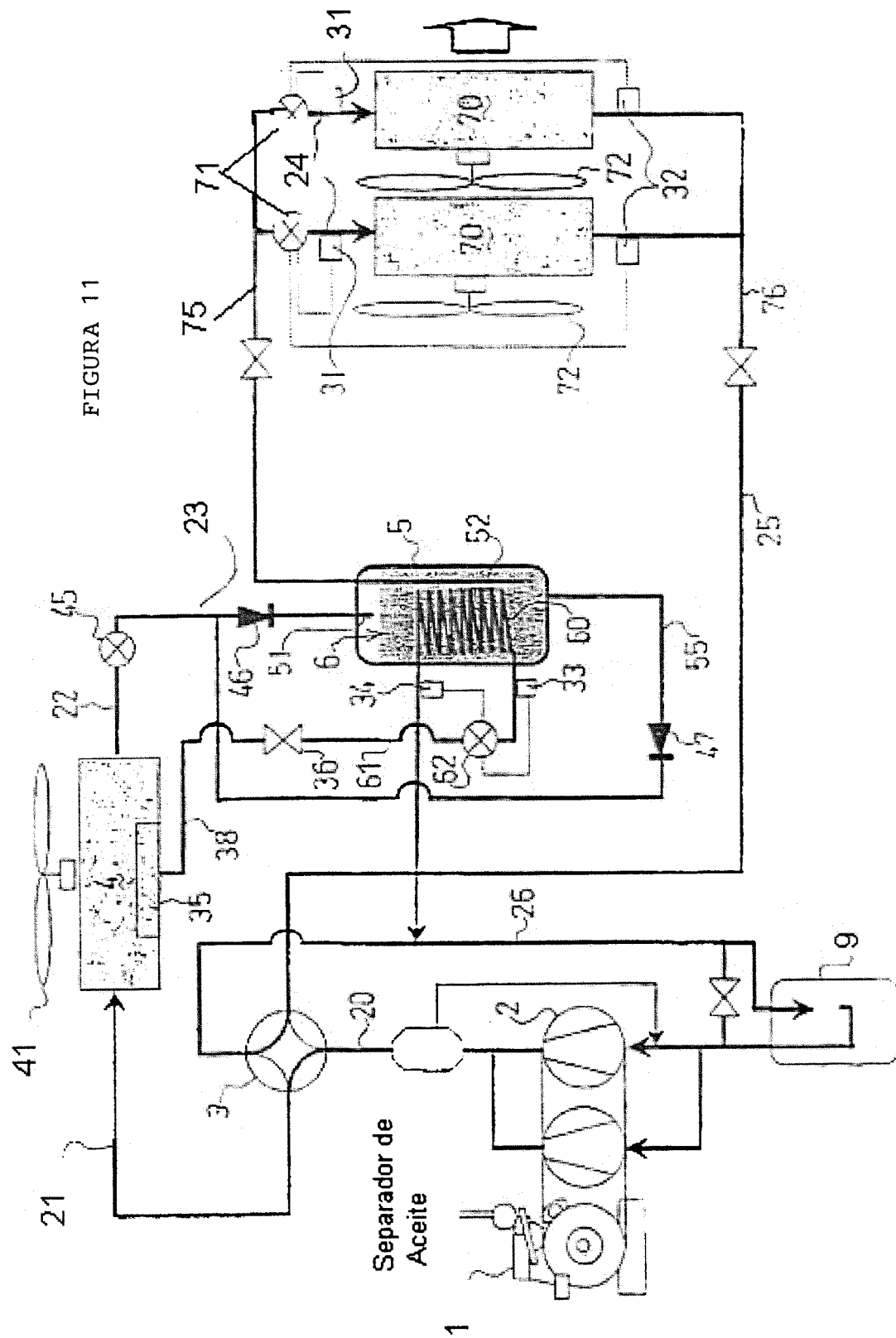


FIG.12

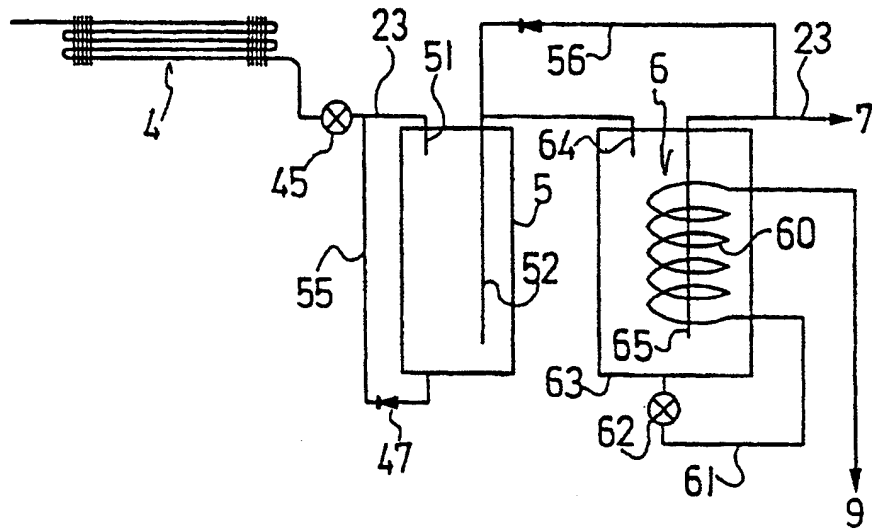


FIG.13

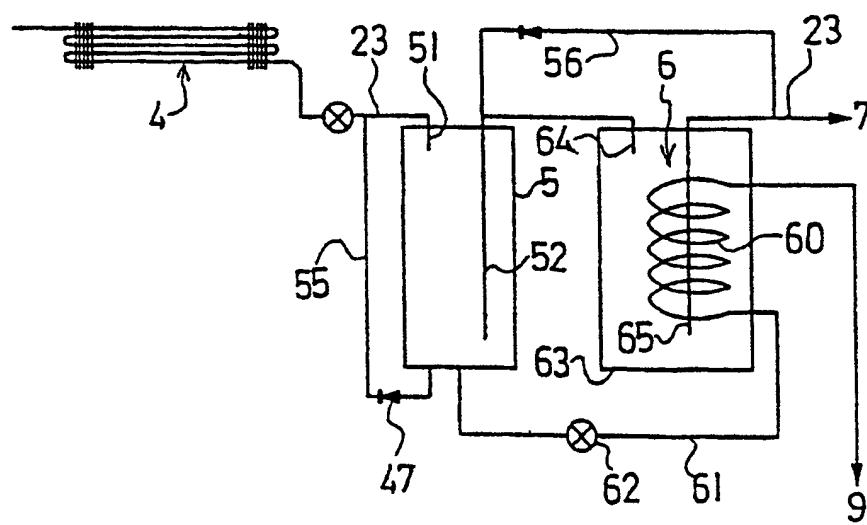


FIG. 14

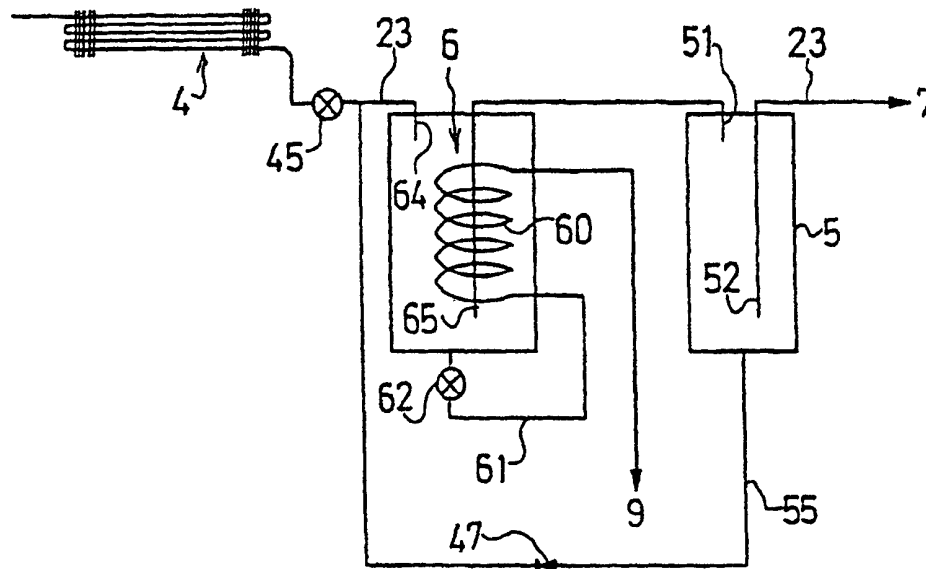


FIG. 15

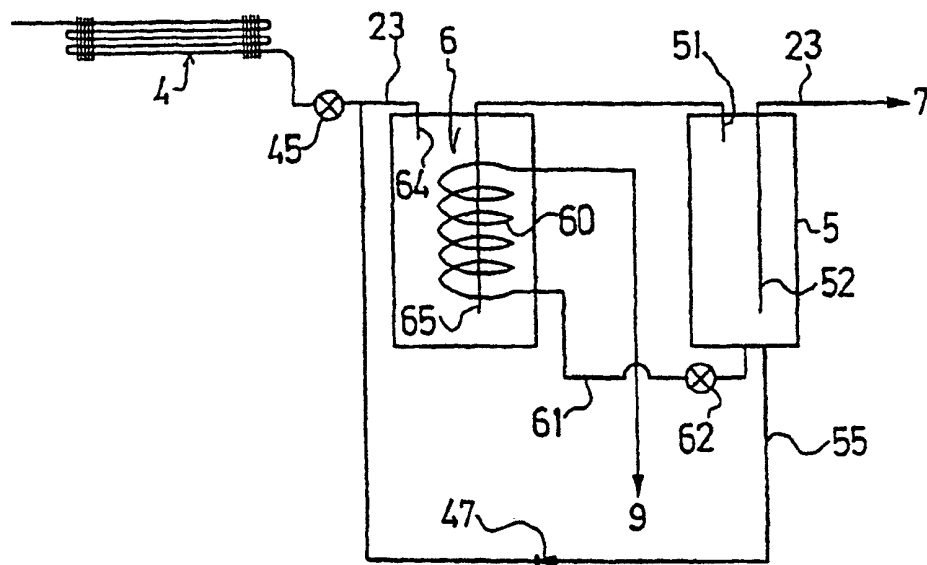


FIG. 16

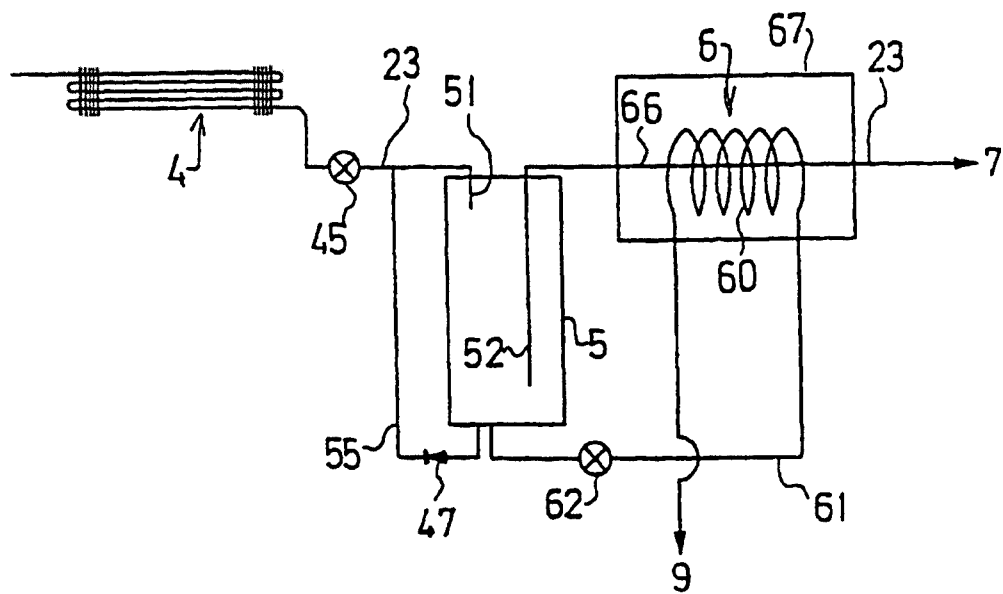


FIG. 17

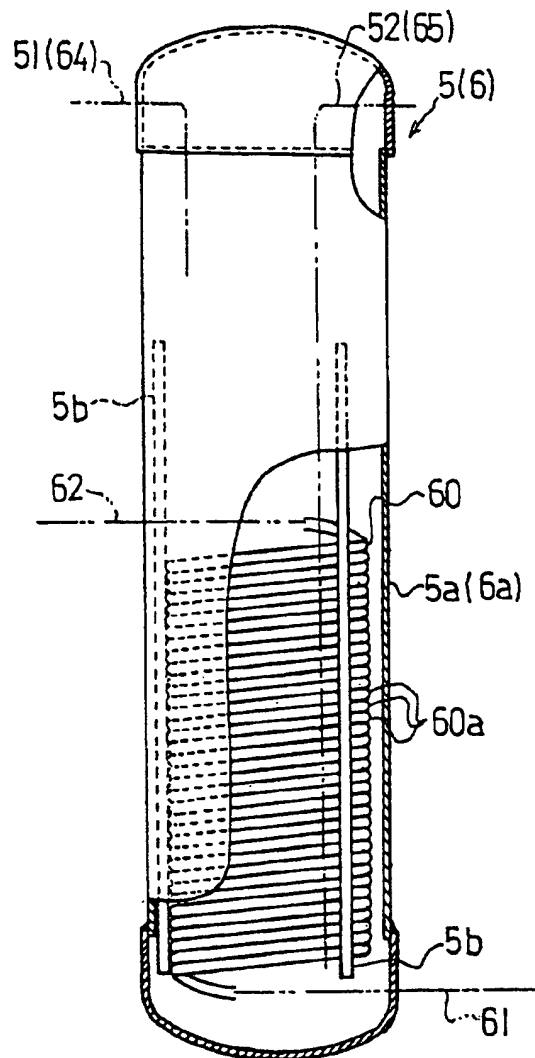


FIG. 18

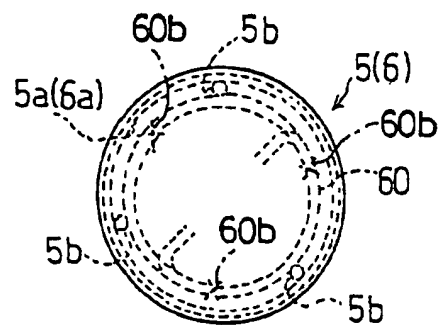


FIG. 19

DIAGRAMA DE MOLLIER

