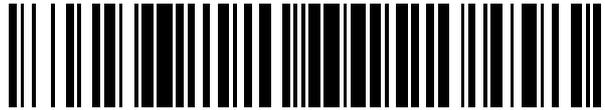


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 990**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2005 E 05765291 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014 EP 1795831**

54 Título: **Sistema de refrigeración de amoníaco/CO2**

30 Prioridad:

30.09.2004 JP 2004289105

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

13.05.2014

73 Titular/es:

**MAYEKAWA MFG. CO., LTD. (100.0%)
13-1, BOTAN 2-CHOME, KOTO-KU
TOKYO 135-0046, JP**

72 Inventor/es:

**NEMOTO, TAKASHI;
TANIYAMA, AKIRA;
AKABOSHI, SHINJIROU y
TERASHIMA, IWAO**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 459 990 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de refrigeración que funciona con un ciclo de refrigeración de amoníaco y un ciclo de refrigeración de CO₂, específicamente se refiere a un ciclo de refrigeración de amoníaco, un refrigerador de salmuera para enfriar y licuar CO₂ utilizando el calor latente de vaporización de amoníaco, y un sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ que presenta una bomba de líquido en un conducto de suministro para suministrar a un lado de carga de refrigeración el CO₂ licuado, enfriado y licuado por dicho refrigerador de salmuera.

Antecedentes de la técnica

15 En medio de una fuerte demanda para impedir la destrucción de la capa de ozono y el calentamiento global en la actualidad, es imperativo también en el campo del acondicionamiento y refrigeración de aire no sólo abandonar la utilización de los CFC desde el punto de vista de impedir la destrucción de la capa de ozono, sino también recuperar compuestos HFC alternativos y mejorar la eficiencia energética desde el punto de vista de impedir el calentamiento global. Para cumplir con la demanda, se está considerando la utilización de refrigerante natural tal como amoníaco, hidrocarburos, aire, dióxido de carbono, etc., y está utilizándose amoníaco en muchos equipos de enfriamiento/refrigeración grandes. La adopción de refrigerante natural tiende a aumentar también en equipos de enfriamiento/refrigeración a pequeña escala tal como un almacén de refrigeración, una sala de disposición de productos y una sala de procesado, que están asociados con dichos equipos de enfriamiento/refrigeración grandes.

25 Sin embargo, como el amoníaco es tóxico, en muchas fábricas de hielo, almacenes de refrigeración y fábricas de refrigeración de alimentos se adopta un ciclo de refrigeración, en el que se combinan un ciclo de amoníaco y un ciclo de CO₂ y se utiliza CO₂ como refrigerante secundario en un lado de carga de refrigeración.

Un sistema de refrigeración en el que se combinan un ciclo de amoníaco y un ciclo de dióxido de carbono se da a conocer por ejemplo en el documento de patente 1. El sistema está compuesto tal como se muestra en la figura 11(A). En el dibujo, en primer lugar, en el ciclo de amoníaco, se enfría amoníaco gaseoso comprimido por el compresor 104 mediante aire o agua de enfriamiento para licuarse cuando el gas de amoníaco pase a través del condensador 105. El amoníaco licuado se expande en la válvula de expansión 106, entonces se evapora en el condensador en cascada 107 para gasificarse. Cuando se evapora, el amoníaco recibe calor del dióxido de carbono en el ciclo de dióxido de carbono para licuar el dióxido de carbono.

Por otro lado, en el ciclo de dióxido de carbono, el dióxido de carbono enfriado y licuado en el condensador en cascada 107 fluye hacia abajo por su altura hidráulica para pasar a través de la válvula de ajuste de flujo 108 y entra en el evaporador 109 de tipo de alimentación inferior para realizar el enfriamiento requerido. El dióxido de carbono calentado y evaporado en el evaporador 109 vuelve de nuevo al condensador en cascada 107, por tanto el amoníaco realiza una circulación natural.

En el sistema de dicha técnica anterior, el condensador en cascada 107 está situado en una posición más alta que la del evaporador 109, por ejemplo, situado en un tejado. Debido a esto, se produce una altura hidráulica entre el condensador en cascada 107 y el evaporador 109 que presenta un ventilador refrigerador 109a.

El principio de esto se explica con referencia a la figura 1(B) que es un diagrama de presión-entalpía. En el dibujo, la línea discontinua muestra un ciclo de refrigeración de amoníaco que utiliza un compresor, y la línea continua muestra un ciclo de CO₂ por circulación natural que es posible mediante una composición tal que haya una altura hidráulica entre el condensador en cascada 107 y el evaporador 109 de tipo de alimentación inferior.

Sin embargo, dicha técnica anterior incluye la desventaja fundamental de que el condensador en cascada (que trabaja como evaporador en el ciclo de amoníaco para enfriar dióxido de carbono) debe ubicarse en una posición más alta que la posición del evaporador (expositor de refrigeración, etc.) para realizar el enfriamiento requerido en el ciclo de CO₂.

Particularmente, puede darse el caso de que los expositores de refrigeración o unidades congeladoras necesiten instalarse en plantas más altas de edificios de gran altura o medios para comodidad de los clientes, y el sistema de la técnica anterior no puede hacer frente en absoluto a un caso como éste.

Para tratar esto, algunos de los sistemas proporcionan una bomba de líquido 110 tal como se muestra en la figura 11(B) en el ciclo de dióxido de carbono para favorecer la circulación del refrigerante de dióxido de carbono para garantizar una circulación más positiva. Sin embargo, la bomba de líquido sirve únicamente como medio auxiliar y básicamente también en esta técnica anterior la circulación natural para enfriar dióxido de carbono se genera mediante la altura hidráulica.

Es decir, en la técnica anterior, se añade una vía dotada de la bomba auxiliar en paralelo a la ruta de circulación natural con la condición de que la circulación natural de CO₂ se produzca mediante la utilización de la altura hidráulica. (Por tanto, la vía dotada de la bomba auxiliar debe ser paralela a la ruta de circulación natural).

5 Particularmente, la técnica anterior de la figura 11(B) utiliza la bomba de líquido con la condición de que la altura hidráulica se garantice, es decir, con la condición de que el condensador en cascada (un evaporador para enfriar refrigerante de dióxido de carbono) esté situado en una posición más alta que la posición del evaporador para realizar el enfriamiento en el ciclo de dióxido de carbono, y la desventaja fundamental mencionada anteriormente tampoco se soluciona en esta técnica anterior.

10 Además, es difícil aplicar esta técnica anterior cuando los evaporadores (expositores de refrigeración, aparatos de enfriamiento, etc.) van a ubicarse en la planta baja y la primera planta y por consiguiente la altura hidráulica entre el condensador en cascada y cada evaporador será diferente una de la otra.

15 En las técnicas anteriores, existe una restricción para proporcionar una altura hidráulica entre el condensador en cascada 107 y el evaporador 109 en cuanto a que no tiene lugar circulación natural a menos que el evaporador sea de tipo de alimentación inferior lo que significa que la entrada de CO₂ está situada en la parte inferior del evaporador y la salida de CO₂ está prevista en la parte superior del mismo tal como se muestra en la figura 11(A) y la figura 11(B).

20 Sin embargo, en el condensador de tipo de alimentación inferior, el CO₂ líquido entra en el tubo de enfriamiento desde el lado inferior, se evapora en el tubo de enfriamiento y fluye hacia arriba mientras recibe calor, es decir privando al aire de calor fuera del tubo de enfriamiento, y el gas evaporado fluye hacia arriba en el tubo de enfriamiento. Así, en el tubo de enfriamiento, la parte superior se llena únicamente con CO₂ gaseoso dando como resultado un efecto de enfriamiento pobre y que únicamente la parte inferior del tubo de enfriamiento se enfríe de manera eficaz. Además, cuando se proporciona una cabecera de líquido en el lado de entrada, no puede realizarse una distribución uniforme de CO₂ en el tubo de enfriamiento. De hecho, tal como puede observarse en el diagrama de presión-entalpía de la figura 1(B) el CO₂ se recupera al condensador en cascada después de que el CO₂ líquido se evapore perfectamente.

30 Además, un ciclo de refrigeración que utiliza CO₂ como refrigerante secundario para refrigerar el lado de carga se adopta muy a menudo en trabajos de hielo, depósitos de refrigeración y trabajos de congelación de alimentos. En estos aparatos de refrigeración, se requiere parar el funcionamiento del aparato y llevar a cabo el descarchado y la limpieza del refrigerador (evaporador) a intervalos regulares o cuando sea necesario desde el punto de vista del mantenimiento de la capacidad de refrigeración, esterilización, etc. Cuando se llevan a cabo estas operaciones de trabajo, el incremento de temperatura tiene lugar naturalmente en el refrigerador (evaporador). Así, si permanece CO₂ líquido en el recorrido de circulación cerca del refrigerador (evaporador), existe el riesgo de que pueda tener lugar una vaporización explosiva (ebullición) de CO₂ líquido. Por tanto, se desea retirar el CO₂ líquido restante cerca del refrigerador (evaporador) sin retraso y por completo.

40 [Documento de patente 1] Patente japonesa n.º 3458310. El documento WO 02/066908 da a conocer un sistema según el preámbulo de la reivindicación 1.

45 Descripción de la invención

Problemas a solucionar mediante la invención

50 La presente invención se realizó a la luz del problema mencionado anteriormente y un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ y un aparato de producción de salmuera de CO₂ utilizado en el sistema que pueda constituir un ciclo que combine un ciclo de amoníaco y un ciclo de CO₂ sin problemas incluso cuando el aparato de producción de salmuera de CO₂ comprenda aparatos que trabajen sobre un ciclo de refrigeración de amoníaco, un refrigerador de salmuera para enfriar y condensar CO₂ utilizando el calor latente de la vaporización del amoníaco, y una bomba de líquido prevista en un conducto de suministro para suministrar el CO₂ enfriado y licuado a un lado de carga de refrigeración, y un aparato de lado de carga de refrigeración tal como por ejemplo un expositor congelador, situados en cualquier lugar según las circunstancias de la comodidad del cliente.

60 Otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema de refrigeración en el que pueda formarse un ciclo de circulación de CO₂ independientemente de la posición del refrigerador del lado de ciclo de CO₂, el tipo del mismo (tipo de alimentación inferior o tipo de alimentación superior) y número del mismo, e incluso también cuando el refrigerador de salmuera de CO₂ está situado en una posición más baja que el refrigerador del lado de carga de refrigeración, y un aparato de producción de salmuera de CO₂ utilizado en el sistema.

65 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un sistema de refrigeración en el que la retirada de CO₂ líquido del ciclo de CO₂ se lleve a cabo sin retraso y por completo a la hora de llevar a cabo el descarchado y la limpieza del refrigerador del lado de ciclo de CO₂.

Medios para solucionar el problema

La presente invención propone un sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1.

5 En este caso, el volumen del recipiente de líquido incluyendo el volumen en las tuberías que conectan con la entrada de la bomba de líquido se determina de modo que queda espacio para gas de CO₂ por encima del CO₂ líquido recuperado al recipiente de líquido cuando se detiene el funcionamiento del ciclo de salmuera de CO₂, con el nivel de la parte superior de la tubería de elevación determinado para ser más alto que el nivel de líquido máximo en el recipiente de líquido.

10 En la presente invención, la altura real para la bomba de líquido es la altura desde la entrada de la bomba hasta la parte superior de la tubería de elevación, y es preferible determinar que la parte superior de la tubería de elevación esté a un nivel igual a o más bajo que el de la parte superior de la tubería de retorno.

15 Para ser más específicos, es adecuado que esté previsto un sensor de presión para detectar la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido, y que la bomba de líquido esté compuesta de modo que pueda conseguir una altura de descarga igual a o más alta que la suma de la altura real desde la bomba de líquido hasta la parte superior de la tubería de elevación y la pérdida de altura en las tuberías.

20 Además, es adecuado proporcionar un sobreenfriador para superenfriar por lo menos una parte del CO₂ líquido en el recipiente de líquido con el fin de mantener el CO₂ líquido en un estado superenfriado en la entrada de la bomba de líquido. Debido a ello, puede garantizarse suficiente presión de succión para impedir que tenga lugar cavitación en la entrada de la bomba de líquido.

25 Concretamente, es adecuado que el recipiente de líquido para reservar CO₂ líquido superenfriado a cualquier tasa esté situado en una posición más alta que el lado de succión de la bomba de líquido.

Además, puede ser adecuado proporcionar adicionalmente un sensor de presión y un sensor de temperatura para detectar la presión y temperatura del CO₂ en el recipiente de líquido, un controlador para determinar el grado de superenfriamiento comparando la temperatura de saturación del CO₂ a la presión detectada con la temperatura detectada, y que el flujo de amoníaco introducido en el sobreenfriador se controle mediante una señal procedente de dicho controlador.

30

También es adecuado que la parte superior de la tubería de elevación esté conectada a la capa de gas de CO₂ en el recipiente de líquido con la tubería de comunicación de modo que una parte de salmuera de CO₂ se devuelva al recipiente de líquido cuando la bomba de líquido se encuentre en funcionamiento, el gas de CO₂ se introduzca en la parte superior de la tubería de elevación procedente de la capa de gas de CO₂ en el recipiente de líquido y se proporcione una válvula de control de flujo en la tubería de comunicación.

35

Además, es adecuada una composición tal que el refrigerador de salmuera esté situado en una posición de altura más alta que la del recipiente de líquido, el CO₂ de estado líquido o estado gas-líquido mixto recuperado de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración se devuelva a la capa de CO₂ en el recipiente de líquido, la capa de CO₂ en el recipiente de líquido se comunique con el refrigerador de salmuera a través de tuberías de modo que la salmuera de CO₂ condensada y licuada en el refrigerador de salmuera se devuelva al recipiente de líquido para almacenarse en el mismo.

40

45

Efecto de la invención

El caudal de descarga y la altura de descarga de la bomba de líquido 5 se determina de modo que el CO₂ recuperado de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración al refrigerador de salmuera 3 en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado incompletamente evaporado). A continuación en la presente memoria, se explicará el efecto de proporcionar la bomba de líquido 5 con referencia a la figura 6(a).

50

Tal como se ha descrito anteriormente, la bomba de líquido es una bomba de descarga variable para realizar la circulación forzada de CO₂ para recuperar CO₂ de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración al refrigerador de salmuera 3 en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado). Así, la bomba 5 está diseñada para descargar más de 2 veces, preferiblemente de 3 ~ 4 veces el flujo de circulación requerido por el refrigerador del lado de carga de refrigeración a una altura de descarga igual a o más alta que la suma de la altura real y la pérdida de altura en las tuberías. Por tanto, el CO₂ puede hacerse circular suavemente en el ciclo de CO₂ incluso aunque el refrigerador de salmuera de CO₂ 3 en el ciclo de amoníaco esté ubicado en el sótano de un edificio y el refrigerador que puede permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado) tal como un expositor, etc. esté situado en una posición arbitraria sobre el suelo. Por consiguiente, el ciclo de CO₂ puede hacerse funcionar cuando los refrigeradores (expositores de refrigeración, refrigeradores de ambiente, etc.) se instalan en la planta baja y la primera planta de un edificio, independientemente de la altura hidráulica entre cada uno de los refrigeradores y el refrigerador de salmuera de CO₂ 3.

55

60

65

Como el sistema está compuesto de modo que se recupera CO₂ al refrigerador de salmuera 3 desde la salida del intercambiador de calor (refrigerador) del lado de carga de refrigeración en un estado líquido o líquido/gas mixto a través de la tubería de retorno, el CO₂ se mantiene en un estado líquido/gas mixto incluso en las partes superiores del tubo de enfriamiento del refrigerador incluso cuando el refrigerador es de tipo de alimentación superior. Por tanto, no tiene lugar una situación en la que la parte superior del tubo de enfriamiento se llene únicamente con CO₂ gaseoso dando como resultado un enfriamiento insuficiente, de modo que el enfriamiento en los refrigeradores se realiza por todo el tubo de enfriamiento de manera eficaz.

El ciclo de CO₂ puede realizarse suavemente de manera similar a como se describió anteriormente incluso en el caso en el que el refrigerador de salmuera 3 y el refrigerador 6 (expositor de refrigeración, etc.) que presentan la función de evaporar CO₂ en un estado líquido o de gas/líquido mixto estén situados en la misma planta en el ciclo de amoníaco, o el refrigerador de salmuera esté situado más arriba y el refrigerador 6 (expositor de refrigeración, etc.) que presenta la función de evaporar CO₂ en un ciclo de CO₂ de estado líquido o de gas/líquido mixto esté situado más abajo en el ciclo de amoníaco.

A continuación, se detallará la razón para proporcionar la tubería de elevación 90 entre la bomba de líquido 5 y el intercambiador de calor de lado de carga de refrigeración (refrigerador 6), permitiendo que la parte superior de la tubería de elevación 90 discorra a lo largo de una posición de altura igual a o más alta que el nivel de CO₂ líquido máximo en el receptor de líquido 4, y conectando la parte superior de la tubería de elevación a la capa de gas en el recipiente de líquido con la tubería de comunicación.

El ciclo de salmuera de CO₂ del sistema de la invención está compuesto de modo que se devuelve CO₂ al refrigerador de salmuera 3 desde la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado incompletamente evaporado), de modo que la salmuera de CO₂ circula en el ciclo sustancialmente en un estado líquido saturado a diferencia de la técnica anterior de tipo de circulación natural. El volumen del receptor de líquido 4 incluyendo el volumen en la tubería desde el receptor de líquido 4 hasta la entrada de la bomba 5 se determina de modo que queda hueco para gas de CO₂ en la parte superior en el receptor de líquido 4 cuando se detiene el funcionamiento del ciclo de salmuera de CO₂, el nivel de la parte superior de la tubería de elevación 90 está a nivel con o es más alto que el nivel de CO₂ líquido máximo en el receptor de líquido 4, y además la parte superior de la tubería de elevación se conecta a la capa de gas en el receptor de líquido 4a a través de la tubería de comunicación, de modo que el movimiento de la salmuera de CO₂ puede interrumpirse suavemente después de detener el funcionamiento de la bomba de líquido 5.

Esto se explica de la siguiente manera: el CO₂ líquido en el punto B cae al punto A o A' cuando se para el funcionamiento de la bomba de líquido 5. El CO₂ gaseoso entra a través de un conducto de introducción de gas que conecta con la parte superior de la tubería de elevación y el CO₂ líquido en el punto B baja al nivel L. Por tanto, la transmisión de calor por el medio de CO₂ en el ciclo de CO₂ puede interrumpirse suavemente tan pronto como se detenga el funcionamiento de la bomba de líquido 5.

A continuación, se explicará el estado en el que se arranca la bomba de líquido 5 y se permite que el CO₂ circule.

Es necesario volver a arrancar la bomba de líquido 5 y permitir que el CO₂ se descargue de la bomba de modo que exista suficiente altura hidráulica en la entrada de la bomba de líquido 5 con el fin de impedir que tenga lugar una cavitación en la entrada, de modo que es necesario que el CO₂ esté en un estado superenfriado cuando la bomba de líquido 5 vuelve a arrancarse. Por tanto, en la quinta invención, es adecuado proporcionar un sobreenfriador para superenfriar el CO₂ líquido en el recipiente de líquido de modo que el CO₂ líquido en el recipiente de líquido o en la tubería que conecta con la entrada de la bomba de líquido se mantenga en un estado superenfriado.

Concretamente, es adecuado que la valoración del estado superenfriado se realice mediante un controlador que determina el grado de superenfriamiento calculando la temperatura de saturación del CO₂ basándose en la presión detectada en el recipiente de líquido que reserva el CO₂ enfriado y licuado y comparando la temperatura detectada del CO₂ líquido en el recipiente de líquido.

Por ejemplo, en la figura 6(a), la bomba de líquido 5 puede arrancarse suavemente arrancando en el estado en el que el CO₂ líquido en el recipiente de líquido está superenfriado hasta un grado de subenfriamiento de aproximadamente 1-5°C.

Como la altura entre el punto A y B en la tubería de elevación 90 es aproximadamente de 2,5 m, lo que corresponde a aproximadamente 0,0279 MPa, la bomba de líquido 5 debe superar esta altura para permitir que el CO₂ circule. La salmuera de CO₂ no puede hacerse circular forzosamente sin esta altura de descarga.

Por tanto, en la quinta invención, se proporciona un sensor de presión para detectar la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido 5, y la bomba de líquido 5 se hace funcionar para producir una altura de descarga más alta que la altura real y la pérdida de altura en las tuberías. Aunque una parte del líquido de salmuera de CO₂ se devuelve al receptor de líquido 4, una gran parte del mismo se suministra al refrigerador 6. La cantidad de

salmuera devuelta se controla mediante el tamaño del diámetro de la tubería de comunicación 100 o por medio de la válvula de control de flujo 102.

5 Cuando se para la bomba de líquido, la bomba no produce altura de descarga para superar dicha altura de 2,5 m y cesa la circulación de CO₂. Se introduce gas de CO₂ en la parte superior de la tubería de elevación de gas 90 desde la capa de gas de CO₂ en el receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100 tan pronto como se detiene el funcionamiento del sistema.

10 Por tanto, en el estado en el que la bomba de líquido 5 no se hace funcionar, no se hace circular salmuera de CO₂, el nivel del CO₂ líquido en la tubería de elevación 90 baja y el vapor de CO₂ saturado llena el espacio en la tubería de elevación 90 entre el punto A-B-A'.

15 Tal como se mencionó anteriormente, en el ciclo de circulación de CO₂ dotado de la bomba de líquido 5 y la tubería de elevación 90 es necesario hacer funcionar la bomba de líquido 5 para descargar 2 veces o más, preferiblemente de 3 ~ 4 veces el flujo de circulación requerido por el intercambiador de calor en el lado de carga de refrigeración con el fin de permitir que el CO₂ fluya en la tubería de retorno 53 en un estado sustancialmente líquido, en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado incompletamente evaporado), por tanto existe el riesgo de que tenga lugar un aumento de presión no deseado por encima de la presión de diseño permisible de la bomba en el arranque de la bomba de líquido 5, ya que el arranque se realiza en una condición de temperatura normal.

20 Por tanto, es adecuado combinar el control de velocidad de rotación y funcionamiento intermitente de la bomba para permitir hacer funcionar la bomba a una presión de descarga más baja que la presión permisible diseñada.

25 Además, es adecuado como diseño de seguridad proporcionar un conducto de alivio de presión que conecte el refrigerador del lado de carga de refrigeración y el refrigerador de salmuera de CO₂ 3 o el receptor de líquido 4 previsto aguas abajo del mismo además del conducto de vuelta que conecta la salida del refrigerador al refrigerador de salmuera de CO₂ 3 de modo que se permite que la presión de CO₂ escape a través del conducto de alivio de presión cuando la presión en el refrigerador del lado de carga sobrepasa una presión predeterminada (cercana a la presión de diseño, por ejemplo, la presión a un 90% de carga de la carga de refrigeración diseñada).

30 Además, el sistema de la invención puede aplicarse cuando se proporciona una pluralidad de refrigeradores de lado de carga y se suministra CO₂ a los refrigeradores a través de conductos que se ramifican desde la bomba de líquido, o cuando la carga de refrigeración varía ampliamente, o incluso cuando por lo menos uno de los refrigeradores es de tipo de alimentación superior.

35 Además, como forma de realización preferida de la presente invención, es adecuado proporcionar un conducto de baipás entre la salida de la bomba de líquido y el refrigerador de salmuera de CO₂ 3 para hacer un baipás por medio de una válvula de baipás acoplada al conducto de baipás.

40 Además, como forma de realización preferible, es adecuado proporcionar un controlador para descargar forzosamente el compresor en el ciclo de refrigeración de amoníaco basándose en la diferencia de presión detectada entre la salida y la entrada de la bomba de líquido 5 y utilizar una junta térmicamente aislada en la parte de unión de la línea de salmuera del lado de producción de salmuera de CO₂ con la línea de salmuera del lado de carga de refrigeración.

45 A continuación, se explicará el efecto de devolver CO₂ de un estado líquido o de gas/líquido mixto (estado incompletamente evaporado) recuperado de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración 6 haciendo referencia a la figura 6(b). Tal como se muestra en la figura 6(b), el sistema está compuesto de manera que el refrigerador de salmuera 3 está situado en una posición de altura más alta que el receptor de líquido 4, el CO₂ de un estado líquido o de gas/líquido mixto recuperado de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración 6 se devuelve a la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4, y la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4 se comunica con el refrigerador de salmuera 3 a través de la tubería 104 de modo que la salmuera de CO₂ condensada y licuada se almacena en el receptor de líquido 4.

55 Como el CO₂ recuperado de la salida del refrigerador del lado de carga de refrigeración 6 está en un estado líquido o de gas/líquido mixto (estado incompletamente evaporado), si se devuelve al refrigerador de salmuera 3, la resistencia al flujo en el refrigerador de salmuera 3 aumenta y la carga de presión a la bomba de líquido 5 aumenta excesivamente, lo que puede provocar la necesidad de aumentar el tamaño de la bomba de líquido dando como resultado un tamaño aumentado del aparato. Sin embargo, devolviendo el CO₂ en un estado líquido o de gas/líquido mixto a la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4, puede reducirse la presión de vuelta de la bomba de líquido 5. Además, introduciendo el gas de CO₂ en la capa de gas 4a en el receptor de líquido 4 al intercambiador de calor intermedio 3 a través de la tubería 104 para condensarlo y licuarlo y devolver el CO₂ licuado al receptor de líquido 4 para almacenarse en el mismo, puede llevarse a cabo el ciclo de condensación. Por tanto, la condensación y el licuado del gas de CO₂ pueden llevarse a cabo sin devolver el CO₂ en un estado líquido o de gas/líquido mixto al refrigerador de salmuera 3.

En cuanto a otros efectos, pueden obtenerse los mismos resultados que los descritos haciendo referencia a la figura 6(a).

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 representa diagramas de presión-entalpía de un ciclo de refrigeración combinado de amoníaco y CO₂, (A) es un diagrama del ciclo cuando trabaja en el sistema según la presente invención, y (B) es un diagrama del ciclo cuando trabaja en el sistema de la técnica anterior.
- 10 Las figuras 2(A) a (E) son una variedad de diagramas de conexión de la presente invención.
- 15 La figura 3 es una representación esquemática de la presente invención que muestra la configuración total esquemáticamente, que consiste en una unidad de máquina (unidad de producción de salmuera de CO₂) que contiene una sección de ciclo de refrigeración de amoníaco y una sección de intercambio de calor de amoníaco/CO₂ y una unidad congeladora para refrigerar carga de refrigeración utilizando el calor latente de la vaporización de salmuera de CO₂ líquida enfriada en el lado de unidad de máquina a un estado líquido.
- 20 La figura 4 es un diagrama de flujo de la figura 3.
- 20 La figura 5 es un gráfico que muestra los cambios de velocidad de rotación de la bomba de líquido y la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido de la presente invención.
- 25 La figura 6 es un diagrama de conexión para explicar el efecto de la tubería de elevación prevista en la quinta invención.
- 25 La figura 7 es una representación esquemática de la presente invención aplicada a una fábrica de hielo.
- La figura 8 es una representación esquemática de la presente invención aplicada al almacén de refrigeración.
- 30 La figura 9 es una representación esquemática de la presente invención aplicada a una sala congeladora.
- La figura 10 es una representación esquemática de la presente invención aplicada a una máquina de refrigeración y cuando una tubería de retorno se conecta al recipiente de líquido.
- 35 La figura 11 es una representación esquemática de una unidad de refrigeración de amoníaco de la técnica anterior dotada de un condensador de tipo evaporación.

Símbolos de referencia

- 40 1 máquina de refrigeración de amoníaco (compresor)
- 2 condensador de tipo evaporación
- 3 refrigerador de salmuera
- 4 recipiente de líquido
- 5 bomba de líquido
- 45 6 refrigerador
- 7 depósito de agua de eliminación de toxicidad de amoníaco
- 8 sobreenfriador
- 53 conducto de recuperación
- 90 tubería de elevación
- 50 100 tubería de comunicación
- 102 válvula de control de flujo
- A unidad de máquina (aparato de producción de salmuera de CO₂)
- B unidad congeladora
- CL controlador
- 55 P1~P2 sensor de presión
- T1~T4 sensor de temperatura

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

- 60 A continuación se detallará una forma de realización preferida de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Se pretende, sin embargo, que a menos que se especifique particularmente, las dimensiones, materiales, posiciones relativas y demás de las partes constituyentes en las formas de realización deben interpretarse únicamente como ilustrativas, no como limitativas del alcance de la presente invención.
- 65 La figura 1 (A) es un diagrama de presión-entalpía del ciclo de amoníaco y del ciclo de CO₂ de la presente invención, en el que la línea discontinua muestra un ciclo de refrigeración de amoníaco y la línea continua muestra un ciclo de

CO₂ de circulación forzada. El CO₂ líquido producido en un refrigerador de salmuera 3 y un receptor de líquido 4 se suministra a un lado de carga de refrigeración por medio de una bomba de líquido 5 para generar una circulación forzada de CO₂. La capacidad de descarga de la bomba de líquido se determina como igual a o mayor que dos veces el flujo de circulación requerido por el lado de refrigerador en el que el CO₂ de estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado) puede evaporarse con el fin de permitir recuperar CO₂ al refrigerador de salmuera en un estado líquido o estado líquido/gas mixto. Como resultado, incluso si el refrigerador de salmuera está situado en la posición más baja que el refrigerador del lado de carga de refrigeración, puede suministrarse CO₂ líquido al refrigerador del lado de carga de refrigeración y puede devolverse CO₂ al refrigerador de salmuera incluso si se encuentra en un estado líquido o líquido/gas mixto porque puede garantizarse suficiente diferencia de presión entre la salida del refrigerador y la entrada del refrigerador de salmuera 3. (Esto se muestra en la figura 1(A) en la que el ciclo de CO₂ se devuelve antes de entrar en la zona gaseosa).

Por tanto, como el sistema está constituido de manera que el CO₂ de estado líquido o líquido/gas mixto puede devolverse al refrigerador de salmuera que puede permitir una evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado incompletamente evaporado) incluso si no hay suficiente altura hidráulica entre el refrigerador de salmuera y el refrigerador del lado de carga de refrigeración y hay una distancia algo larga entre ellos, el sistema puede aplicarse a todos los sistemas de refrigeración para enfriar una pluralidad de salas (refrigeradores) independientemente del tipo de refrigerador tal como de tipo de alimentación inferior o de tipo de alimentación superior.

En la figura 2 se muestran diversos diagramas de bloques correspondientes. En los dibujos, el símbolo de referencia A es una unidad de máquina que integra una sección de ciclo de refrigeración de amoníaco y una unidad de máquina (aparato de producción de salmuera de CO₂) que integra una sección de intercambio de calor de amoníaco/CO₂ (que incluye un refrigerador de salmuera y una bomba de CO₂) y el símbolo de referencia B es una unidad congeladora para enfriar (congelar) el lado de carga de refrigeración mediante el calor latente de vaporización y el calor sensible de la salmuera de CO₂ (CO₂ líquido) producida en la unidad de máquina A.

A continuación, se explicará la construcción de la unidad de máquina A.

El número de referencia 1 es un compresor. El gas de amoníaco comprimido por el compresor 1 se condensa en un condensador 2, entonces el amoníaco líquido condensado se expande en la válvula de expansión 23 para introducirse a través del conducto 24 en un refrigerador de salmuera de CO₂ 3 para evaporarse en el mismo mientras intercambia calor, y el gas evaporado de amoníaco se introduce en el compresor 1, por tanto se realiza un ciclo de refrigeración de amoníaco (véase la figura 3).

La salmuera de CO₂, después de que el CO₂ de estado líquido/gas se recupere de la unidad congeladora B, se introduce en el refrigerador de salmuera 3, en el que se enfría la mezcla de CO₂ líquido y gaseoso para condensarse mediante intercambio de calor con refrigerante de amoníaco. El CO₂ líquido condensado se almacena en el receptor de líquido 4, entonces se devuelve a la unidad congeladora B por medio de una bomba de líquido 5 que se acciona mediante un motor inversor de velocidad de rotación variable y que puede rotar de manera intermitente.

Se determina un volumen que incluye el volumen del receptor de líquido 4 y el volumen en la tubería a la entrada de la bomba de líquido 5 cuando se detiene el ciclo de salmuera de CO₂, como la suma del volumen de líquido de salmuera de CO₂ recuperado en el receptor de líquido 4 y el volumen de la capa de gas de CO₂ por encima del líquido de salmuera de CO₂, y el nivel de altura de la parte superior de la tubería de elevación se determina como igual o más alto que el del nivel máximo L del líquido de salmuera de CO₂ almacenado en el receptor de líquido 4.

La capa de gas de CO₂ en el receptor de líquido 4 se comunica con la parte superior de la tubería de elevación 90 a través de la tubería de comunicación 100, una parte del líquido de salmuera de CO₂ se devuelve al receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100 cuando se hace funcionar la bomba de líquido y el gas de CO₂ que reside en la parte superior del receptor de líquido 4 fluye a la parte superior de la tubería de elevación 90.

A continuación, se explicará la unidad congeladora B. La unidad congeladora B presenta una línea de salmuera de CO₂ entre el lado de descarga de la bomba de líquido 5 y el lado de entrada del refrigerador de salmuera 3, en la línea están previstos uno o una pluralidad de refrigeradores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado). El CO₂ líquido introducido en la unidad congeladora B se evapora parcialmente en el refrigerador o los refrigeradores 6, y se devuelve CO₂ al refrigerador de salmuera de CO₂ de la unidad de máquina A en un estado líquido o líquido/gas mixto, por tanto se realiza un ciclo de refrigerante secundario de CO₂.

En la figura 2(A), un refrigerador de tipo de alimentación superior 6 y un refrigerador de tipo de alimentación inferior 6 están previstos aguas abajo de la bomba de líquido 5.

Un conducto de alivio 30 dotado de una válvula de seguridad o válvula de regulación de presión 31 está prevista entre los refrigeradores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto y el refrigerador de salmuera 3 con el fin de impedir un aumento de presión no deseado debido a CO₂ gasificado que

puede tender a ocurrir en el refrigerador de tipo de alimentación inferior y un aumento de presión en el arranque además de un conducto de recuperación 53 que está previsto entre los refrigeradores 6 y el refrigerador de salmuera 3. Cuando la presión en los refrigeradores 6 aumenta por encima de una presión predeterminada, la válvula de regulación de presión 31 se abre para permitir que el CO₂ escape a través del conducto de alivio 30.

5 La figura 2(B) es un ejemplo en el que está previsto un único refrigerador de tipo de alimentación superior. En este caso también está previsto un conducto de alivio 30 dotado de una válvula de seguridad o válvula de regulación de presión 31 entre los refrigeradores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto y el refrigerador de salmuera 3 o el receptor de líquido 4 previstos aguas abajo del refrigerador de salmuera con el fin de impedir un aumento de presión en el arranque además de un conducto de recuperación 53 que está previsto entre los refrigeradores 6 y el refrigerador de salmuera 3.

15 La figura 2(C) es un ejemplo en el que una pluralidad de bombas de líquido están previstas en el conducto de alimentación inferior 6 para generar una circulación forzada respectivamente de manera independiente. Además, en el caso del ejemplo, se alimenta a presión salmuera de CO₂ mediante la bomba de líquido para introducirla en la unidad congeladora B a través de la tubería de elevación 90.

20 Con una construcción así, incluso si no hay suficiente altura hidráulica entre el refrigerador de salmuera 3 y el refrigerador del lado de carga de refrigeración 6 y hay una distancia algo larga entre ellos, la cantidad requerida de CO₂ puede hacerse circular de manera forzada. La capacidad de descarga de cada una de las bombas 5 debe estar por encima de dos veces el flujo requerido para cada uno de los refrigeradores 6 con el fin de que pueda recuperarse CO₂ en un estado líquido o líquido/gas mixto.

25 La figura 2(D) es un ejemplo en el que está previsto un único refrigerador de tipo de alimentación inferior. En el caso del ejemplo también se alimenta a presión salmuera de CO₂ mediante la bomba de líquido para introducirla en la unidad congeladora B a través de la tubería de elevación 90.

30 En este caso también está previsto un conducto de alivio 30 dotado de una válvula de seguridad o válvula de regulación de presión 31 entre los refrigeradores 6 y el refrigerador de salmuera 3 con el fin de impedir un aumento de presión debido a CO₂ gasificado y un aumento de presión en el arranque además de un conducto de recuperación 53 que está previsto entre los refrigeradores 6 y el refrigerador de salmuera 3.

35 Haciendo referencia a las figuras 2(A) a 2(D), se explicó una configuración en la que una parte del CO₂ líquido introducido en la unidad congeladora se evapora en el refrigerador 6 y se devuelve al refrigerador de salmuera 3 en la unidad de máquina en un estado líquido o de gas/líquido mixto, también es adecuada una configuración de manera que dicha devolución se haga a la capa de CO₂ en el receptor de líquido 4. Por ejemplo, en la figura 2(E) se muestra una configuración en la que dicha devolución se hace a la capa de CO₂ en el receptor de líquido 4 en el caso de la figura 2 (A).

40 **[Ejemplo 1]**

45 La figura 3 es una representación esquemática del aparato de refrigeración de tipo de circulación de CO₂ forzada en el que la salmuera de CO₂ que ha enfriado una carga de refrigeración con su calor latente de vaporización se devuelve para enfriarse a través del intercambio de calor con refrigerante de amoníaco.

50 En la figura 3, el símbolo de referencia A es una unidad de máquina (aparato de producción de salmuera de CO₂) que integra una parte de ciclo de refrigeración de amoníaco (refrigerador de salmuera 3) y una parte de intercambio de calor de amoníaco/CO₂ (refrigerador de salmuera 3), y B es una unidad congeladora para enfriar (refrigerar) una carga de refrigeración utilizando el calor latente de vaporización de CO₂ enfriado en el lado de unidad de máquina.

A continuación, se explicará la unidad de máquina A.

55 En la figura 4, el número de referencia 1 es un compresor, el gas de amoníaco comprimido por el compresor 1 se condensa en un condensador de tipo evaporación 2 y el amoníaco líquido condensado se expande en una válvula de expansión 23 para introducirse en un refrigerador de salmuera de CO₂ 3 a través de un conducto 24. El amoníaco se evapora en el refrigerador de salmuera 3 mientras intercambia calor con el CO₂ y se introduce en el compresor 1 de nuevo para completar un ciclo de amoníaco. El número de referencia 8 es un sobreenfriador conectado a una tubería de baipás que evita el conducto 24 entre el lado de salida de la válvula de expansión 23 y el lado de entrada del refrigerador de salmuera 3, estando el sobreenfriador 8 integrado en un receptor de líquido de CO₂ 4.

60 La tubería de elevación 90 está prevista en la salida de la bomba de líquido 5. Después de que se recupere gas de CO₂ de la unidad congeladora B a través de la junta 10 aislada, se introduce salmuera de CO₂ en el refrigerador de salmuera 3 para enfriar la salmuera de CO₂, se enfría CO₂ para condensarse a través del intercambio de calor con refrigerante de amoníaco, el CO₂ líquido condensado se introduce en el receptor de líquido 4 para enfriarse mediante el sobreenfriador 8 hasta una temperatura más baja que su temperatura de saturación en el receptor de líquido 4 1 ~

5 grados C.

5 El CO₂ líquido superenfriado se introduce en el lado de unidad congeladora B por medio de una bomba de líquido 5 prevista en un conducto de alimentación de CO₂ 52 y accionada mediante un motor inversor 51 de velocidad de rotación variable.

10 La parte superior de la tubería de elevación 90 se comunica con la capa de gas de CO₂ en la parte superior en el receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100. El líquido de salmuera de CO₂ devuelto al receptor de líquido 4 se controla mediante el tamaño del diámetro de la tubería de comunicación 100 o mediante la válvula de control de flujo 102 de modo que una parte del líquido de salmuera de CO₂ suministrado por la bomba de líquido 5 y una gran parte del mismo se suministra al refrigerador 6. Cuando la bomba de líquido 5 no se encuentra en funcionamiento, el gas de CO₂ que reside en la parte superior en el receptor de líquido 4 se suministra a la parte superior de la tubería de elevación 90.

15 El número de referencia 9 es un conducto de baipás que conecta el lado de salida de la bomba de líquido 5 y el refrigerador de salmuera de CO₂ 3, y 11 es un conducto de eliminación de la toxicidad del amoníaco, que conecta con una boquilla de eliminación de toxicidad 91 desde la que se pulveriza CO₂ líquido o CO₂ líquido/gas mixto del refrigerador de salmuera de CO₂ 3 a espacios por los que el amoníaco puede filtrarse tal como cerca del compresor 1 a modo de válvula de apertura/cierre 911.

20 El número de referencia 12 es un conducto de neutralización a través del cual se introduce CO₂ desde el refrigerador de salmuera de CO₂ 3 hasta el depósito de agua de eliminación de toxicidad 7 para neutralizar amoníaco a carbonato de amonio.

25 El número de referencia 13 es un conducto de extinción de incendios. Cuando se produce un incendio en la unidad, se abre una válvula 131 para permitir pulverizar CO₂ para extinguir el fuego, estando compuesta la válvula 131 como una válvula de seguridad que se abre al detectar un aumento de temperatura o al detectar un aumento de presión anómalo de CO₂ en el refrigerador de salmuera 3.

30 El número de referencia 14 es un conducto de alivio de CO₂. Cuando la temperatura aumenta en la unidad A, se abre una válvula 151 y se permite liberar CO₂ en el refrigerador de salmuera de CO₂ 3 al interior del espacio dentro de la unidad a través de un conducto de inyección 15 que rodea el receptor de líquido 4 para enfriar el espacio. La válvula 151 está compuesta como una válvula de seguridad que se abre cuando la presión en el refrigerador de salmuera aumenta por encima de una presión predeterminada durante el funcionamiento en carga.

35 A continuación, se explicará la unidad congeladora B.

40 En la unidad congeladora B, una pluralidad de refrigeradores de salmuera de CO₂ 6 están situados por encima de un transportador 25 para transferir productos 27 alimenticios que van a congelarse a lo largo de la dirección de transferencia del transportador. El CO₂ líquido introducido a través de la junta 10 térmicamente aislada se evapora parcialmente en los refrigeradores 6, el aire atraído hacia los productos 27 alimenticios por medio de ventiladores refrigeradores 29 se enfría mediante los refrigeradores 6 en su trayecto hacia los productos alimenticios.

45 Los ventiladores refrigeradores 29 se disponen a lo largo del transportador 25 y se accionan mediante motores inversores 261 de modo que puede controlarse la velocidad de rotación.

Unas boquillas de pulverización para descarchado 28 que comunican con una fuente de calor de descarchado están previstas entre los ventiladores refrigeradores 29 y los refrigeradores 6.

50 El CO₂ gas/líquido mixto generado por la evaporación parcial en los refrigeradores 6 vuelve al refrigerador de salmuera de CO₂ 3 en la unidad de máquina A a través de la junta 10 térmicamente aislada, por tanto se realiza un ciclo de refrigerante secundario.

55 Un conducto de alivio 30 dotado de una válvula de seguridad o válvula de regulación de presión 31 está prevista entre los refrigeradores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto y el refrigerador de salmuera 3 o el receptor de líquido 4 previsto aguas abajo del refrigerador de salmuera con el fin de impedir un aumento de presión no deseado debido a CO₂ gasificado y un aumento de presión en el arranque además de un conducto de recuperación para conectar el lado de salida de cada uno de los refrigeradores 6 y el refrigerador de salmuera 3.

60 El funcionamiento del ejemplo de forma de realización de este tipo se explicará con referencia a la figura 4. En la figura 3 y la figura 4, el símbolo de referencia T₁ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ líquido en el receptor de líquido 4, T₂ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ en el lado de entrada de la unidad congeladora B, T₃ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ en el lado de salida de la unidad congeladora B, T₄ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura del espacio en la unidad congeladora B, P₁ es un sensor de presión para detectar la presión en el receptor de líquido 4, P₂ es un

65

sensor de presión para detectar la presión en los refrigeradores 6, P_3 es un sensor de presión para detectar la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido 5, CL es un controlador para controlar el motor inversor 51 para accionar la bomba de líquido 5 y los motores inversores 261 para accionar los ventiladores refrigeradores 29. El número de referencia 20 es una válvula de control de apertura/cierre de una tubería de baipás 81 para suministrar amoniaco al sobreenfriador 8, 21 es una válvula de control de apertura/cierre del conducto de baipás 9 que conecta el lado de salida de la bomba de líquido 5 y el refrigerador de salmuera de CO_2 3.

El ejemplo de forma de realización está compuesto de manera que el controlador CL está previsto para determinar el grado de superenfriamiento comparando temperatura de saturación y la temperatura detectada del CO_2 líquido basándose en las señales procedentes del sensor T_1 y P_1 y puede ajustarse la cantidad de refrigerante de amoniaco introducido en la tubería de baipás 8. De este modo, la temperatura de CO_2 en el receptor de líquido 4 puede controlarse para que sea más baja que la temperatura de saturación $1 \sim 5^\circ\text{C}$.

El sobreenfriador 8 puede proporcionarse fuera del receptor de líquido 4 de manera independiente no necesariamente dentro del receptor de líquido 4.

Con esta composición, todo o una parte del CO_2 líquido en el receptor de líquido 4 puede superenfriarse mediante el sobreenfriador 8 de manera estable hasta una temperatura de un grado de superenfriamiento deseado.

La señal procedente del sensor P_2 que detecta la presión en los refrigeradores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado) se introduce en el controlador CL que controla los motores inversores 51 para ajustar la descarga de la bomba de líquido 5 (incluyendo el ajuste un ajuste continuo de la descarga y descarga intermitente), y puede realizarse un suministro estable de CO_2 a los refrigeradores 6 a través del control del inversor 51.

Además, el controlador CL controla también el motor inversor 261 basándose en la señal procedente del sensor P_2 , y la velocidad de rotación del ventilador refrigerador 29 se controla junto con la de la bomba de líquido 5 de modo que el flujo de CO_2 líquido y el flujo de aire de enfriamiento se controlan de manera adecuada.

La bomba de líquido 5 para alimentar salmuera de CO_2 al lado de unidad congeladora B descarga de 3 ~ 4 veces la cantidad de salmuera de CO_2 requerida por el lado de carga de refrigeración (lado de unidad congeladora B) para generar una circulación forzada de salmuera de CO_2 , y los refrigeradores 6 se llenan con CO_2 líquido y la velocidad de CO_2 líquido aumenta por la utilización del inversor 51 dando como resultado un rendimiento de transmisión de calor aumentado.

Además, como se hace circular CO_2 líquido de manera forzada por medio de la bomba de líquido 5 de descarga variable (con motor inversor) que presenta una capacidad de descarga de 3 ~ 4 veces el flujo necesario para el lado de carga de refrigeración, la distribución de CO_2 fluido a los refrigeradores 6 puede realizarse bien incluso en el caso de que estén previstos una pluralidad de refrigeradores.

Además, cuando disminuye el grado de superenfriamiento cuando se arranca o la carga de refrigeración varía y la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba 5 disminuye y tiene lugar un estado de cavitación, el sensor P_3 que detecta la diferencia de presión detecta que la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba ha disminuido, el controlador CL permite que se abra la válvula de control de apertura/cierre 21 en el conducto de baipás 9 y se desvía el CO_2 hacia el refrigerador de salmuera 3 para enfriar la salmuera de CO_2 , como resultado puede licuarse el gas del estado de gas/fluido mixto de CO_2 en un estado de cavitación.

Dicho control puede realizarse en el ciclo de amoniaco de tal modo que, cuando el grado de superenfriamiento disminuye cuando se arranca o la carga de refrigeración varía y la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba 5 disminuye y tiene lugar un estado de cavitación, el sensor de presión P_3 detecta que la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido 5 ha disminuido, el controlador CL controla una válvula de control para descargar el compresor 1 (compresor de tipo desplazamiento) para permitir que la temperatura aparente de saturación de CO_2 aumente para garantizar el grado de superenfriamiento.

A continuación, se explicará el procedimiento de funcionamiento del ejemplo de forma de realización con referencia a la figura 5.

En primer lugar se hace funcionar el compresor 1 en el lado de ciclo de amoniaco para enfriar el CO_2 líquido en el refrigerador de salmuera 3 y el receptor de líquido 4. En el arranque, la bomba de líquido 5 se hace funcionar de manera intermitente/cíclica.

Concretamente, la bomba de líquido 5 se hace funcionar al $0\% \rightarrow 100\% \rightarrow 60\% \rightarrow 0\% \rightarrow 100\% \rightarrow 60\%$ de la velocidad de rotación. En este caso, el 100% de la velocidad de rotación significa que la bomba se acciona mediante el motor inversor con la frecuencia de la propia fuente de alimentación, y el 0% significa que se detiene el funcionamiento de la bomba. Funcionando de este modo, puede evitarse que la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba llegue a ser mayor que la presión de diseño.

En primer lugar se hace funcionar la bomba al 100%, cuando la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba alcanza el valor de funcionamiento a plena carga (altura de bomba a plena carga), se reduce al 60%, entonces se detiene el funcionamiento de la bomba de líquido un período de tiempo predeterminado, tras esto se hace funcionar de nuevo al 100%, cuando la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba alcanza el valor de funcionamiento a plena carga (altura de bomba a plena carga), se reduce al 60%, después se cambia a funcionamiento normal mientras se aumenta la frecuencia de conversión para aumentar la velocidad de rotación de la bomba.

Funcionando de este modo, puede eliminarse la aparición de un aumento de presión no deseado, un aumento de presión por encima de la presión de diseño de la bomba, ya que el funcionamiento del sistema se inicia en un estado de temperatura normal también en caso de que la capacidad de descarga de la bomba de líquido se determine mayor de 2 veces, preferiblemente de 3 ~ 4 veces el flujo de circulación forzada requerido por los refrigeradores que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o líquido/gas mixto (estado imperfectamente evaporado).

Como la parte superior de la tubería de elevación 90 se comunica con la capa de gas de CO₂ en el receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100 y la cantidad de líquido de salmuera de CO₂ devuelto se controla controlando el tamaño de diámetro de la tubería de comunicación 100 y abriendo/cerrando la válvula de control de flujo 102, la carga de refrigeración puede ajustarse como se desee.

A la hora de higienizar la unidad congeladora tras finalizar la operación de congelación, el CO₂ en la unidad congeladora B debe recuperarse al receptor de líquido 4 por medio del refrigerador de salmuera 3 de la unidad de máquina. La operación de recuperación puede controlarse detectando la temperatura de CO₂ líquido en el lado de entrada y la del CO₂ gaseoso en el lado de salida de los refrigeradores 6 mediante el sensor de temperatura T₂, T₃ respectivamente, captando mediante el controlador CL la diferencia de temperatura entre las temperaturas detectadas por T₂ y T₃, y valorando la cantidad restante de CO₂ en la unidad congeladora B. Es decir, se valora que esa recuperación es completa cuando la diferencia de temperatura pasa a ser cero.

La operación de recuperación puede controlarse también detectando la temperatura del espacio en la unidad congeladora y la presión de CO₂ en el lado de salida del refrigerador 3 mediante el sensor de temperatura T₄ y el sensor de presión P₃ respectivamente, comparando la temperatura de espacio detectada por el sensor T₄ con la temperatura de saturación de CO₂ a la presión detectada por el sensor P₃, y valorando basándose en la diferencia entre la temperatura de saturación y la temperatura de espacio detectada si queda o no CO₂ en la unidad congeladora B.

En caso de que los refrigeradores 6 sean de tipo de descarchado por agua esparcida, el tiempo que se necesita para la recuperación de CO₂ puede acortarse utilizando el calor del agua esparcida. En este caso, es adecuado realizar un control de descarchado en el que se controla la cantidad de agua de aspersión mientras se monitoriza la presión de CO₂ en el lado de salida de los refrigeradores 6 detectados por el sensor P₂.

Además, como los productos alimenticios se manipulan en la unidad congeladora B, puede realizarse una esterilización a alta temperatura de la unidad cuando finaliza una operación. Así, las partes que conectan los conductos de CO₂ de la unidad de máquina A con los de la unidad congeladora B utilizan juntas térmicamente aisladas hechas de materiales de baja conducción de calor tal como vidrio reforzado, etc. de modo que no se conduce calor a los conductos de CO₂ de la unidad de máquina A a través de las partes que las conectan.

Cuando finaliza la refrigeración y se para el funcionamiento de la bomba de líquido 5, se introduce gas de CO₂ en la parte superior de la tubería de elevación 90 desde la capa de gas de CO₂ en el receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100 tan pronto como se para la bomba de líquido 5. Por tanto, se interrumpe la circulación de CO₂ líquido, el CO₂ que reside en la parte ascendente aguas arriba de la parte que conecta la tubería de comunicación 100 se equilibra con el gas de CO₂ en el receptor de líquido 4 en un nivel de líquido 110, el CO₂ líquido que ya ha pasado la parte superior de la tubería de elevación 90 alcanza el refrigerador 6, donde recibe calor para descarchado y esterilización a alta temperatura y se evapora rápidamente y se recupera a la bomba de líquido 5. Por tanto, se elimina el riesgo de que tenga lugar una evaporación explosiva (ebullición) de CO₂ líquido por la completa recuperación del CO₂ líquido sin retraso, mientras que puede tener lugar si queda CO₂ líquido en el recorrido de circulación cerca del refrigerador 6 a la hora de llevar a cabo el descarchado por pulverización de agua y la esterilización a alta temperatura.

[Ejemplo de forma de realización 2]

A continuación, se explicará la segunda forma de realización de la presente invención aplicada a una fábrica de hielo con referencia a la figura 7.

Esta forma de realización consiste en una unidad de condensador de tipo evaporación A1 para NH₃, una unidad de máquina A2 y una sala de fabricación de hielo B. Todas las unidades se instalan al nivel del suelo (sobre el terreno) y no hay diferencia alguna entre ellos en nivel de altura desde el terreno.

En la figura 7, GL significa que todas de la unidad A1, unidad A2 y sala B se instalan al nivel del suelo. La unidad de condensador de tipo evaporación de NH_3 A1 es una máquina de refrigeración de amoníaco que comprende un compresor de amoníaco 1, un condensador de tipo evaporación 2, una válvula de expansión 23 y un refrigerador de salmuera 3, estando situados a una posición alta cerca del techo de la unidad de condensador de tipo evaporación A. El gas de amoníaco comprimido por el compresor se enfría en el condensador de tipo evaporación 2 que se enfría mediante agua esparcida y aire soplado por un ventilador de enfriamiento 2a, el amoníaco líquido condensado se expande en la válvula de expansión 23 para introducirse en el refrigerador de salmuera 3 en el que se enfría salmuera de CO_2 mediante el calor latente de la vaporización del amoníaco introducido en el mismo.

La unidad de máquina A2 está situada adyacente a la unidad de condensador de tipo evaporación A1 al mismo nivel del suelo pero está formada para presentar un techo colocado un poco más bajo que el de la unidad de condensador de tipo evaporación A1. La unidad de máquina contiene un receptor de líquido 4 para recibir el amoníaco líquido enfriado y condensado en el refrigerador de salmuera 3 contenido en la unidad de condensador de tipo evaporación A1, una bomba de salmuera 5 de velocidad de rotación variable y una tubería de elevación 90. La tubería de elevación 90 está formada de manera que su parte superior discurre en una posición más alta que el nivel de líquido en el receptor de líquido 4 y a nivel con o un poco más baja que la parte superior de una tubería de retorno 53 para devolver CO_2 desde la sala de fabricación de hielo B hasta el refrigerador de salmuera 3, discurren la parte superior de la tubería de retorno 53 en una posición a nivel con o un poco más alta que la parte superior del refrigerador de salmuera 3.

Básicamente, es permisible que el nivel de la parte superior de la tubería de elevación 90 sea más alto que el nivel de líquido máximo en el refrigerador de salmuera 3. En la forma de realización, la parte superior de la tubería de elevación 90 discurre por el canal bajo el tejado por el que discurre la parte superior de la tubería de retorno 53, diseñándose la tubería de retorno 53 en consideración de la altura de descarga real de la bomba de salmuera 5 y la pérdida de presión en la tubería de retorno.

El volumen del receptor de líquido 4 incluyendo el volumen en la tubería que conecta con la entrada de la bomba de líquido 5 se determina de modo que queda hueco para gas de CO_2 en la parte superior en el receptor de líquido 4 además del CO_2 líquido en el ciclo de salmuera cuando se detiene el funcionamiento del ciclo de salmuera de CO_2 .

La bomba de salmuera 5 es una bomba de líquido para permitir la circulación forzada de CO_2 y su capacidad de descarga se determina por lo menos igual a o mayor de 2 veces el flujo de circulación requerido por el lado del refrigerador de modo que se recupera CO_2 de la salida del refrigerador en el lado de carga de refrigeración en un estado de líquido o en un estado sustancialmente líquido aunque mezclado con CO_2 gaseoso.

Concretamente, la bomba de salmuera 5 se acciona para conseguir una altura de descarga para superar la altura de CO_2 líquido en la tubería y la pérdida de presión en la tubería, y está situada de modo que se garantiza suficiente presión de succión. La presión en el lado de succión de la bomba 5 debe estar por encima de la presión de saturación incluso cuando la bomba está funcionando a descarga máxima, y es necesario que el receptor de líquido 4 que contiene CO_2 superenfriado esté situado en una posición por lo menos más alta que el lado de succión de la bomba.

Aunque la sala de fabricación de hielo B está a distancia de la unidad de máquina A2 y la unidad de condensador de tipo evaporación A1, se instalan al mismo nivel del suelo. En la sala de fabricación de hielo se ubica un depósito de salmuera de cloruro de calcio 71 en el que se aloja un serpentín de espina de pez (*herringbone*) 6A (evaporador) para salmuera de CO_2 . Se suministra CO_2 líquido al serpentín 6A (evaporador) a través de la tubería de elevación 90 y una válvula de líquido 72. El CO_2 líquido se evapora en el serpentín 6A y enfría la salmuera de cloruro de calcio en el depósito 71 con el calor latente de vaporización del mismo y vuelve en un estado de gas/líquido mixto al refrigerador de salmuera 3 de la unidad de condensador de tipo evaporación A1 a través de la tubería de retorno 53 que discurre por el canal 73 bajo el tejado situado en una posición más alta que el refrigerador de salmuera 3.

A continuación, se explicará el funcionamiento del aparato. En la unidad de condensador de tipo evaporación A1, se condensa gas de amoníaco comprimido por el compresor 1 en el condensador de tipo evaporación 2, el amoníaco líquido condensado se expande en la válvula de expansión para introducirse en el refrigerador de salmuera 3 en el que se evapora el amoníaco mientras intercambia calor con el CO_2 , entonces el amoníaco evaporado se introduce de nuevo en el compresor para completar un ciclo de refrigeración de amoníaco.

Por otro lado, en un ciclo de CO_2 en el refrigerador de salmuera y la sala de fabricación de hielo, se enfría y condensa CO_2 a través de intercambio de calor con el refrigerante de amoníaco en el refrigerador de salmuera 3, entonces el CO_2 líquido condensado se introduce en el receptor de líquido 4 y se enfría mediante un sobreenfriador en el receptor de líquido 4 (véase la figura 3) hasta una temperatura más baja que la temperatura de saturación del CO_2 en $1 \sim 5^\circ\text{C}$.

Como el caudal de circulación forzada de la bomba de líquido de salmuera 5 se determina como dos veces o más de la requerida por el refrigerador 6, el CO_2 líquido superenfriado puede alimentarse fácilmente a presión mediante la

bomba de salmuera 5 contra la altura de líquido neta real hasta la parte superior de la tubería de elevación 90.

El CO₂ líquido superenfriado se introduce en el refrigerador (serpentin de espina de pez) 6A de la sala de fabricación de hielo mediante la altura hidráulica (proceso de suministro de CO₂ líquido desde el refrigerador de salmuera 3 hasta el refrigerador 6A).

Se enfría salmuera de cloruro de calcio en el refrigerador 6A mediante el calor latente de vaporización del CO₂ líquido. Como la descarga de la bomba de salmuera 5 se determina como por lo menos 2 veces o más el flujo de circulación requerido por el lado de refrigerador 6A, no ocurre que toda la salmuera de CO₂ se evapore en el refrigerador 6A incluso a plena carga de refrigeración, y puede devolverse salmuera de CO₂ al refrigerador de salmuera 3 en un estado líquido o estado líquido/gas mixto a través de la tubería de retorno 53 de la que la parte superior discurre por un canal previsto en una posición más alta que el refrigerador de salmuera 3 bajo el tejado.

Es decir, como la circulación forzada de salmuera de CO₂ desde el refrigerador de salmuera 3 a través del refrigerador (serpentin de espina de pez) 6A hasta el refrigerador de salmuera 3 se realiza por medio de la bomba de salmuera líquida 5, pueden reducirse los diámetros de la tubería de elevación 90 y la tubería de retorno 53 y las tuberías pueden estar previstas para discurrir por el canal situado bajo el tejado en una posición más alta que el refrigerador de salmuera 3 con el refrigerador 6A situado en el suelo. Por tanto, no es necesario que la tubería discurra extendiéndose alrededor del refrigerador 6A y

En cuanto a las acciones de la tubería de elevación 90 y la tubería de comunicación 100, son las mismas que las explicadas en el ejemplo de forma de realización 1.

[Ejemplo de forma de realización 5]

La figura 8 representa la tercera forma de realización de la presente invención. La forma de realización se refiere a un almacén de refrigeración. En el dibujo, la unidad de condensador de tipo evaporación de (NH₃) y la unidad de receptor de la figura 12 están unidas en la unidad de exterior A, y una máquina frigorífica de aire de tipo suspendido 6B de tipo de salmuera de CO₂ está prevista en un almacén de refrigeración B. Una tubería de elevación 90 está prevista para conectar una bomba de salmuera 5 situada en la unidad de exterior A a la máquina frigorífica de aire 6B en el almacén de refrigeración B. Tanto la unidad de exterior A como el depósito de refrigeración B están instalados al nivel del suelo (sobre el terreno).

La unidad de exterior A contiene un compresor de amoníaco 1, un condensador de tipo evaporación 2, una válvula de expansión 23 y un refrigerador de salmuera 3 para realizar un ciclo de refrigeración de amoníaco, y un receptor de líquido 4 y una bomba de líquido de salmuera 5 está prevista por debajo del refrigerador de salmuera 3. El orificio de descarga de la bomba 5 está conectado a la máquina frigorífica de aire 6B en el almacén de refrigeración B por medio de una tubería de elevación 90.

La máquina frigorífica de aire 6B está situada cerca del techo del almacén de refrigeración B en una posición más alta que el refrigerador de salmuera y la parte superior de la tubería de elevación 90 discurre a lo largo de una posición de altura igual o más alta que la tubería de retorno para devolver la salmuera de CO₂ desde la máquina frigorífica de aire 6B hasta el refrigerador de salmuera 3.

La configuración de la forma de realización es similar a la de la forma de realización de la figura 12 excepto por el punto mencionado anteriormente, pero en esta forma de realización, la máquina frigorífica de aire 6B es una máquina frigorífica de aire de tipo suspendido de tipo de salmuera de CO₂ que cuelga del techo y está situada en una posición más alta que el refrigerador de salmuera. El sistema según la invención puede aplicarse incluso en caso de que la máquina frigorífica de aire 6B esté situada en una posición más alta que el refrigerador de salmuera 3 de este tipo sin problemas. En la figura 8, GL significa que la unidad A y B están al nivel del suelo.

[Ejemplo de forma de realización 4]

La figura 9 representa la cuarta forma de realización de la presente invención. En esta forma de realización, la unidad de condensador de tipo evaporación de (NH₃) y la unidad de receptor de la figura 12 están unidas como una unidad de exterior A y situadas en el techo de un almacén de congelación B que contiene un congelador de tipo de salmuera de CO₂ (máquina frigorífica de tipo congelador) en una fábrica de refrigeración. Una bomba de salmuera 5 situada en la unidad de exterior A está conectada a la máquina frigorífica de aire 6C por medio de una tubería de elevación 90. La parte superior de la tubería de elevación 90 discurre a lo largo de una posición de altura más alta que la posición de montaje del refrigerador de salmuera 3 y aproximadamente al mismo nivel de altura que una tubería de retorno 53 para devolver salmuera de CO₂ desde el refrigerador 6C hasta el refrigerador de salmuera 3.

La configuración de la forma de realización es similar a la de otras formas de realización excepto por el punto mencionado anteriormente, pero en esta forma de realización, la máquina frigorífica de tipo congelador 6B en el almacén de congelación B está situada en una posición más baja que el refrigerador de salmuera en la unidad de exterior A que está situado en el techo del almacén congelador B. Tanto la parte superior de la tubería de elevación

90 como la tubería de retorno 53 están situadas para discurrir a lo largo de una posición de altura más alta que el nivel de CO₂ líquido máximo en el receptor de líquido 4, preferiblemente más alta que el refrigerador de salmuera 3. En la figura 14, techo y GL significan respectivamente el nivel del techo y el nivel del suelo.

5 **[Ejemplo de forma de realización 5]**

El ejemplo 5 mostrado en la figura 10 es un caso en el que el refrigerador 6 está situado en la primera planta y una unidad de condensador de tipo evaporación A1 y una unidad de máquina A2 están situadas en una sala de máquinas prevista en la cuarta planta.

10 En el ejemplo 5, la unidad de condensador de tipo evaporación de (NH₃) A1 comprende un compresor de amoníaco, un evaporador condensador, una válvula de expansión no mostrada en el dibujo, y el refrigerador de salmuera 3 está previsto en la unidad de máquina A2, por tanto se compone un ciclo de refrigeración de amoníaco.

15 La unidad de máquina A2 está situada adyacente a la unidad de condensador de tipo evaporación A1. La unidad de máquina A2 comprende el receptor de líquido 4 para recibir CO₂ enfriado y licuado en el refrigerador de salmuera 3, la bomba de líquido de velocidad variable 5 y la tubería de elevación 90. La parte superior de la tubería de elevación 90 está colocada en una posición de altura más alta que la del receptor de líquido 4. La parte superior se comunica con la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4 a través de la tubería de comunicación 100, y la válvula de control de flujo 102 está acoplada a la tubería de comunicación 100.

20 El líquido de salmuera de CO₂ fluye a presión de descarga de la bomba de líquido 5 situada por debajo del receptor de líquido 4 a través de una tubería de suministro de líquido 54 y a través de cada una de las válvulas 72 al interior de cada uno de los refrigeradores 6. Una parte de líquido de salmuera de CO₂ se evapora en los refrigeradores 6, y el CO₂ de estado gas/líquido mixto vuelve al receptor de líquido 4 a través de una tubería de retorno 53.

En cuanto a la acción de la tubería de elevación 90 y la tubería de comunicación 100, ya se explicó en el ejemplo 1.

30 En este ejemplo 5, el refrigerador de salmuera 3 está situado en una posición de altura más alta que la del receptor de líquido 4, y el CO₂ recuperado de las salidas de los refrigeradores 6 se devuelve a la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4, no al refrigerador de salmuera. La capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4 se comunica con el refrigerador de salmuera 3 a través de una tubería 104 de modo que la salmuera de CO₂ condensada y licuada se almacena en el receptor de líquido 4.

35 Como el CO₂ recuperado de las salidas de los refrigeradores 6 se encuentra en un estado líquido o gas/líquido mixto, aumenta la resistencia al flujo en el refrigerador de salmuera 3 y la bomba de líquido 5 se carga excesivamente debido a la presión de descarga aumentada. Devolviendo el CO₂ de estado líquido o gas/líquido mixto a la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4, puede reducirse la presión de vuelta (presión de descarga) de la bomba de líquido 5. Además, puede llevarse a cabo un ciclo de condensación comunicando la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4 con el refrigerador de salmuera 3 a través de la tubería 104 para condensar y licuar el CO₂ de la capa de gas de CO₂ 4a en el receptor de líquido 4, y devolver el CO₂ licuado al receptor de líquido 4 a través de una tubería 106 para almacenarse en el receptor de líquido 4, de modo que pueda llevarse a cabo la condensación y licuefacción de CO₂ también en caso de no devolver el CO₂ líquido al refrigerador de salmuera 3.

45 **Aplicabilidad industrial**

50 Tal como se ha descrito anteriormente, según la presente invención, un ciclo de refrigeración de amoníaco, un refrigerador de salmuera para enfriar y licuar el CO₂ utilizando el calor latente de la vaporización del amoníaco y un aparato de producción de salmuera de CO₂ que presenta una bomba de líquido en el conducto de suministro de CO₂ para suministrar CO₂ al lado de carga de refrigeración están unidos en una única unidad, y el ciclo de amoníaco y el ciclo de salmuera de CO₂ pueden combinarse sin problemas incluso cuando la carga de refrigeración tal como un expositor de refrigeración, etc. está situada en cualquier lugar según las circunstancias de la comodidad del cliente.

55 Además, según la presente invención, el ciclo de circulación de CO₂ puede formarse independientemente de la posición del refrigerador del lado de ciclo de CO₂, tipo del mismo (tipo de alimentación inferior o tipo de alimentación superior), y el número de los mismos y, además, incluso cuando el refrigerador de salmuera está situado en una posición más baja que el refrigerador de lado de carga de refrigeración.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂, que comprende:

- 5 un aparato (1) que funciona con un ciclo de refrigeración de amoníaco;
un refrigerador de salmuera (3) para enfriar y condensar CO₂ utilizando el calor latente de la vaporización del amoníaco;
10 un receptor de líquido (4) adaptado para recibir salmuera de CO₂ enfriada en dicho refrigerador de salmuera (3);
un intercambiador de calor (6) adaptado para intercambiar el calor de la salmuera de CO₂ licuada que pasa a través del intercambiador de calor (6) con una carga de refrigeración, de modo que la carga de refrigeración se enfría; y
15 una bomba de líquido (5) prevista en un conducto de suministro (52) para hacer circular de manera forzada la salmuera de CO₂ enfriada y licuada al intercambiador de calor (6);

caracterizado porque comprende

- 20 una tubería de elevación (90) situada entre dicha bomba de líquido (5) y el intercambiador de calor (6), discurriendo la parte superior de la tubería de elevación (90) a lo largo de una posición de altura igual a o más alta que el nivel de CO₂ líquido máximo reservado en el receptor de líquido (4);
una tubería de comunicación (100) que conecta la parte superior de la tubería de elevación (90) a la capa de gas de CO₂ en dicho receptor de líquido (4);
25 una válvula de control de flujo (102) prevista en dicha tubería de comunicación (100);
un inversor (51) de velocidad de rotación variable para accionar la bomba de líquido;
30 un sensor de presión (P₂) para detectar la presión en el intercambiador de calor (6); y
un controlador para controlar el inversor para ajustar la cantidad de descarga de salmuera de CO₂ licuada de la bomba de líquido (5) basándose en una señal procedente del sensor de presión, de modo que el CO₂ recuperado de la salida del intercambiador de calor (6) vuelva al refrigerador de salmuera (3) o al receptor de líquido (4) en un estado líquido o de gas/líquido mixto sin estar completamente evaporado.
35

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el volumen del receptor de líquido (4) incluyendo el volumen en la tubería que conecta con la entrada de la bomba de líquido (5) se determina de modo que quede espacio para gas de CO₂ por encima del CO₂ líquido recuperado al receptor de líquido (4) cuando se detiene el funcionamiento del ciclo de salmuera de CO₂.
40

3. Sistema según la reivindicación 1, en el que está previsto un sobreenfriador (8) para superenfriar por lo menos una parte del CO₂ líquido en el receptor de líquido (4), con el fin de mantener el CO₂ líquido en un estado superenfriado en la entrada de la bomba de líquido (5).
45

4. Sistema según la reivindicación 3, en el que además están previstos un sensor de presión (P1) y un sensor de temperatura (T1) para detectar la presión y temperatura de CO₂ en el receptor de líquido (4), y un controlador (CL) para determinar el grado de superenfriamiento comparando la temperatura de saturación de CO₂ a la presión detectada con la temperatura detectada, y en el que el flujo de amoníaco introducido en el sobreenfriador (8) se controla mediante una señal procedente de dicho controlador (CL).
50

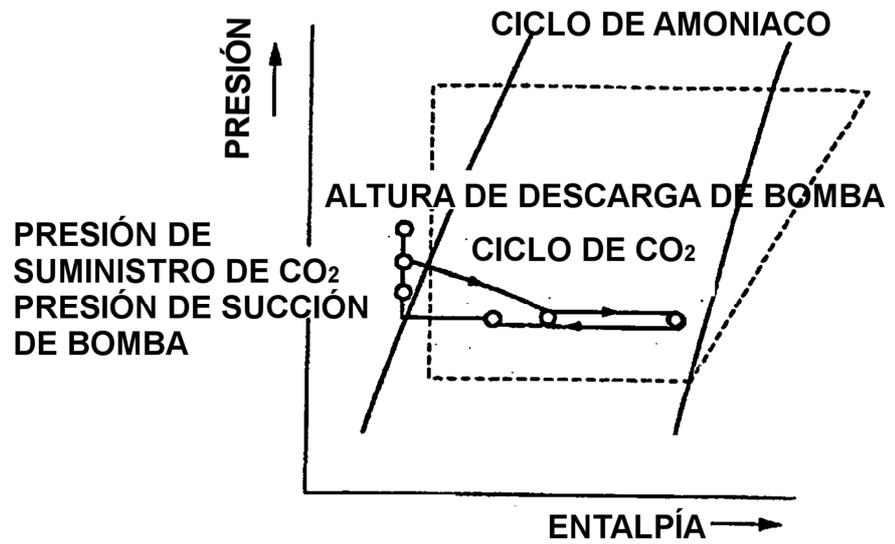
5. Sistema según la reivindicación 1, en el que está previsto un sensor de presión (P3) para detectar una diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba de líquido (5), y en el que la bomba de líquido (5) está compuesta, de modo que pueda conseguir una altura de descarga igual o superior a la suma de la altura real de la bomba de líquido (5) a la parte superior de la tubería de elevación (90) y la pérdida de altura en las tuberías.
55

6. Sistema según la reivindicación 1, en el que el receptor de líquido (4) que recibe CO₂ líquido superenfriado a cualquier tasa está situado en una posición más alta que el lado de succión de la bomba de líquido (5).
60

7. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho refrigerador de salmuera (3) está situado en una posición de altura más alta que la de dicho receptor de líquido (4), se devuelve el CO₂ de estado líquido o de gas/líquido mixto recuperado de la salida de dicho intercambiador de calor (6) a la capa de gas de CO₂ de dicho receptor de líquido (4) y la capa de gas de CO₂ de dicho receptor de líquido (4) se comunica con dicho refrigerador de salmuera (3), de modo que se devuelva la salmuera de CO₂ condensada y licuada en dicho refrigerador de salmuera (3) a dicho receptor de líquido (4) para que se almacene en el mismo.
65

FIG. 1

(A)



(B)

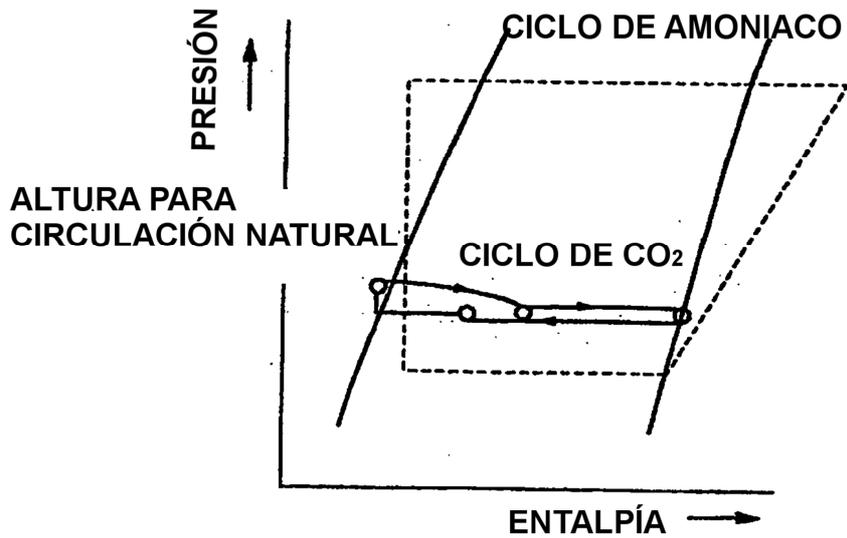


FIG. 2

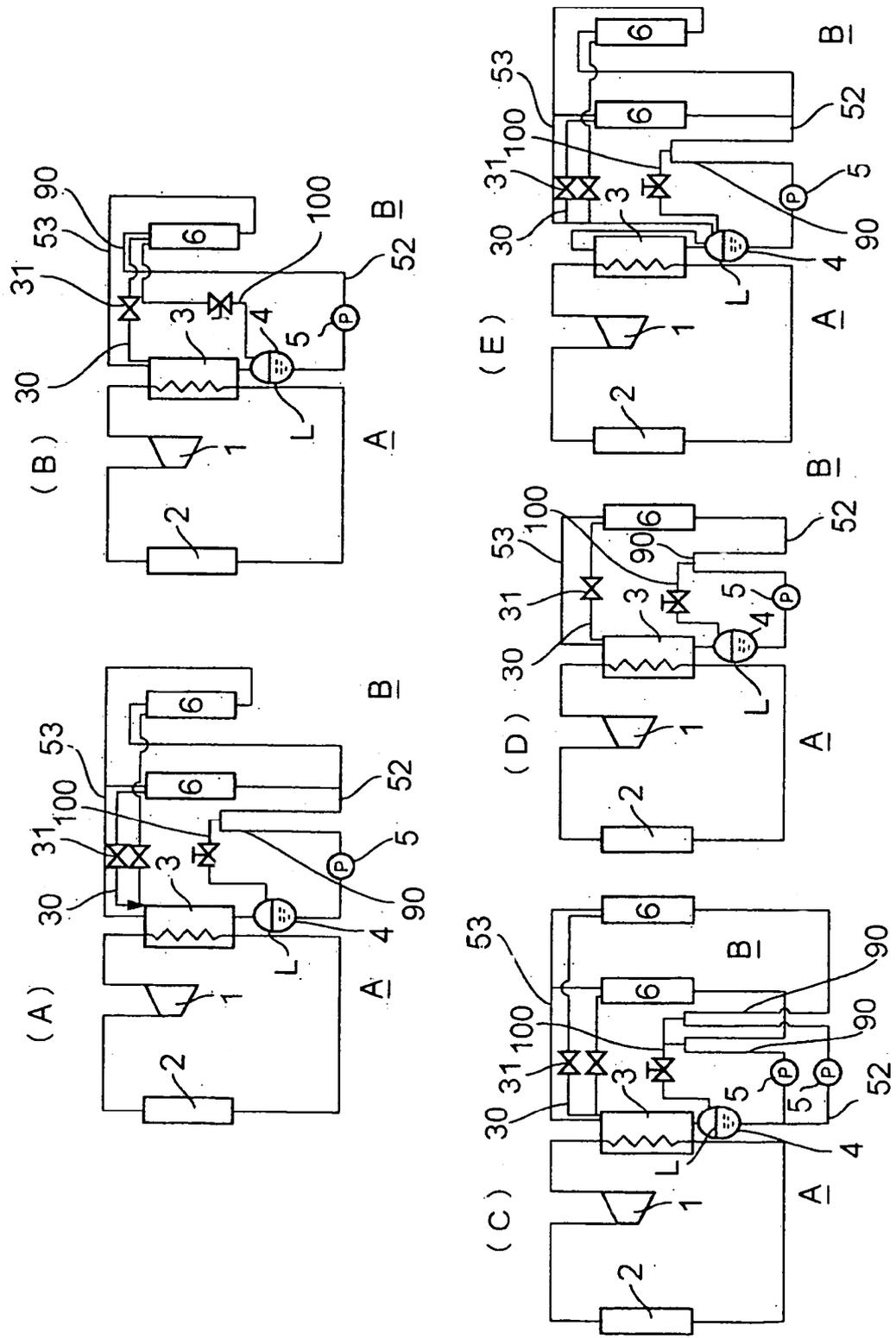


FIG. 3

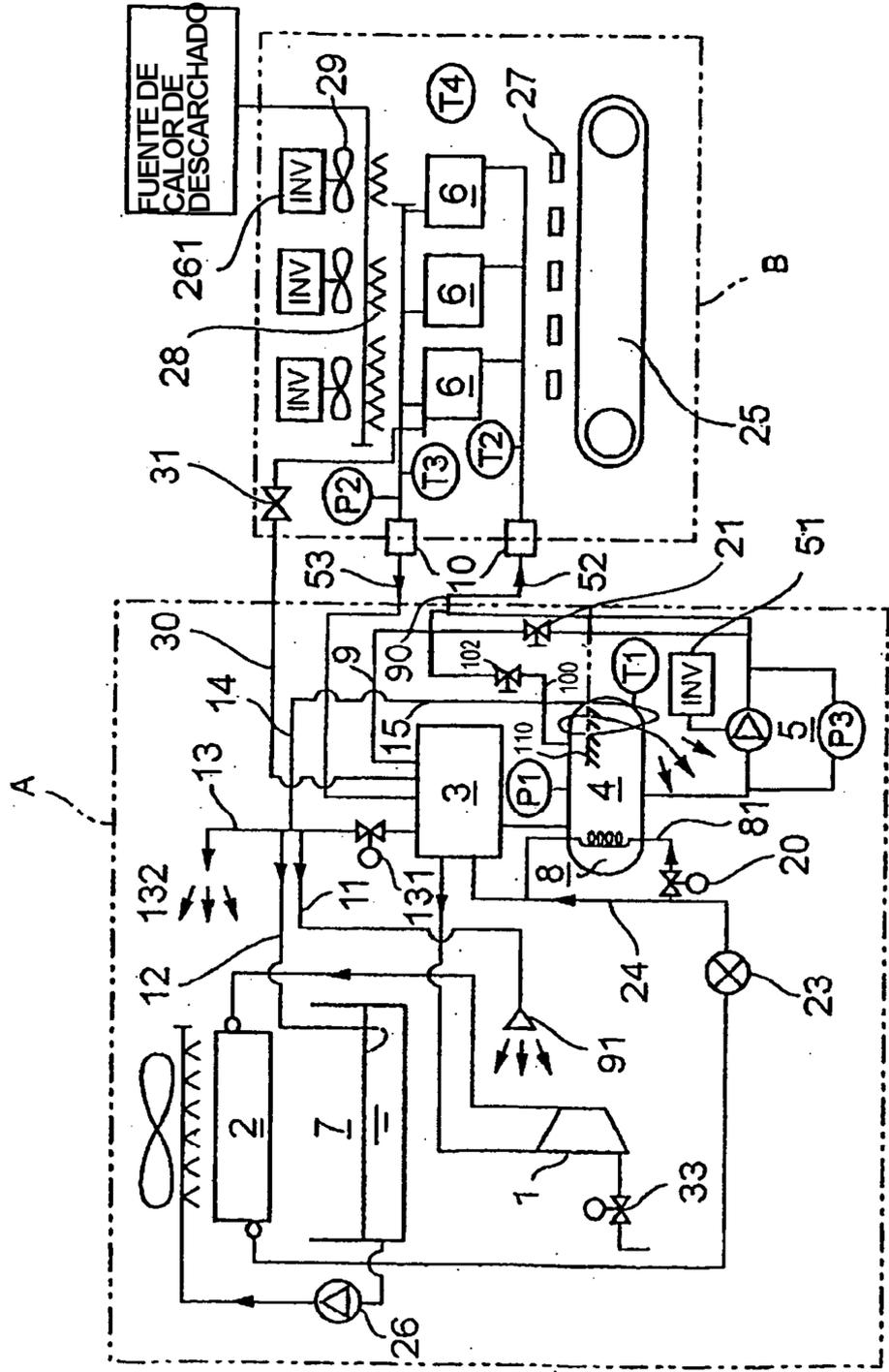


FIG. 4

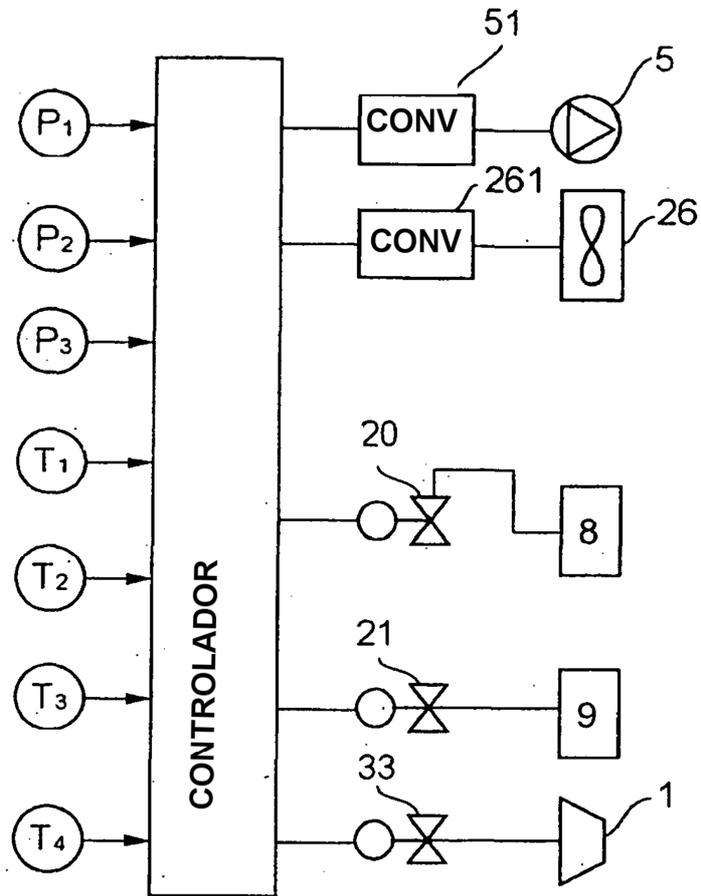


FIG. 5

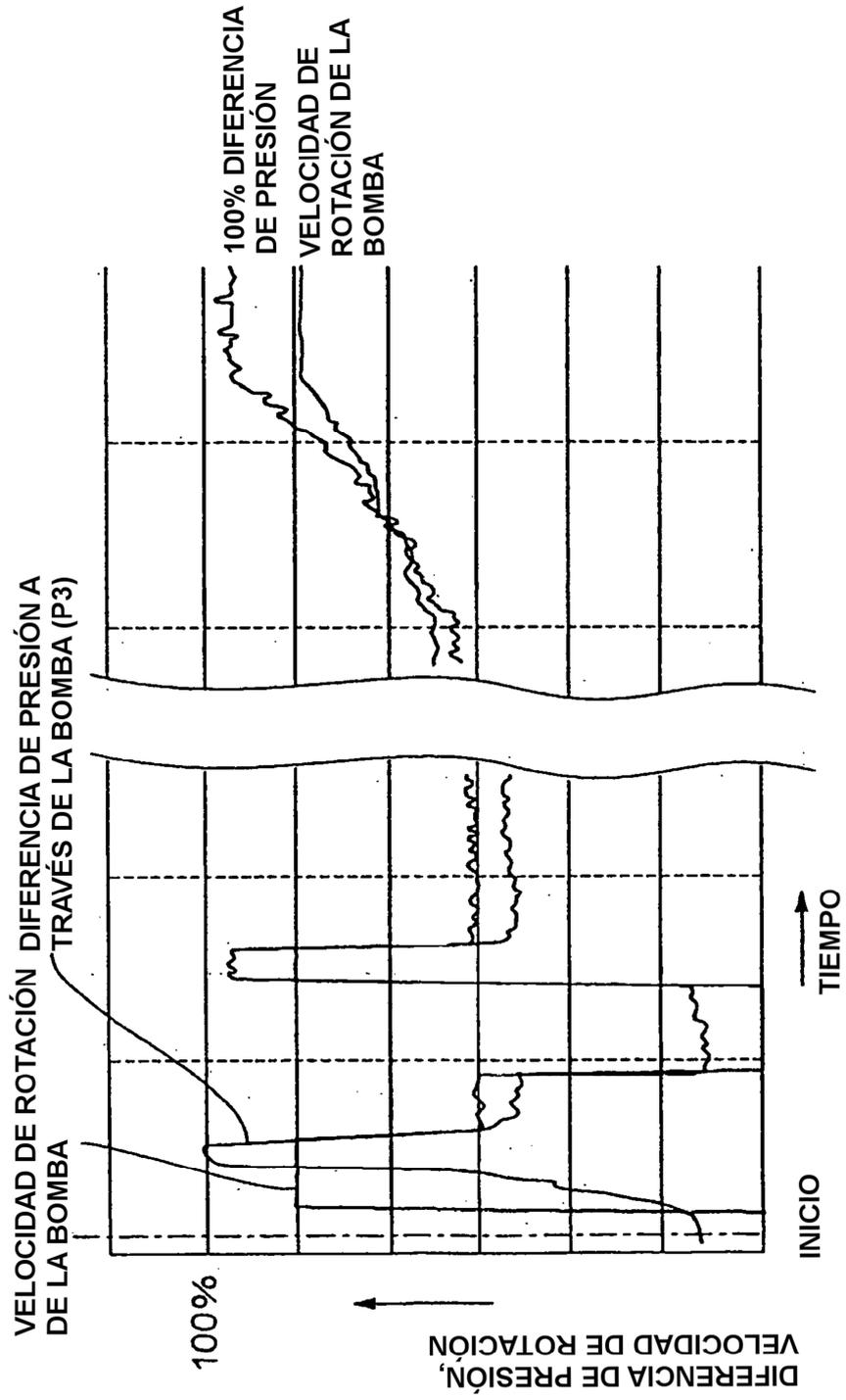


FIG. 6

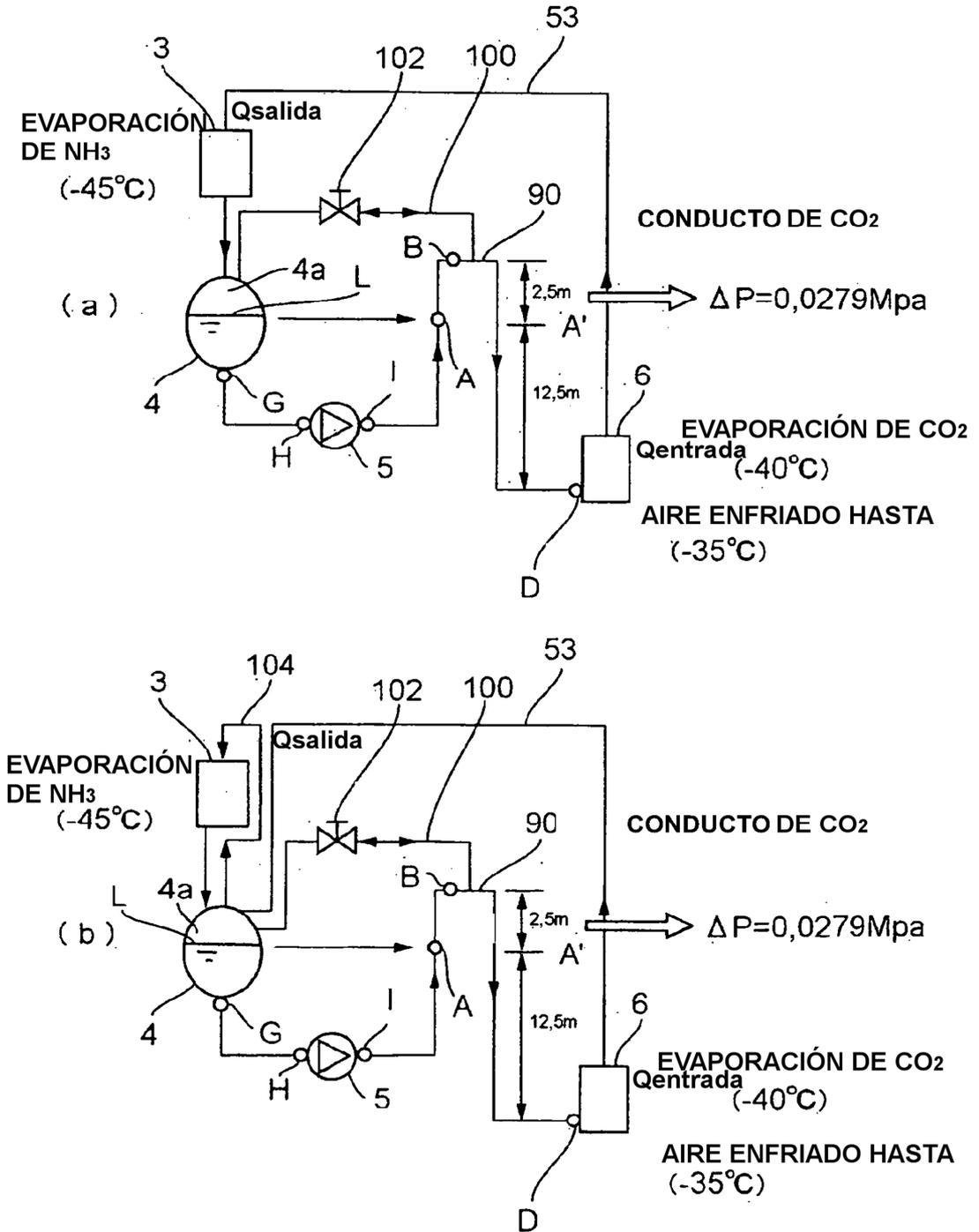


FIG. 7

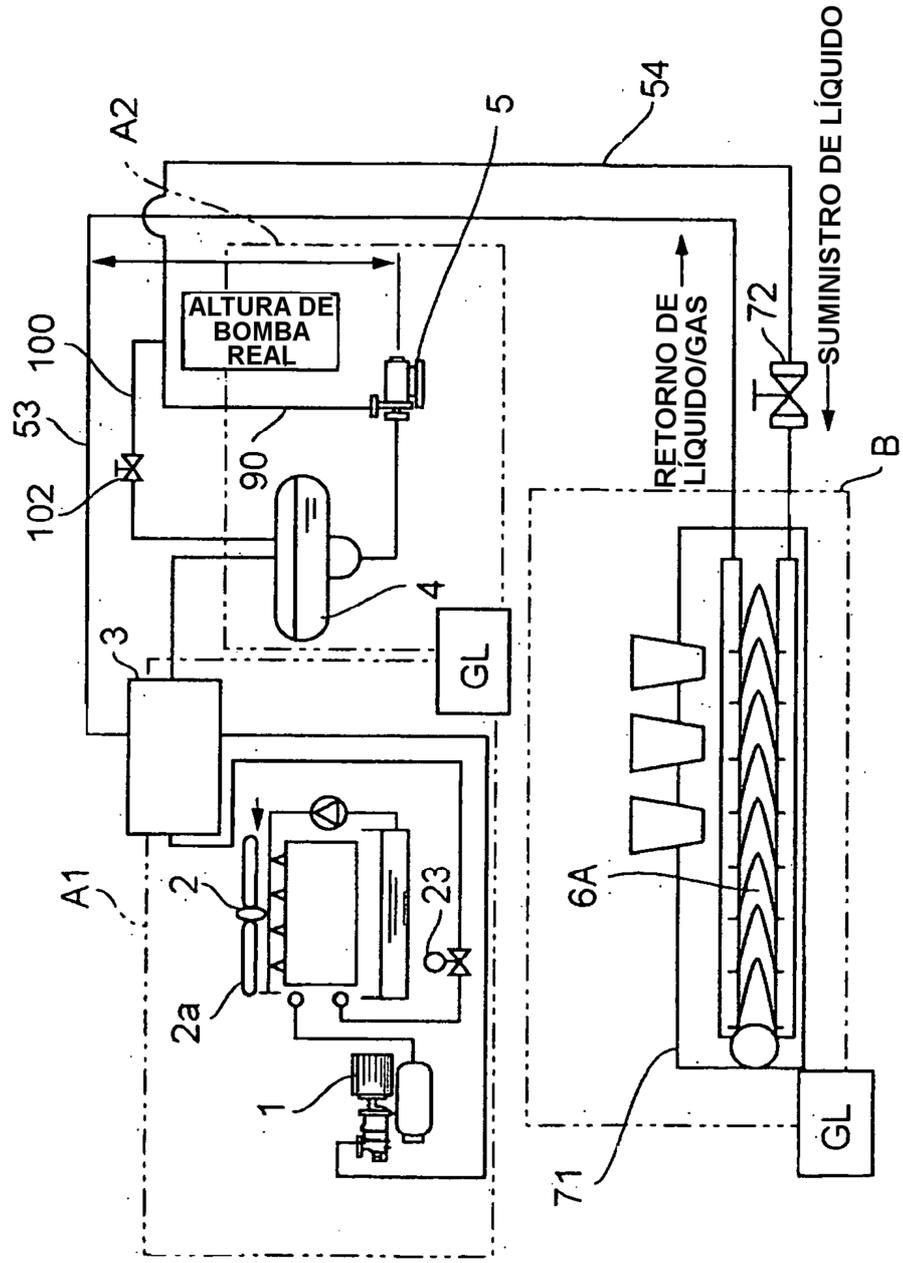


FIG. 8

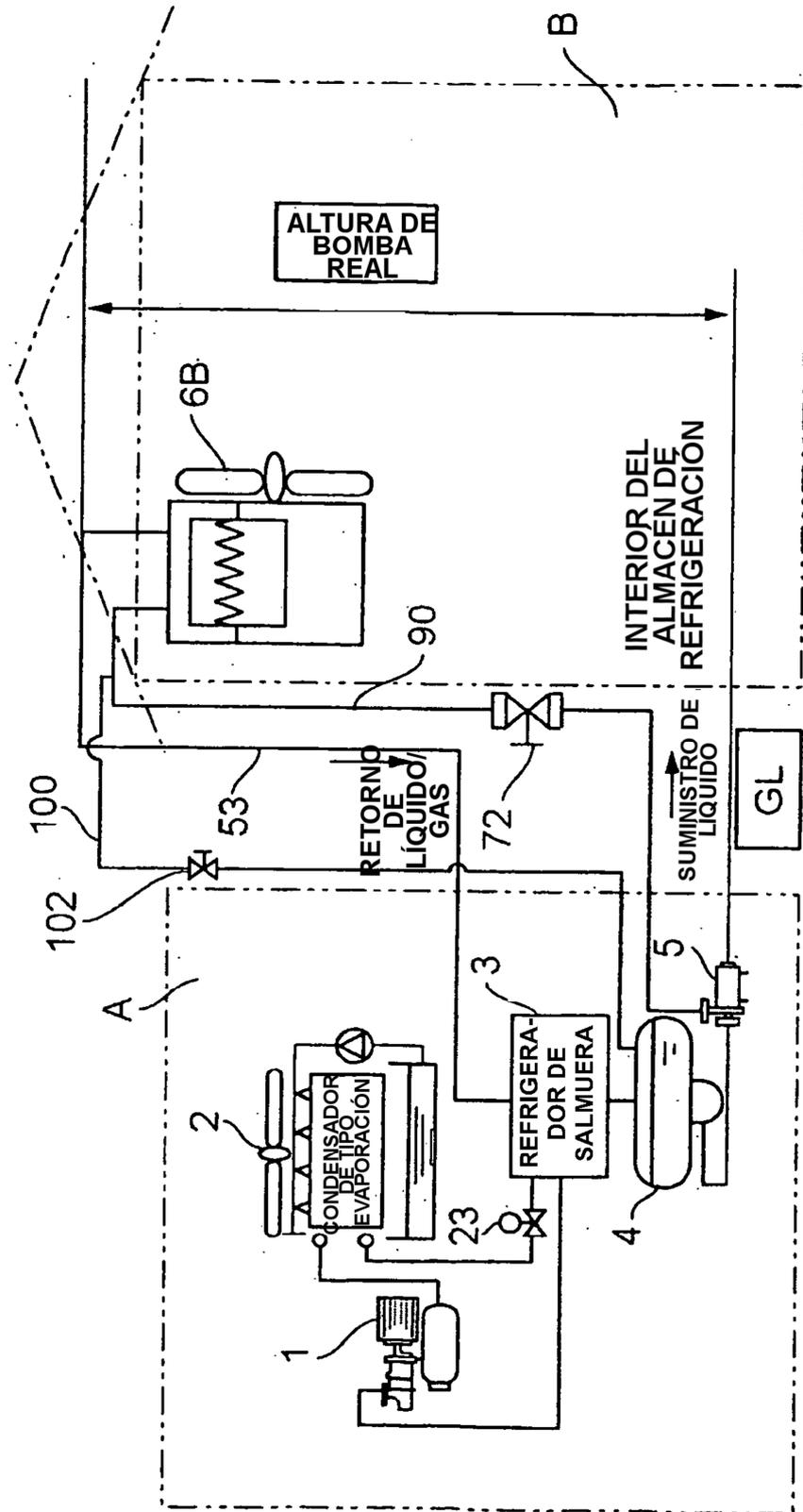


FIG. 9

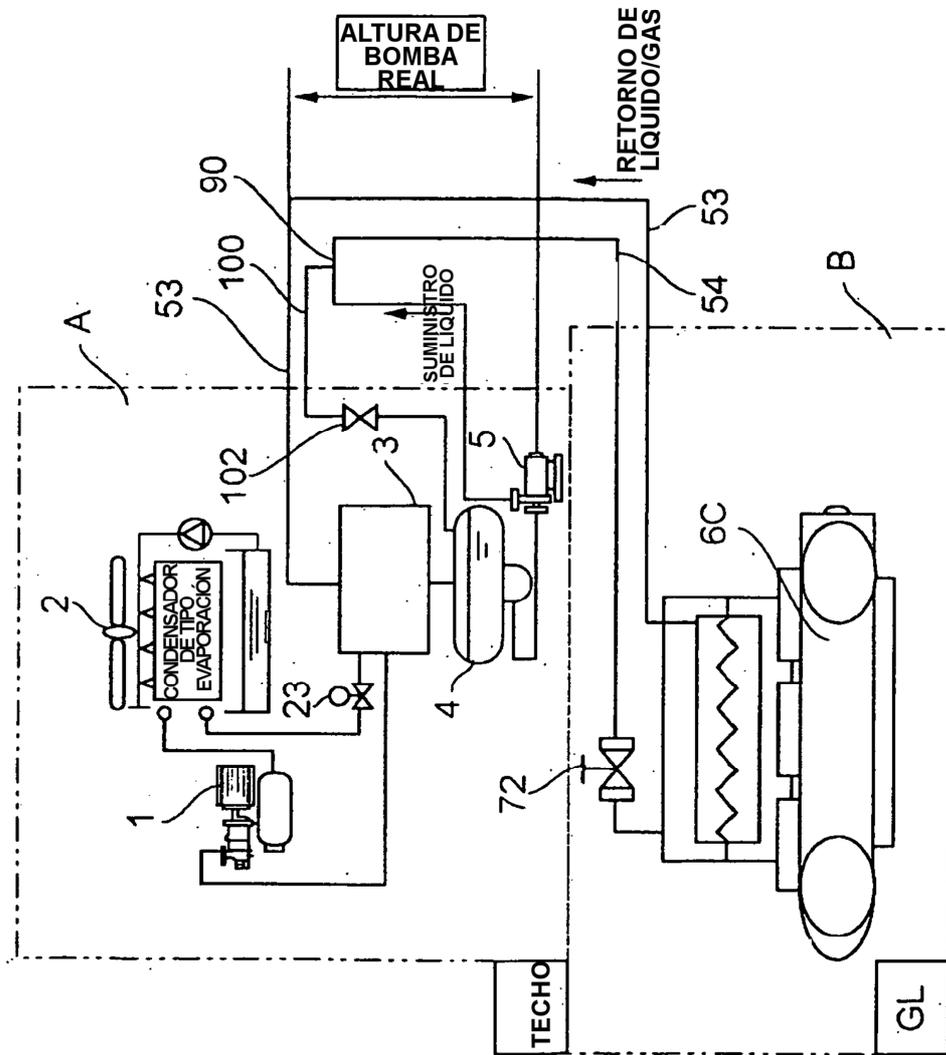


FIG. 10

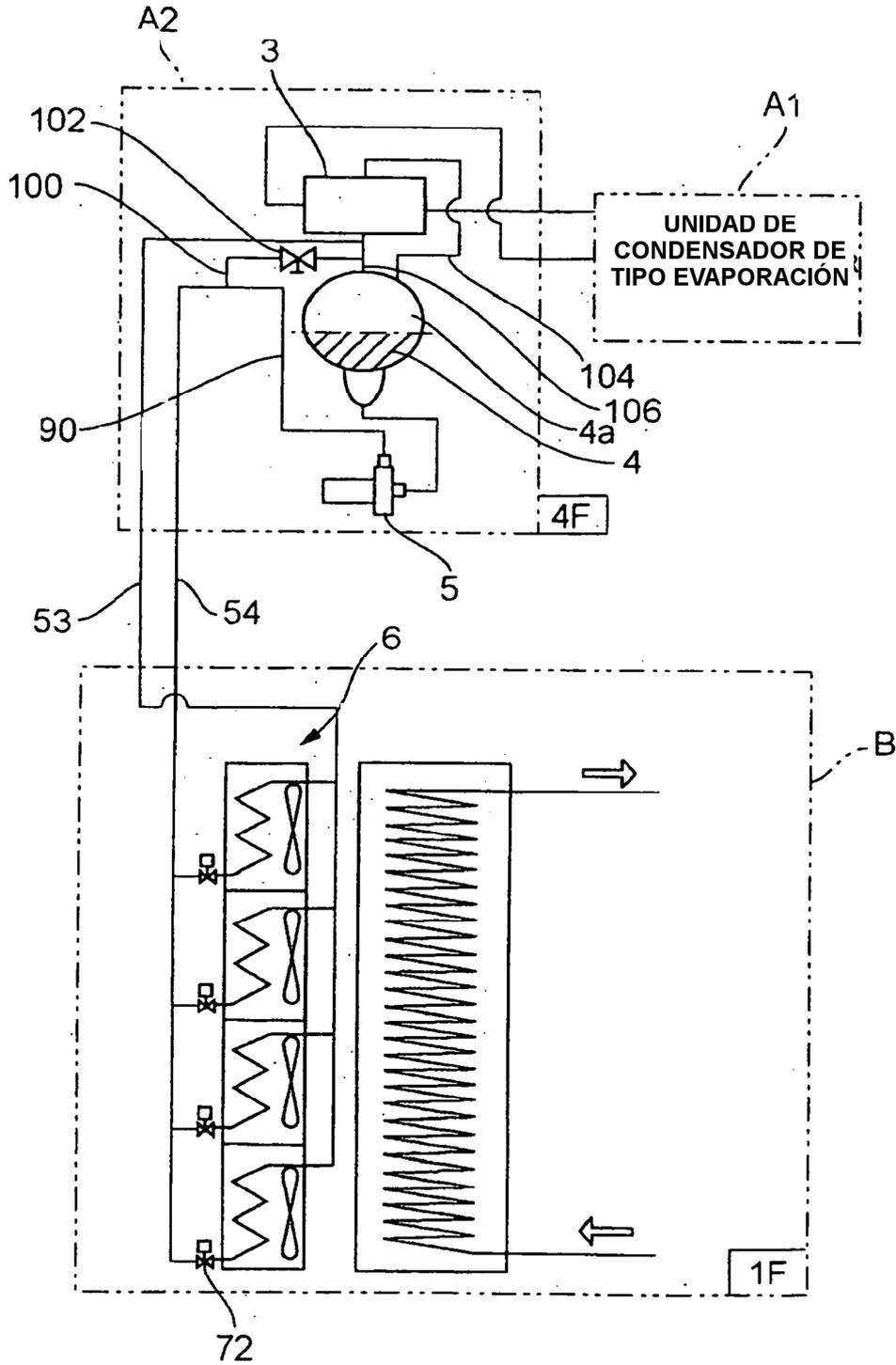


FIG. 11

