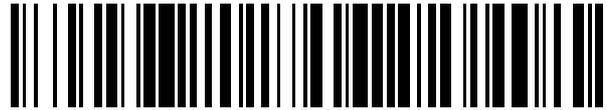


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 510 465**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2004** **E 04701120 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 1688685**

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

30 Prioridad:

21.11.2003 JP 2003391715

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

21.10.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 510 465 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 de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de refrigeración que funciona en un ciclo de refrigeración de amoníaco y un ciclo de refrigeración de CO₂.

10 **Descripción de la técnica relacionada**

Entre la fuerte demanda para evitar la destrucción de la capa de ozono y el calentamiento global en estos días, es imperativo también en el campo del acondicionamiento y de la refrigeración del aire no solamente evitar usar CFC desde la perspectiva de prevenir la destrucción de la capa de ozono, sino también recuperar compuestos HFC alternativos y mejorar la eficiencia energética desde la perspectiva de prevenir el calentamiento global. Para satisfacer la demanda, se está considerando la utilización de refrigerante natural, tal como amoníaco, hidrocarburo, aire, dióxido de carbono, etc., y el amoníaco se está usando en muchos de los grandes equipos de enfriamiento/refrigeración. La adopción de un refrigerante natural tiende a incrementarse también en equipos de enfriamiento/refrigeración a pequeña escala, tal como un almacén refrigerado, un cuarto de exposición de productos, y cuarto de procesamiento, que se relacionan con dicho equipo grande de enfriamiento/refrigeración.

Sin embargo, puesto que el amoníaco es tóxico, en muchas de las fábricas de elaboración de hielo, almacenes refrigerados y fábricas refrigeradas para alimentos se adopta un ciclo de refrigeración en el cual se combinan un ciclo de amoníaco y un ciclo de CO₂ y se usa CO₂ como refrigerante secundario en un lado de carga de refrigeración.

Un sistema de refrigeración en el cual se combinan ciclo de amoníaco y ciclo de dióxido de carbono se describe por ejemplo en la patente Japonesa número 34 58 310 (EP 1164338 A1). El sistema consiste en lo que se muestra en la Figura 9(A). En el dibujo, primero, en el ciclo de amoníaco, el amoníaco gaseoso comprimido por el compresor 104 es enfriado mediante agua o aire de enfriamiento para ser licuado cuando el gas amoníaco pasa través del condensador 105. El amoníaco licuado es expandido en la válvula 106 de expansión, evaporándose a continuación en el condensador en cascada 107 para ser gasificado. Durante la evaporación, el amoníaco recibe calor del dióxido de carbono en el ciclo de dióxido de carbono, para licuar el dióxido de carbono.

Por otra parte, en el ciclo de dióxido de carbono, el dióxido de carbono enfriado y licuado en el condensador de cascada 107 fluye hacia abajo por su presión hidráulica para pasar a través de la válvula 108 de ajuste de flujo, y penetra en el evaporador 109 de tipo de alimentación de fondo para efectuar el enfriamiento requerido. El dióxido de carbono calentado y evaporado en el evaporador 109 retorna de nuevo al condensador 107 de cascada, y de este modo el dióxido de carbono efectúa una circulación natural.

En el sistema de dicha técnica anterior, el condensador de cascada 107 está localizado en una posición más elevada que la posición del evaporador 108, por ejemplo se localiza en un techo. De esta forma, la presión hidráulica es producida entre el condensador de cascada 107 y el evaporador que presenta un ventilador 109a de enfriador.

El principio de esto se explica haciendo referencia a la Figura 1(B), que es un diagrama de presión-entalpía. En el dibujo, la línea interrumpida muestra un ciclo de refrigeración de amoníaco que utiliza un compresor, y la línea sólida muestra un ciclo de CO₂ por circulación natural que es posible mediante composición de manera que existe una presión hidráulica entre el condensador de cascada 107 y el evaporador 109 de tipo de alimentación de fondo.

Sin embargo, dicha técnica anterior incluye una desventaja fundamental en el sentido de que el condensador de cascada (que funciona como un evaporador en el ciclo de amoníaco para enfriar el dióxido de carbono) debe estar localizado en una posición más elevada que la posición del evaporador (escaparate refrigerante, etc.) para efectuar el enfriamiento requerido del ciclo del CO₂.

Particularmente, puede existir un caso en el cual los escaparates de refrigeración y unidades del congelador deben instalarse en pisos más altos de edificios altos o semialtos para la comodidad del cliente, y el sistema de la técnica anterior no puede gestionar casos de este tipo.

Para gestionarlos, una parte del sistema proporciona una bomba 110 de líquidos como se muestra en la Figura 9(B) en el ciclo dióxido de carbono, para ayudar a la circulación del refrigerante de dióxido de carbono a fin de asegurar una circulación más positiva. Sin embargo, la bomba de líquidos actúa solamente como un medio auxiliar, y básicamente, también en esta técnica anterior, la circulación natural para enfriar el dióxido de carbono es generada por la presión hidráulica entre el condensador 107 y el evaporador 109.

Esto es, en la técnica anterior, un trayecto provisto de una bomba auxiliar se agrega de manera paralela a la ruta de circulación natural con la condición de que la circulación natural de CO₂ sea producida por la utilización de la presión

hidráulica. (Por consiguiente, el trayecto provisto de la bomba auxiliar debe ser paralelo a la ruta de circulación natural.)

5 Particularmente, la técnica anterior de la Figura 9(B) utiliza la bomba de líquidos a condición de que se asegure la presión hidráulica, es decir, a condición de que el condensador de cascada (un evaporador para enfriar refrigerante dióxido de carbono) se localice en una posición más alta que la posición del evaporador para efectuar el enfriamiento en el ciclo de dióxido de carbono, y la desventaja fundamental mencionada anteriormente no se resuelve tampoco en esta técnica anterior.

10 Además, es difícil aplicar esta técnica anterior cuando deben ubicarse evaporadores (escaparates refrigerantes, aparatos de enfriamiento, etc.) en la planta baja y en el primer piso, y por consiguiente la presión hidráulica entre el condensador de cascada y cada uno de los evaporadores es diferente entre sí.

15 En las técnicas anteriores, existe una restricción para proporcionar una presión hidráulica entre el condensador de cascada 107 y el evaporador 109 porque la circulación natural no ocurre a menos que el evaporador sea de un tipo de alimentación de fondo, lo que significa que la entrada de CO₂ está localizada en la parte inferior del evaporador y la salida de CO₂ está prevista en la parte superior del mismo, como se muestra en la Figura 9(A) y en la Figura 9(B).

20 Sin embargo, en el condensador de tipo de alimentación de fondo, el CO₂ líquido que ingresa 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, extrae calor del aire fuera del tubo de enfriamiento, y el gas evaporado fluye hacia arriba en el tubo de enfriamiento. De manera que, en el tubo de enfriamiento, la parte superior se llena solamente con CO₂ gaseoso, lo que da como resultado un efecto de enfriamiento escaso y solamente la parte inferior del tubo de enfriamiento se enfría efectivamente. Además, cuando se proporciona una presión hidráulica en el lado de entrada, no se puede realizar una distribución uniforme de CO₂ en el tubo de enfriamiento. De hecho, como se puede observar en el diagrama de presión-entalpía de la Figura 1(B), se recupera CO₂ en el condensador de cascada después de la evaporación perfecta de CO₂.

30 Generalmente se combina en forma de unidad un aparato que produce salmuera, que comprende un ciclo de refrigeración de amoníaco, un enfriador de salmuera para enfriar y licuar CO₂ mediante la utilización del calor latente de vaporización de amoníaco, y un aparato para producir salmuera con CO₂ que presenta una bomba de líquidos en una línea de suministro para suministrar a un lado de carga de refrigeración el CO₂ licuado, enfriado y licuado por dicho enfriador de salmuera. En particular en el ciclo de amoníaco, la sección de condensación, en la que amoníaco gaseoso comprimido por el compresor se condensa en amoníaco líquido, consiste en un condensador de tipo evaporación que utiliza agua o aire como medio de enfriamiento.

35 La construcción de la unidad de refrigeración de amoníaco comprende el condensador de tipo evaporación que se describe en la solicitud de patente japonesa 2003-232583, abierta al público, que fue solicitada por el mismo solicitante de la presente invención.

40 La construcción de la unidad de refrigeración de amoníaco de esta técnica anterior se muestra en la Figura 10. La unidad de refrigeración consiste en lo siguiente: un cuerpo 56 de construcción inferior que integra un compresor 1, un enfriador 3 de salmuera, una válvula 23 de expansión, un receptor 25 de refrigerante de amoníaco líquido de alta presión, etc., es de estructura herméticamente sellada; un cuerpo 55 de construcción superior localizado en dicho cuerpo 56 de construcción inferior es de una estructura de doble envoltura que integra una cabeza 61 del rociador de agua de un condensador de tipo de evaporación y una sección de condensación en la que está integrado un intercambiador de calor 60; un ventilador 63 de enfriamiento succiona aire de enfriamiento desde una entrada de aire equipada en una caja externa 65, introduciéndose el aire de enfriamiento al intercambiador de calor 60 desde la parte inferior del condensador de tipo evaporación; el aire de enfriamiento junto con el agua rociada enfría el gas amoníaco a alta presión y alta temperatura que fluye en tubos de enfriamiento inclinados del intercambiador de calor 60 para condensar el amoníaco, convirtiendo el agua rociada al amoníaco fugado en inocuo mediante la disolución del amoníaco fugado.

55 Dicho condensador de tipo de evaporación consiste en el intercambiador de calor 60 de múltiples tubos inclinados, cabeza 61 del rociador de agua, eliminadores 64, y un ventilador 63 de enfriamiento que expulsa el aire después del intercambio de calor. La caja externa 65 está prevista para rodear la sección de condensación en forma de cubo, incluyendo la sección del intercambiador de calor 60, la cabeza 61 del rociador de agua, y los eliminadores 64, y estando abierta hacia abajo para permitir la introducción del aire de enfriamiento en la sección de condensación con el fin de formar la estructura de doble envoltura.

60 Dicho intercambiador de calor 60 de múltiples tubos inclinados consiste en un par de placas de soporte de extremos de tubos, presentando cada una cabezales 60c, 60d, y varios tubos de enfriamiento inclinados 60g. El agua es rociada desde la cabeza 61 del rociador de agua prevista encima del intercambiador de calor 60 hacia los tubos 60g de enfriamiento inclinados para enfriar las tuberías que utilizan el calor latente de vaporización del agua. El aire de enfriamiento introducido desde la entrada de aire pasa a través de los eliminadores 64 y es enviado por el ventilador de enfriamiento colocado encima de los eliminadores 64.

5 Se yuxtaponen varios eliminadores 64 en un plano para prevenir que vuelen las pequeñas gotas de agua dispersadas desde la cabeza 61 del rociador hacia los tubos de enfriamiento inclinados 10g. Por consiguiente, la pérdida de presión del flujo de aire cuando el aire succionado por el ventilador 63 de enfriamiento pasa a través de los espacios entre los eliminadores 64 es grande, lo que hace necesario incrementar la potencia de ventilación, lo que da como resultado un mayor ruido y mayor energía impulsora. (Las flechas en el dibujo indican los flujos de aire.)

10 Además, en el caso en el que se conformen en forma de unidad aparatos que funcionan con amoniaco y algunos de los aparatos que funcionan con dióxido de carbono, y se alojen en el cuerpo de construcción inferior según lo mencionado anteriormente, pueden ocurrir fugas de amoniaco a partir de los cojinetes, etc., del compresor. Aún cuando el compartimiento inferior está herméticamente sellado, es necesaria una contramedida para manejar fugas de amoniaco, puesto que el gas amoniaco es tóxico e inflamable.

15 El documento JP 2003 065618 describe un sistema de refrigeración que comprende un circuito de circulación de bucle cerrado que conecta una bomba 1 de líquidos de tipo variable de velocidad de rotación, un evaporador 3 y un intercambiador de calor 7 secuencialmente, y está lleno de un refrigerante.

20 Sumario de la invención

25 La presente invención se realizó a partir del problema mencionado anteriormente, y un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de refrigeración de amoniaco/CO₂ que pueda constituir un ciclo que combine un ciclo de amoniaco y un ciclo de CO₂ sin problemas, aún cuando el sistema que comprende aparatos que trabajan en un ciclo de refrigeración de amoniaco, un enfriador de salmuera para enfriar y condensar CO₂ mediante la utilización del calor latente de vaporización del amoniaco, y una bomba de líquidos prevista en una línea 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 escaparate congelador, se localizan en cualquier lugar según las circunstancias de la conveniencia del cliente.

30 Otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema de refrigeración en el cual se pueden formar un ciclo de circulación de CO₂ independientemente de la posición del enfriador del lado del ciclo de CO₂, independientemente de su tipo (tipo de alimentación por el fondo o tipo de alimentación por la parte superior), e independientemente de su número, y además incluso cuando el enfriador de salmuera con CO₂ se localice en una posición más baja que el enfriador del lado de carga de refrigeración, y un sistema de producción de salmuera con CO₂ para su uso en el sistema de refrigeración.

35 Para alcanzar los objetivos, la presente invención propone un sistema de refrigeración de amoniaco/CO₂ que comprende aparatos que funcionan en un ciclo de refrigeración de amoniaco, un enfriador de salmuera para enfriar y condensar CO₂ mediante la utilización del calor latente de vaporización del amoniaco, y una bomba de líquidos proporcionada en una línea de suministro para suministrar el CO₂ enfriado y licuado a un enfriador del lado de carga de refrigeración, en el que dicha bomba de líquidos es una bomba de descarga variable para permitir la circulación forzada de CO₂, en el que dicho enfriador del lado de carga de refrigeración es capaz de permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto de líquido/gas, y el sistema de refrigeración comprende además:

45 un controlador para determinar el flujo de circulación forzada de tal manera que se recupere CO₂ a partir de la salida del enfriador del lado de carga de refrigeración en un estado líquido o mixto líquido/gaseoso, caracterizado por que comprende:

50 un paso de alivio para conectar dicho enfriador del lado de carga de refrigeración al enfriador de salmuera o a un depósito de líquido proporcionado aguas abajo del mismo, además de un paso de recuperación de CO₂ que conecta la salida de dicho enfriador al enfriador de salmuera, en el que la presión de CO₂ se alivia a través de dicho paso de alivio cuando la presión en el enfriador del lado de carga es igual o superior a un valor predeterminado.

55 Se pueden proporcionar varios de dichos enfriadores que pueden permitir la evaporación incompleta, y al menos uno de ellos puede ser de tipo de alimentación por la parte superior.

60 Es adecuado que dicha bomba esté conectada a un accionador que pueda accionar de manera intermitente y/o a velocidad variable, tal como por ejemplo un motor inversor.

Es adecuado que la bomba esté accionada por un motor inversor y se opere en combinación con un accionador de control de velocidad e intermitente al arranque para permitir el funcionamiento de la bomba bajo una presión de descarga inferior a la presión permisible diseñada, y que funcione después con velocidad de rotación controlada.

65 Es adecuado que una línea de suministro que se extiende desde la salida de dicha bomba esté conectada al lado de carga de refrigeración a través de una junta de aislamiento térmico.

5 Según la invención, puesto que la bomba de líquidos es una bomba de descarga variable para permitir una
 10 circulación forzada de CO₂ y puede descargar más de 2 veces, preferentemente 3 a 4 veces el flujo de circulación
 requerido por el enfriador del lado de carga de refrigeración de tal manera que se recupere CO₂ a partir de la salida
 del enfriador del lado de carga de refrigeración en un estado mixto líquido/gaseoso, el CO₂ se puede hacer circular
 suavemente en el ciclo de CO₂ incluso si el enfriador de salmuera con CO₂ en el ciclo de amoníaco esté ubicado en
 el sótano de un edificio y el enfriador capaz de permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto
 líquido/gaseoso, tal como por ejemplo en el caso de un escaparate, se localice en una posición arbitraria arriba del
 suelo. Por consiguiente, el ciclo de CO₂ puede hacerse funcionar, cuando los enfriadores (escaparates refrigerantes,
 enfriadores de cuartos, etc.) están instalados en la planta baja y en el primer piso de un edificio, independientemente
 de la presión hidráulica entre cada uno de los enfriadores y el enfriador de salmuera con CO₂.

15 Además, puesto que el sistema está compuesto de tal manera que se recupere CO₂ en el enfriador de salmuera a
 partir de la salida del enfriador capaz de permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto
 líquido/gaseoso, el CO₂ se mantiene en un estado mixto líquido/gaseoso incluso en las partes superiores del tubo de
 enfriamiento del enfriador incluso cuando el enfriador sea de tipo de alimentación por la parte inferior. Por lo tanto,
 no ocurre una situación en la cual la parte superior del tubo de enfriamiento se llena solamente con CO₂ gaseoso,
 dando como resultado un enfriamiento insuficiente, de manera que el enfriamiento en los enfriadores se efectúa en
 la totalidad de los tubos de enfriamiento de manera efectiva.

20 Cuando la bomba descarga 2 veces o más, preferentemente 3 o 4 veces el flujo de circulación de CO₂ requerido por
 el enfriador capaz de permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto líquido/gaseoso, existe el
 peligro de que, al arrancar la bomba de líquidos, se produzca una elevación de presión indeseable por encima de la
 presión de diseño permisible de la bomba, puesto que el arranque se efectúa en un estado de temperatura normal.

25 Por lo tanto, es adecuado combinar una operación intermitente y un control de velocidad de rotación de la bomba
 para permitir que la bomba funcione bajo presión de descarga inferior a la presión permisible diseñada, y después se
 haga funcionar controlando la velocidad de rotación.

30 Para que dicho funcionamiento de la bomba sea posible, es adecuado que la bomba esté conectada a un
 accionamiento capaz de accionar en forma intermitente y/o a velocidad variable, como por ejemplo un motor
 inversor.

35 Además, es adecuado como diseño de seguridad proporcionar un paso de alivio de presión que conecta el enfriador
 del lado de carga de refrigeración y el enfriador de salmuera con CO₂ o el depósito de líquido proporcionado aguas
 abajo del mismo, además del paso de retorno que conecta la salida del enfriador al enfriador de salmuera con CO₂,
 de manera que se permita que la presión de CO₂ escape a través del paso de alivio de presión cuando la presión en
 el enfriador del lado de carga supere una presión predeterminada (cerca de la presión de diseño, por ejemplo la
 presión a una carga del 90% de la carga de refrigeración diseñada).

40 Además, el sistema de la invención puede aplicarse cuando se proporcionan varios enfriadores del lado de carga y
 se suministra CO₂ a los enfriadores a través de los pasos que se ramifican a partir de la bomba de líquidos, o
 cuando la carga de refrigeración varía enormemente, o incluso cuando al menos uno de los enfriadores es de tipo de
 alimentación por la parte superior.

45 Además, el CO₂ en el lado de carga de refrigeración debe ser recuperado cada vez que termina la operación del
 sistema antes de detener la bomba. Es adecuado que, cuando dicha carga de refrigeración es un equipo refrigerante
 que contiene un enfriador, se detecten la temperatura del espacio en el que se encuentra dicho equipo y la presión
 de CO₂ a la salida del enfriador del lado de carga, y que se realice el control de recuperación de CO₂ en el que el
 tiempo para detener el ventilador de enfriamiento del enfriador se determina mientras se evalúa la cantidad de CO₂
 50 remanente en el enfriador a través de la comparación de la temperatura de saturación de CO₂ a la temperatura
 detectada y la temperatura del espacio.

55 Además, cuando dicha carga de refrigeración es un equipo de refrigeración que contiene un enfriador de tipo
 descongelador, el tiempo para la recuperación de CO₂ se puede reducir mediante la recuperación durante el rociado
 de agua para descongelar.

En este caso, es adecuado que se detecte la presión de CO₂ en la salida del enfriador, y se controle la cantidad de
 agua de rociado en base a la presión detectada.

60 Es adecuado que una línea de suministro que se extiende desde la salida de dicha bomba esté conectada al lado de
 carga de refrigeración a través de una junta aislada del calor.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 representa diagramas de presión-entalpía de ciclo de refrigeración combinado de amoníaco y CO₂, (A) es un diagrama del ciclo cuando funciona en el sistema según la presente invención, y (B) es un diagrama del ciclo cuando funciona en el sistema de la técnica anterior.

Las figuras 2(A)-(D) son varios diagramas de conexión de la primera a la cuarta invenciones.

10 La figura 3 es una representación esquemática que muestra la configuración total de una unidad de máquina (unidad productora de salmuera con CO₂) que contiene una sección de ciclo de refrigeración de amoníaco y una sección de intercambio de calor de amoníaco-CO₂ y una unidad de congelador para refrigerar una carga de refrigeración mediante la utilización del calor latente de vaporización de salmuera con CO₂ líquido, enfriada en el lado de la unidad de máquina a un estado líquido.

15 La figura 4 es un diagrama de flujo de la forma de realización de la figura 3.

La figura 5 es una gráfica que muestra cambios de velocidad de rotación de la bomba de líquidos y diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba de líquidos de la presente invención.

20 La figura 6 es una representación esquemática de la segunda forma de realización que muestra esquemáticamente la configuración de una unidad de refrigeración de amoníaco equipada con un condensador de tipo evaporación.

25 La figura 7 (A) es una vista en sección parcial para mostrar la construcción del condensador de tipo evaporación de la unidad de refrigeración de amoníaco de la figura 6, la figura 7 (B) es una vista en sección horizontal de la parte rodeada por un círculo de la línea en la figura 7 (A), y la figura 7 (C) es una vista en sección vertical de la misma parte.

La figura 8 es una vista de detalle del montaje de eliminadores de la unidad de la figura 6.

30 La figura 9 (A), (B) son sistemas de refrigeración de la técnica anterior que combinan un ciclo de amoníaco y un ciclo de CO₂.

35 La figura 10 es una representación esquemática de una unidad de refrigeración de amoníaco de la técnica anterior provista de un condensador de tipo evaporación.

Mejor modo de poner en práctica la invención

40 Una forma de realización preferida de la presente invención se presentará a continuación con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, se contempla que, a menos que se especifique particularmente, las dimensiones, materiales, posiciones relativas, etc., de las partes constituyentes en las formas de realización deberán interpretarse como ilustrativas solamente y no como limitativas del alcance de la presente invención.

45 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 interrumpida muestra un ciclo de refrigeración de amoníaco y la línea sólida muestra un ciclo de CO₂ de circulación forzada. El CO₂ líquido producido en un enfriador de salmuera se suministra a un lado de carga de refrigeración a través de una bomba de líquidos para generar una circulación forzada de CO₂. Se determina que la capacidad de descarga de la bomba de líquidos es igual o mayor a dos veces el flujo de circulación requerido por el lado de enfriador en el que CO₂ en estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso (estado de evaporación imperfecto) puede ser evaporado a fin de permitir la recuperación de CO₂ al enfriador de salmuera en un estado líquido o un estado mixto líquido/gaseoso. Como resultado, incluso si el enfriador de salmuera se localiza en la posición inferior al enfriador del lado de carga de refrigeración, se puede suministrar CO₂ líquido al enfriador del lado de carga de refrigeración, y el CO₂ se puede retornar al enfriador de salmuera incluso si se encuentra en un estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso, puesto que se puede asegurar una diferencia de presión suficiente entre la salida del enfriador y la entrada del enfriador de salmuera. (Esto se muestra en la figura 1 (A), en la que el ciclo de CO₂ es retornado antes de ingresar a la zona gaseosa).

60 Por lo tanto, puesto que el sistema está constituido de tal manera que CO₂ en estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso pueda ser devuelto al enfriador de salmuera capaz de permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto líquido/gaseoso (estado de evaporación incompleta) incluso si no existe suficiente presión hidráulica entre el enfriador de salmuera y el enfriador del lado de carga de refrigeración y existe una distancia relativamente larga entre ellos, el sistema puede ser aplicado a todo el sistema de refrigeración para enfriar varios cuartos (enfriadores), independientemente del tipo de enfriador, tal como tipo de alimentación por la parte inferior o tipo de alimentación por la parte superior.

65

En la figura 2 se muestran varios diagramas de bloque. 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 con CO₂) que integra una sección de intercambiador de calor de amoníaco/CO₂ (que incluye un enfriador de salmuera y una bomba de CO₂), y un símbolo de referencia B es una unidad de congelador para enfriar (congelar) el lado de carga de refrigeración a través del calor latente de vaporización y calor sensible de la salmuera con CO₂ (CO₂ líquido) producida en la unidad de máquina A.

A continuación, se explicará la construcción de la unidad de máquina A (véase la figura 3).

En la figura 3, el número 1 de referencia es un compresor. El gas amoníaco comprimido por el compresor 1 es condensado en un condensador 2, después el amoníaco líquido condensado es expandido en la válvula 23 de expansión para ser introducido a un enfriador 3 de salmuera con CO₂ para ser evaporado en él mientras se intercambia calor, y el gas amoníaco evaporado es introducido en el compresor 1, y de este modo se efectúa un ciclo de refrigeración de amoníaco.

La salmuera con CO₂ enfría una carga de refrigeración mientras se evapora en la unidad de congelador B es introducida al enfriador 3 de salmuera, en el que la mezcla de CO₂ líquido y gaseoso es enfriada para ser condensada por intercambio de calor con refrigerante de amoníaco, y el CO₂ líquido condensado es devuelto a la unidad de congelador B a través de una bomba 5 de líquidos, la cual es impulsada por un motor inversor de velocidad de rotación variable y capaz de rotación intermitente.

A continuación se explicará la unidad de congelador B. La unidad de congelador B presenta una línea de salmuera con CO₂ entre el lado de descarga de la bomba 5 de líquidos y el lado de entrada del enfriador 3 de salmuera; en la línea están previstos uno o varios enfriadores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o en un estado mixto líquido/gaseoso (estado de evaporación imperfecto). El CO₂ líquido introducido a la unidad de congelador B es parcialmente evaporado en el enfriador o en los enfriadores 6, y el CO₂ es devuelto al enfriador de salmuera con CO₂ de la unidad de máquina A en un estado líquido o en un estado mixto líquido/gaseoso, y de este modo se efectúa un ciclo de refrigerante secundario de CO₂.

En la figura 2 (A), están previstos, aguas abajo de la bomba 5 de líquidos, un enfriador 6 de tipo de alimentación por la parte superior y un enfriador 6 de tipo de alimentación por la parte inferior. Una línea 30 de alivio provista de una válvula de seguridad o válvula 31 de regulación de presión está prevista entre los enfriadores 6 que pueden permitir la evaporación en un estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso y el enfriador 3 de salmuera con el objeto de impedir la elevación indeseada de presión debido al CO₂ gasificado, que puede tender a producirse en el enfriador de tipo de alimentación por la parte inferior, y la elevación de presión en el arranque, además de una línea 53 de recuperación proporcionada entre los enfriadores 6 y el enfriador 3 de salmuera. Cuando la presión en los enfriadores 6 se eleva por encima de una presión predeterminada, la válvula 31 de regulación de presión se abre para permitir que escape CO₂ a través de la línea 30 de alivio.

La figura 2(B) es un ejemplo cuando está previsto un único enfriador de tipo de alimentación por la parte superior. En este caso también está prevista una línea 30 de alivio con una válvula de seguridad o válvula 31 de regulación de presión entre los enfriadores 6, capaces de permitir la evaporación en un estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso, y el enfriador 3 de salmuera a fin de impedir la elevación de presión en el arranque, además de una línea 53 de recuperación que se proporciona entre los enfriadores 6 y el enfriador 3 de salmuera.

La figura 2(C) es un ejemplo en el cual se proporcionan varias bombas de líquidos en la línea 52 de alimentación para alimentar CO₂ a los enfriadores 6 de tipo de alimentación por la parte inferior, para generar una circulación forzada respectivamente independientemente.

Con una construcción de este tipo, incluso si no existe suficiente presión hidráulica entre el enfriador 3 de salmuera y el enfriador 6 del lado de carga de refrigeración y existe una distancia relativamente grande entre ellos, se puede hacer circular de manera forzada una cantidad requerida de CO₂. 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 enfriadores 6 con objeto de que se pueda recuperar CO₂ en un estado líquido o en un estado mixto líquido/gaseoso.

La figura 2(D) es un ejemplo en el cual está previsto un solo enfriador de tipo de alimentación por la parte inferior. En este caso, también está prevista una línea 30 de alivio provista de una válvula de seguridad o válvula 31 de regulación de presión entre los enfriadores 6 y el enfriador 3 de salmuera con objeto de evitar una elevación de presión debido a CO₂ gasificado y una elevación de presión en el arranque, además de una línea 53 de recuperación colocada entre los enfriadores 6 y el enfriador 3 de salmuera.

Ejemplo de forma de realización 1

La figura 3 es una representación esquemática del aparato de refrigeración de tipo de circulación forzada de CO₂, en el que una salmuera con CO₂ que ha enfriado una carga de refrigeración con su calor latente de vaporización es devuelta para ser enfriada a través del intercambio de calor con un refrigerante de amoníaco.

ES 2 510 465 T3

En la figura 3, el símbolo de referencia A es una unidad de máquina (aparato productor de salmuera con CO₂) que integra una parte de ciclo de refrigeración de amoníaco y una parte de intercambio de calor amoníaco/CO₂, y B es una unidad de congelador para enfriar (refrigerar) una carga de refrigeración mediante la utilización del calor latente de vaporización de CO₂ enfriado en el lado de unidad de máquina.

A continuación se explicará la unidad de máquina A.

En la figura 3, el número de referencia 1 es un compresor, el gas amoníaco comprimido por el compresor 1 es condensado en un condensador 2 de tipo de evaporación, y el amoníaco líquido condensado es expandido en una válvula 23 de expansión para ser introducido en un enfriador 3 de salmuera con CO₂ a través de una línea 24. El amoníaco se evapora en el enfriador 3 de salmuera mientras que se intercambia calor con CO₂, y es introducido al compresor 1 nuevamente para terminar un ciclo de amoníaco. El número de referencia 8 es un superenfriador conectado a una tubería de desvío que evita la línea 24 entre el lado de salida de la válvula 23 de expansión y el lado de entrada del enfriador 3 de salmuera, estando integrado el superenfriador 8 en un depósito 4 de CO₂ líquido.

El número de referencia 7 es un depósito de agua para destoxificar amoníaco, haciéndose circular el agua rociada en el condensador 2 de amoníaco de tipo de evaporación y que se junta en el depósito 7 de agua por medio de una bomba 26.

La salmuera con CO₂ recuperada del lado de la unidad de congelador B a través de una junta 10 de aislamiento térmico es introducida al enfriador 3 de salmuera con CO₂, donde es enfriada y condensada por el intercambiador de calor con refrigerante amoníaco, el CO₂ líquido condensado es introducido en el depósito 4 de líquido para ser superenfriado allí a través del superenfriador 8 a una temperatura menor que la temperatura de saturación del vapor de amoníaco en 1 ~ 5°C.

El CO₂ líquido superenfriado es introducido al lado de la unidad de congelador B a través de una bomba 5 de líquidos prevista en una línea 52 de alimentación de CO₂ y es impulsada por un motor inversor 51 de velocidad de rotación variable.

El número de referencia 9 es un paso de desvío que conecta el lado de salida de la bomba 5 de líquidos y el enfriador 3 de salmuera con CO₂, y el número de referencia 11 es una línea de destoxificación de amoníaco, que conecta con una boquilla 91 de destoxificación a partir de la cual CO₂ líquido o CO₂ líquido/gaseoso mixto proveniente del enfriador 3 de salmuera con CO₂ es rociado hacia espacios en los cuales el amoníaco puede fugarse, tal como por ejemplo cerca del compresor 1 a través de la válvula 911 de apertura/cierre.

El número de referencia 12 es una línea de neutralización a través de la cual se introduce CO₂ a partir del enfriador 3 de salmuera con CO₂ hacia el depósito 7 de agua de destoxificación, para neutralizar el amoníaco a carbonato de amonio.

El número de referencia 13 es una línea de extinción de incendios. Cuando ocurre un incendio en la unidad, una válvula 131 se abre para permitir el rociado de CO₂ con el objeto de apagar el incendio, consistiendo la válvula 131 en una válvula de seguridad que se abre al detectar una elevación de temperatura o al detectar una elevación anormal de presión de CO₂ en enfriador 3 de salmuera.

El número de referencia 14 es una línea de alivio de CO₂. Cuando la temperatura se eleva en la unidad A, se abre una válvula 151 y se permite que el CO₂ en el enfriador 3 de salmuera con CO₂ se libere en el espacio dentro de la unidad a través de una línea 15 de inyección que rodea al depósito 4 de líquido, para enfriar el espacio. La válvula 151 consiste en una válvula de seguridad que se abre cuando la presión en el enfriador de salmuera se eleva por encima de una presión predeterminada durante operación bajo carga.

A continuación se explicará la unidad de congelador B.

En la unidad de congelador B, varios enfriadores 6 de salmuera con CO₂ están ubicados encima de un transportador 25 para transportar productos alimentarios 27 que se deben congelar a lo largo de una dirección de transferencia del transportador. El CO₂ líquido introducido a través de la junta 10 de aislamiento térmico se evapora parcialmente en los enfriadores 6, se sopla aire hacia los productos alimentarios 27 por medio de ventiladores 29 de enfriadores y es enfriado por los enfriadores 6 en su trayectoria hacia los productos alimentarios.

Los ventiladores 29 de enfriadores están colocados a lo largo del transportador 25 y son impulsados por motores inversores 261 de manera que se pueda controlar la velocidad de rotación.

Las boquillas 28 de rocío de descongelación que comunican con una fuente de calor para descongelar están previstas entre los ventiladores 29 de enfriadores y los enfriadores 6.

ES 2 510 465 T3

El CO₂ gaseoso/líquido mixto generado por la evaporación parcial en los enfriadores 6 retorna al enfriador 3 de salmuera con CO₂ en la unidad de máquina A a través de la junta 10 de aislamiento térmico, de manera que se lleva a cabo un ciclo de refrigerante secundario.

5 Una línea 30 de alivio, provista de una válvula de seguridad o válvula 31 de regulación de presión, está prevista entre los enfriadores 6 capaces de permitir la evaporación en un estado líquido o estado mixto líquido/gaseoso y el enfriador 3 de salmuera o el depósito 4 de líquido instalado aguas abajo del enfriador de salmuera, a fin de evitar una elevación indeseada de la presión debido a CO₂ gasificado y debido a la elevación de presión en el arranque, además de una línea de recuperación para conectar el lado de salida de cada uno de los enfriadores 6 y el enfriador de salmuera 3.

10 El funcionamiento del ejemplo de forma de realización 1 como éste se explicará haciendo referencia a la figura 3 y a la figura 4. En los dibujos, el símbolo T₁ de referencia es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ líquido en el depósito 4 de líquido, T₂ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ en el lado de entrada de la unidad de congelador B, T₃ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura de CO₂ en el lado de salida de la unidad de congelador B, T₄ es un sensor de temperatura para detectar la temperatura del espacio en la unidad de congelador B, P₁ es un sensor de presión para detectar la presión en el depósito 4 de líquido, P₂ es un sensor de presión para detectar la presión en los enfriadores 6, P₃ es un sensor de presión para detectar la diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba 5 de líquido, CL es un controlador para controlar el motor inversor 51 para impulsar la bomba 5 de líquidos, y para controlar los motores inversores 261 para impulsar los ventiladores 29 de enfriadores. El número de referencia 20 es una válvula de control abierta/cerrada de una tubería 81 de desvío para suministrar amoníaco al superenfriador 8; 21 es una válvula de control abierta/cerrada del paso 9 de desvío que conecta el lado de salida de la bomba 5 de líquidos y el enfriador 3 de salmuera con CO₂.

25 El ejemplo de forma de realización 1 está conformado de manera que el controlador CL se proporcione para determinar el grado de superenfriamiento mediante la comparación de la temperatura de saturación y temperatura detectada del CO₂ líquido sobre la base de las señales provenientes del sensor T₁ y P₁, y se pueda ajustar la cantidad de refrigerante de amoníaco introducido a la tubería 8 de desvío. De esta manera, la temperatura de CO₂ en el depósito 4 de líquido puede ser controlada para que sea inferior a la temperatura de saturación en 1 ~ 5°C.

30 El superenfriador 8 puede estar colocado fuera del depósito 4 de líquido independientemente, no necesariamente dentro del depósito 4 de líquido.

35 Mediante una composición de este tipo, la totalidad o una parte del CO₂ líquido en el depósito 4 de líquido puede ser superenfriado por el superenfriador 8 de manera estable hasta una temperatura de grado deseado de superenfriamiento.

40 La señal que proviene del sensor P₂ que detecta la presión en los enfriadores 6 capaces de permitir la evaporación en un estado líquido o en un estado mixto líquido/gaseoso (estado de evaporación imperfecto) es ingresada al controlador CL que controla los motores inversores 51 para ajustar la descarga de la bomba 5 de líquidos (incluyendo el ajuste sin etapas de la descarga y la descarga intermitente), y el suministro estable de CO₂ a los enfriadores 6 puede efectuarse a través del control del inversor 51.

45 Además, el controlador CL controla también el motor inversor 261 sobre la base de la señal proveniente del sensor P₂, y la velocidad de rotación del ventilador 29 del enfriador es controlada junto con la velocidad de la bomba 5 de líquidos de manera que el flujo de CO₂ y el flujo de aire de enfriamiento estén adecuadamente controlados.

50 La bomba 5 de líquidos para alimentar salmuera con CO₂ al lado de la unidad de congelador B descarga 3-4 veces la cantidad de salmuera con CO₂ que se requiere por el lado de carga de refrigeración (lado de la unidad de congelador B) para generar una circulación forzada de salmuera con CO₂, y los enfriadores 6 se llenan con CO₂ líquido y la velocidad del CO₂ líquido es incrementada mediante el uso del inversor 51, dando como resultado un mayor comportamiento de transmisión de calor.

55 Además, puesto que el CO₂ líquido se hace circular de manera forzada por medio de la bomba 5 de líquidos de descarga variable (con motor inversor) que tiene capacidad de descarga de 3-4 veces el flujo necesario para el lado de carga de refrigeración, la distribución de CO₂ fluido a los enfriadores 6 puede realizarse bien incluso en el caso de que se proporcionen varios enfriadores.

60 Además, cuando el grado de superenfriamiento disminuye cuando se arranca o cuando varía la carga de refrigeración y disminuye la diferencia de presión entre la entrada y salida de la bomba 5 y ocurre un estado de cavitación, el sensor P₃ que detecta la diferencia de presión detecta que la diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba ha disminuido, el controlador CL permite que sea abierta la válvula 21 de control abierta/cerrada en el paso 9 de desvío, y el CO₂ es desviado hacia el enfriador 3 de salmuera con CO₂, y como resultado el gas del estado mixto gaseoso/fluido de CO₂ en un estado de cavitación puede ser licuado.

65

Dicho control puede efectuarse en el ciclo de amoniaco de tal manera que, cuando disminuye el grado de superenfriamiento cuando se inicia o cuando varía la carga de refrigeración y disminuye la diferencia de presión entre la salida y la entrada de la bomba 5 y ocurre 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 5 de líquidos ha disminuido, el controlador CL controla una válvula de control para descargar el compresor 1 (compresor de tipo desplazamiento) para permitir la elevación de la temperatura de saturación aparente de CO_2 con objeto de asegurar el grado de superenfriamiento.

A continuación se explicará el procedimiento de funcionamiento del ejemplo de forma de realización 1 haciendo referencia a la Figura 5.

Primero, el compresor 1 en el lado de ciclo de amoniaco es operado para enfriar CO_2 líquido en el enfriador 3 de salmuera y el depósito 4 de líquido. En el arranque, la bomba 5 de líquidos se hace funcionar intermitentemente/cíclicamente.

De manera concreta, la bomba 5 de líquidos se hace funcionar a 0% → 100% → 60% → 0% → 100% → 60% de velocidad de rotación. Aquí, el 100% de velocidad de rotación significa que la bomba es impulsada por el motor inversor con la frecuencia de la fuente de energía misma, y 0% significa que el funcionamiento de la bomba es detenido. Operando de esta forma, se puede evitar que la diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba resulte más grande que la presión de diseño.

Primero, la bomba funciona a 100%; cuando la diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba alcanza el valor de funcionamiento de plena carga (presión de bomba de plena carga), disminuye a 60% cuando el funcionamiento de la bomba de líquido es interrumpido durante un período predeterminado de tiempo; después se detiene el funcionamiento de la bomba de líquidos durante un periodo de tiempo predeterminado; después se opera otra vez al 100%; cuando la diferencia de presión entre la salida y entrada de la bomba alcanza el valor de funcionamiento de plena carga (presión de bomba de plena carga), baja a 60%; después cambia a funcionamiento normal mientras se eleva la frecuencia del inversor para incrementar la velocidad de rotación de la bomba.

Operando de esta forma, se puede eliminar la aparición de una elevación de presión indeseada por encima de la presión de diseño de la bomba, para el funcionamiento del sistema se inicia en un estado de temperatura normal, también en el caso en el cual la capacidad de descarga de la bomba de líquidos se determina que es mayor que 2 veces, preferentemente 3-4 veces el flujo de circulación forzada requerido por los enfriadores capaces de permitir la evaporación incompleta de CO_2 líquido a un estado mixto líquido/gaseoso (estado de evaporación imperfecta).

Cuando se limpia la unidad de congelador después de terminar una operación de congelación, el CO_2 en la unidad de congelador B se debe recuperar hacia el depósito 4 de líquido por medio del enfriador 3 de salmuera de la unidad de máquina. La operación de recuperación puede ser controlada detectando la temperatura de CO_2 líquido en el lado de entrada y la del CO_2 gaseoso en el lado de salida de los enfriadores 6 a través de sensores de temperatura T_2 , T_3 , respectivamente, obteniendo mediante el controlador CL la diferencia de temperatura entre las temperaturas detectadas por T_2 y T_3 , y determinando la cantidad que queda de CO_2 en la unidad de congelador B. Es decir, se determina que la recuperación termina cuando la diferencia de temperatura se hace cero.

La operación de recuperación puede ser controlada también detectando la temperatura del espacio en la unidad de congelador y la presión de CO_2 en el lado de salida del enfriador 3 mediante el sensor de temperatura T_4 y sensor de presión P_2 , respectivamente, comparando la temperatura del espacio detectada por el sensor T_4 con la temperatura de saturación de CO_2 a la presión detectada por el sensor P_2 , y determinado, en base a la diferencia entre la temperatura de saturación y la temperatura del espacio detectada, si el CO_2 permanece en la unidad de congelador B o no.

En el caso en el que los enfriadores 6 sean de tipo descongelación con agua rociada, el tiempo requerido para la recuperación de CO_2 puede ser acortado mediante la utilización del calor del agua rociada. En este caso, es adecuado permitir un control de la descongelación en el que la cantidad de agua de rociado es controlada mientras se monitorea la presión de CO_2 en el lado de salida de los enfriadores 6 detectada por el sensor P_2 .

Además, puesto que se manejan productos alimentarios en la unidad de congelador B, la esterilización de la unidad a altas temperaturas puede efectuarse cuando la operación ha terminado. Así, las partes de conexión de líneas de CO_2 de la unidad de máquina A a las de la unidad de congelador B son juntas aisladas térmicamente usadas de material de baja conducción térmica, tal como vidrio reforzado, etc., de manera que el calor no sea conducido a las líneas de CO_2 de la unidad de máquina A a través de las partes de conexión.

[Ejemplo de forma de realización 2]

Las figuras 6-8 muestran un ejemplo en el cual la unidad de máquina de la figura 3 se construye de manera que una parte del ciclo de amoniaco y una parte del ciclo de dióxido de carbono están formadas de una sola pieza y alojadas en una unidad para conformar una unidad de refrigeración de amoniaco.

Como se muestra en la figura 6, la unidad de refrigeración A de amoniaco de la invención se localiza en exteriores, y el calor frío (calor criogénico) de CO₂ producido por la unidad A es transferido a una carga de refrigeración, tal como la unidad de congelador de la figura 3. La unidad de refrigeración A de amoniaco consiste en dos cuerpos de construcción, un cuerpo de construcción inferior 56 y un cuerpo de construcción superior 55.

El cuerpo de construcción inferior 56 contiene dispositivos de ciclo de amoniaco, excluyendo un condensador de tipo de evaporación y una parte de dispositivos de ciclo de CO₂. Se fija al cuerpo de construcción superior 55 un plato 62 de drenaje, un condensador 2 de tipo de evaporación, una caja externa 65, un ventilador 63 de enfriamiento, etc. El condensador 2 de tipo de evaporación consiste en un intercambiador de calor 60 multitubular inclinado, cabeza 61 de rociador de agua, eliminadores 64 colocados en forma escalonada, un ventilador 63 de enfriamiento, etc. El aire externo es succionado por el ventilador de enfriamiento para ser introducido a partir de las aberturas 69 de entrada de aire (véase la figura 7(A)). El aire fluye desde la parte inferior del condensador 2 de tipo de evaporación hacia arriba hacia el intercambiador de calor 60. Se rocía agua desde la cabeza 61 de rociador de agua en los tubos de enfriamiento del intercambiador de calor. Un gas amoniaco a alta presión y alta temperatura, que fluye en los tubos de enfriamiento, es enfriado por el agua rociada y el aire succionado por el ventilador de enfriamiento, y el amoniaco fugado, si se produce una fuga, se acumula en el espacio superior del plato de drenaje y se disuelve en el agua rociada para ser destoxificado.

Como se muestra en la figura 7, el intercambiador de calor 60 multitubular inclinado comprende varios tubos de enfriamiento inclinados 60g, penetrando los tubos en las placas 60a y 60b de soporte de tubos de ambos lados e inclinándose desde un cabezal 60c del lado de entrada hacia abajo hacia un cabezal 60d del lado de salida. En virtud de la inclinación de los tubos 60g de enfriamiento, el gas refrigerante introducido desde el cabezal 60c del lado de entrada es enfriado y condensado en el proceso de flujo hacia el cabezal 60d del lado de salida por el aire y agua rociada, y la película líquida del refrigerante formada en la superficie interna del tubo de enfriamiento no se estanca y se desplaza hacia abajo hacia el cabezal 60d del lado de salida. Por lo tanto, el gas refrigerante es condensado con alta eficiencia en los tubos de enfriamiento y el tiempo de permanencia del refrigerante en el intercambiador de calor se puede reducir. Como resultado, se puede lograr una mejora en la eficiencia de condensación y una reducción significativa de la cantidad de refrigerante retenido en la unidad mediante la utilización del intercambiador de calor mencionado anteriormente.

El cabezal 60c de entrada se forma, como se muestra en la Figura 7(C), para que presente una sección semicircular, y una placa de desviación que tiene varios orificios se fija dentro del cabezal en la posición que mira a la abertura del ducto 67 de entrada. El gas amoniaco introducido desde la abertura del conducto 67 de entrada entra en contacto contra la placa 66 de desviación, y una parte del gas amoniaco pasa a través de los orificios de la placa 66 de desviación para seguir hasta los tubos de enfriamiento colocados en la parte posterior de la placa 66 de desviación, y otra parte del refrigerante de amoniaco es devuelta hacia ambos lados de la placa de desviación para ser guiada para que entre en los tubos de enfriamiento colocados en el lado remoto desde el centro de abertura del conducto 67 de entrada, como resultado el gas amoniaco es introducido uniformemente en los tubos 10g de entrada como se puede entender a partir de la Figura 7 (B).

El plato 62 de drenaje que recibe el agua de enfriamiento rociada desde la cabeza 61 de rociador de agua se encuentra debajo del intercambiador de calor 60 multitubular inclinado y forma un límite entre el cuerpo de construcción inferior 56 y el cuerpo de construcción superior 55. La placa inferior del plato 62 de drenaje presenta la forma de un embudo poco profundo, de tal manera que el agua de enfriamiento que ha caído en el plato de drenaje fluya suavemente hacia una tubería de drenaje (no se muestra en la figura 6), sin ser atrapada en el plato de drenaje, para ser expulsada hacia un depósito 7 de agua de destoxificación de amoniaco.

Los eliminadores 64 localizados entre el ventilador de enfriamiento y el cabezal 61 de rociador de agua están colocados para que resulten adyacentes entre sí. El eliminador 64A y el eliminador 64B colocados adyacentes entre sí están colocados de tal manera que estén escalonados entre sí para que la parte superior de la pared lateral del eliminador 64B esté frente a la parte inferior de la pared lateral del eliminador 64A. El paso, es decir, la distancia entre la parte inferior del eliminador 64A y la parte superior del eliminador 64B se determina alrededor de la mitad de su altura, concretamente alrededor de la mitad de su altura, concretamente aproximadamente 50 mm.

Como resultado, como se muestra en la figura 8, las pequeñas gotas de agua 68 dispersadas a partir de la cabeza 61 del rociador entran en contacto contra la pared lateral 64a del eliminador inferior 64B colocado de manera adyacente al eliminador superior 64A, y las pequeñas gotas se vuelven grandes. Las pequeñas gotas grandes presentan menos propensión a ser succionadas por los ventiladores 63 de enfriamiento, y por lo tanto se puede impedir que las pequeñas gotas vuelvan hacia arriba.

La figura 8 es una forma de realización con varios ventiladores de enfriamiento proporcionados.

A título de ejemplo, en la figura 6, la parte A rodeada por un círculo está conectada a la parte Aa rodeada por un círculo, y la parte B rodeada por un círculo está conectada a la parte Bb rodeada por un círculo.

Aplicabilidad Industrial

5 Como se describe anteriormente, según la presente invención, un ciclo de refrigeración de amoníaco, un enfriador de salmuera con CO₂ (evaporador de amoníaco) para enfriar y licuar el CO₂ mediante la utilización del calor latente de vaporización del amoníaco, y un aparato productor de salmuera con CO₂ que presenta una bomba de líquidos en la línea de suministro de CO₂ para suministrar CO₂ al lado de carga de refrigeración se conforman de una sola pieza en una sola unidad, y el ciclo de amoníaco y el ciclo de salmuera con CO₂ pueden combinarse sin problemas incluso cuando la carga de refrigeración, tal como un escaparate refrigerante, etc., se encuentra en cualquier lugar según las circunstancias de la conveniencia del cliente.

10 Además, según la presente invención, el ciclo de circulación de CO₂ puede efectuarse independientemente de la posición del enfriador del lado de ciclo de CO₂, del tipo del mismo (tipo alimentación por la parte inferior o tipo alimentación por la parte superior), y del número de ellas, y además incluso cuando el enfriador de salmuera con CO₂ esté colocado en una posición inferior al enfriador del lado de carga de refrigeración.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ que comprende aparatos que funcionan en un ciclo de refrigeración de amoníaco, un enfriador (3) de salmuera para enfriar y condensar CO₂ utilizando el calor latente de vaporización del amoníaco, y una bomba (5) de líquidos prevista en una línea (52) de suministro para suministrar el CO₂ enfriado y licuado a un enfriador (6) del lado de carga de refrigeración, en el que dicha bomba (5) de líquidos es una bomba de descarga variable para permitir que el CO₂ circule de manera forzada, en el que dicho enfriador (6) del lado de carga de refrigeración puede permitir la evaporación incompleta de CO₂ líquido a un estado mixto gas/líquido, y
- 10 el sistema de refrigeración comprende además:
- un controlador para determinar el flujo de circulación forzada de manera que se recupere CO₂ de la salida del enfriador del lado de carga de refrigeración en un estado líquido o mixto líquido/gas;
- 15 caracterizado por que comprende:
- un paso (30) de alivio para conectar dicho enfriador (6) del lado de carga de refrigeración al enfriador (3) de salmuera o a un depósito (4) de líquido previsto aguas abajo del mismo, además de un paso de recuperación de CO₂ que conecta la salida de dicho enfriador (6) del lado de carga al enfriador (3) de salmuera,
- 20 en el que la presión de CO₂ es aliviada a través de dicho paso de alivio cuando la presión en el enfriador (6) del lado de carga es igual o superior a un valor predeterminado.
- 25 2. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que dicho enfriador (6) es de tipo alimentación por la parte superior.
3. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que dicha bomba (5) está conectada a un accionamiento que puede accionar de manera intermitente y/o a velocidad variable.
- 30 4. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que el controlador hace funcionar dicha bomba (5) en combinación con el accionamiento intermitente o de control de velocidad en el arranque para permitir que la bomba funcione bajo una presión de descarga inferior a la presión permisible prevista, y funcione a continuación mientras se está controlando la velocidad de rotación.
- 35 5. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que dicha carga de refrigeración es un equipo refrigerante que contiene dicho enfriador (6), en el que el controlador detecta la temperatura del espacio en el que se aloja dicho equipo y la presión de CO₂ a la salida del enfriador (6) del lado de carga, y efectúa el control de la recuperación del CO₂ en el que se estima la temporización de la parada del ventilador (29) de enfriamiento del enfriador (6) mientras se estima la cantidad de CO₂ remanente en el enfriador (6) mediante la comparación de la temperatura de saturación de CO₂ a la temperatura detectada y la temperatura del espacio.
- 40 6. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que dicha carga de refrigeración es un equipo refrigerante que contiene un enfriador de tipo descongelador, y la recuperación de CO₂ se efectúa mientras se está rociando agua para descongelar.
- 45 7. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 6, en el que el controlador detecta la presión de CO₂ a la salida del enfriador (6), y controla la cantidad de agua de rociado sobre la base de la presión detectada.
- 50 8. Sistema de refrigeración de amoníaco/CO₂ según la reivindicación 1, en el que una línea de suministro que se extiende desde la salida de dicha bomba está conectada al lado de carga de refrigeración mediante una junta aislada térmicamente.

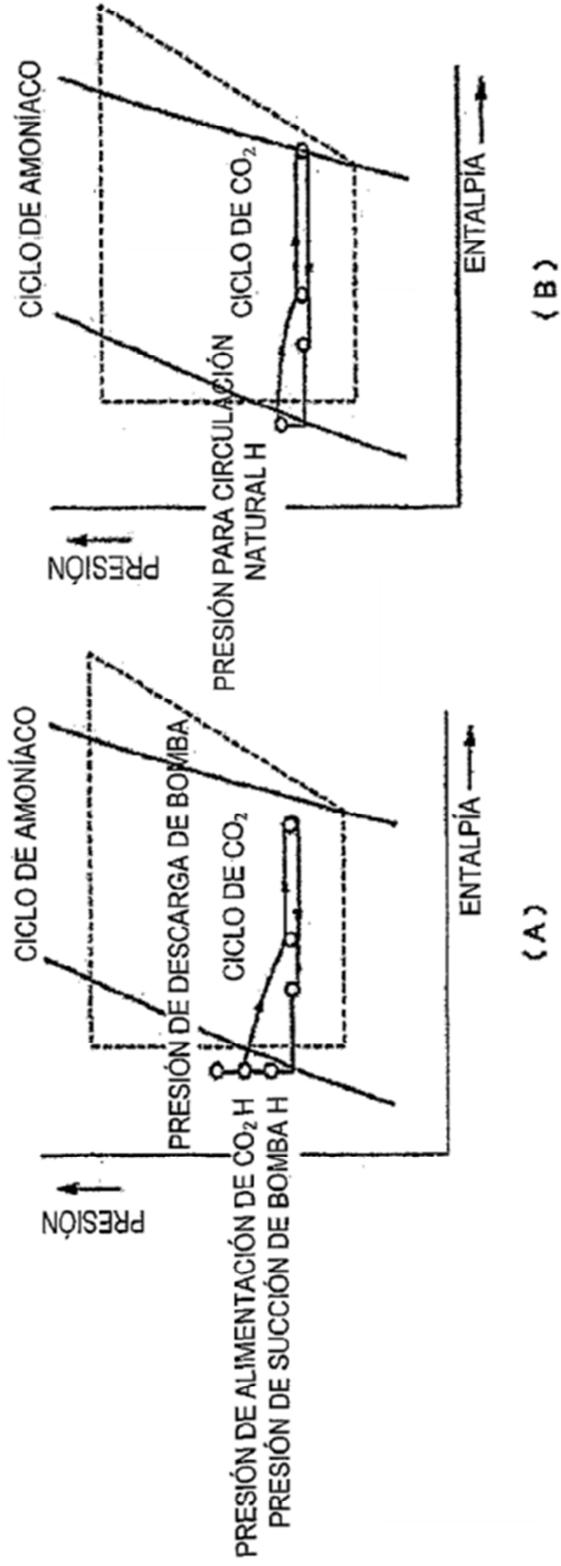


Figura 1

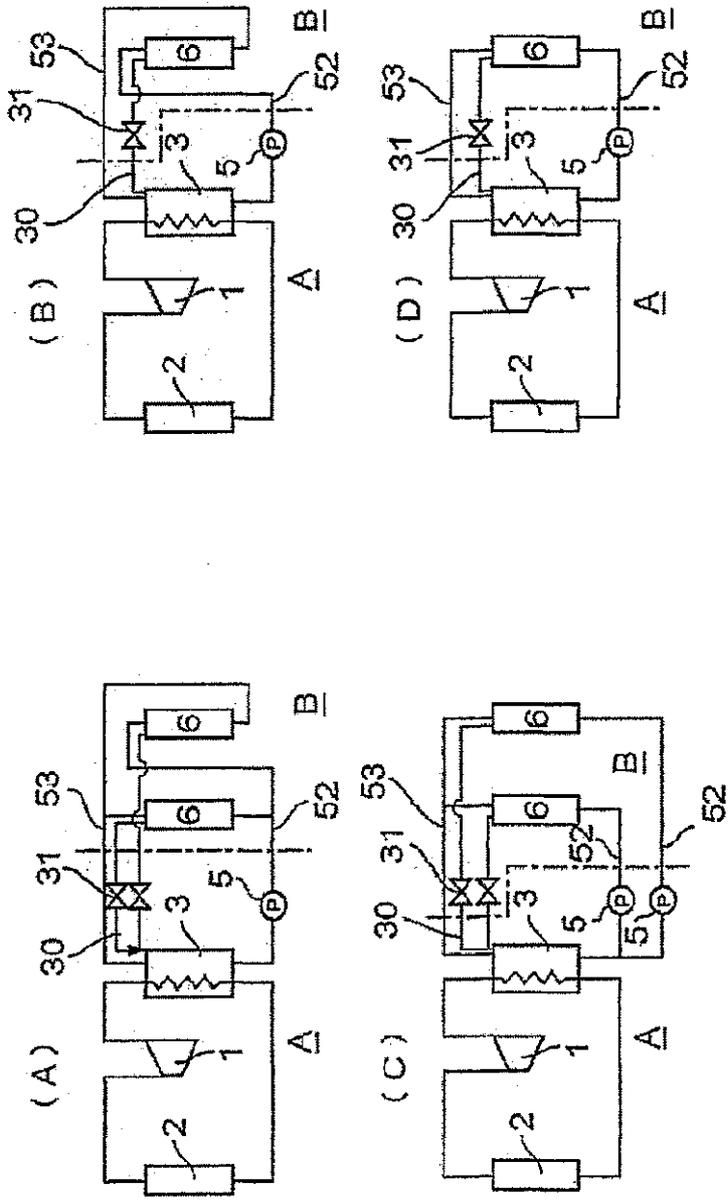


Figura 2

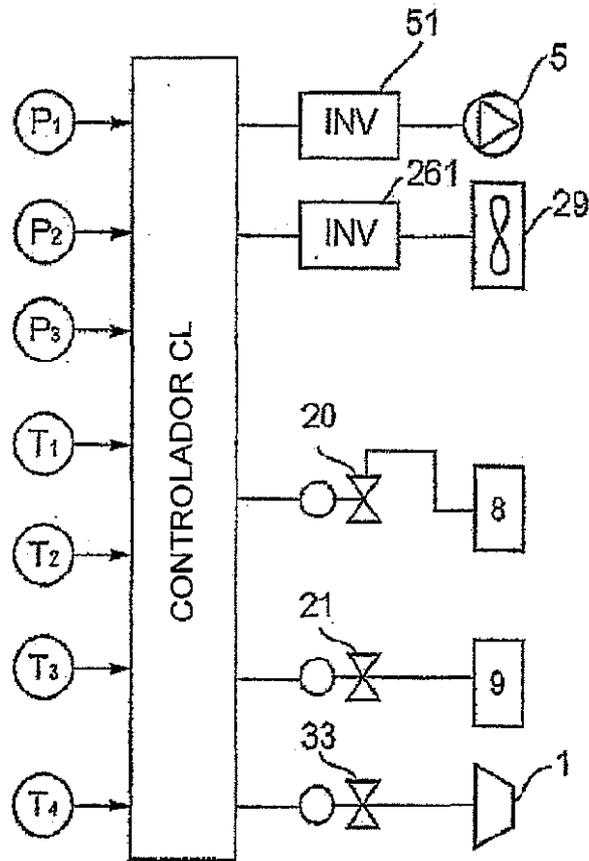


Figura 4

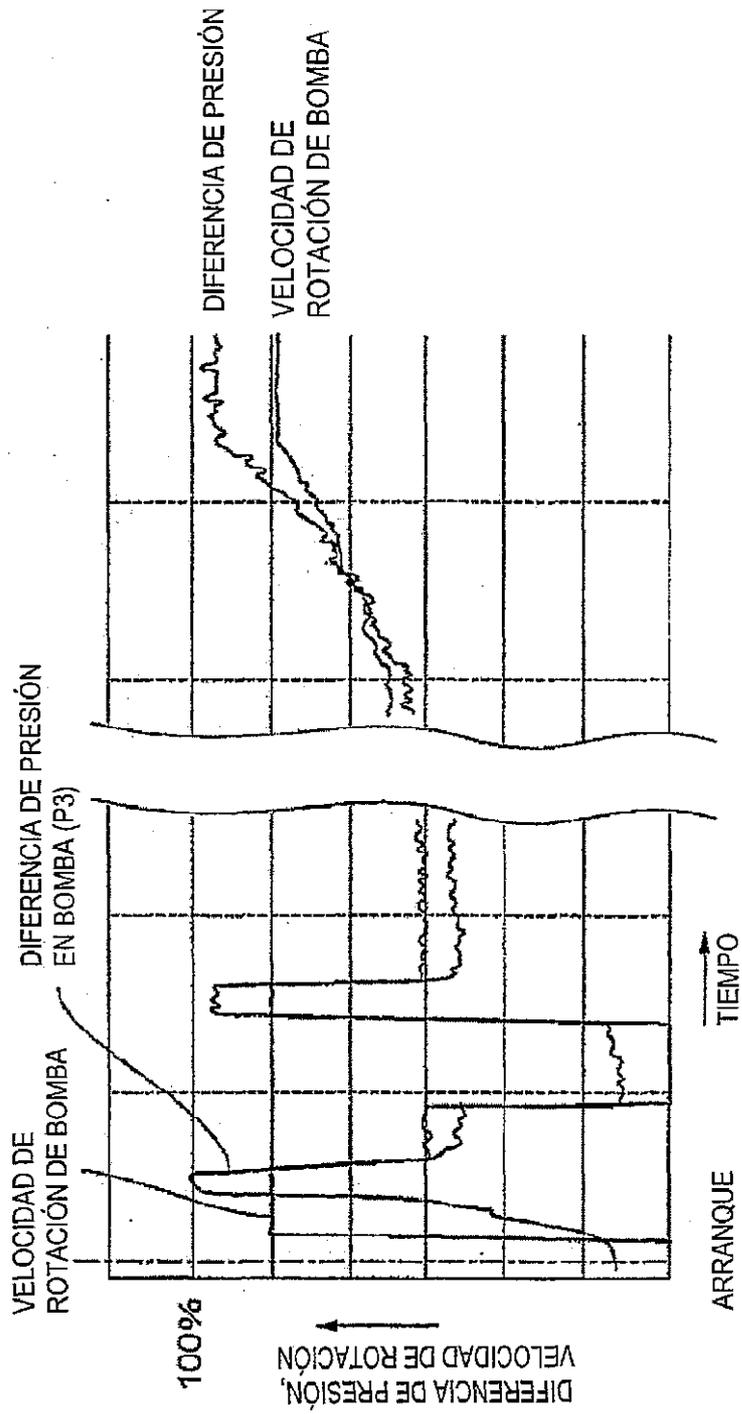


Figura 5

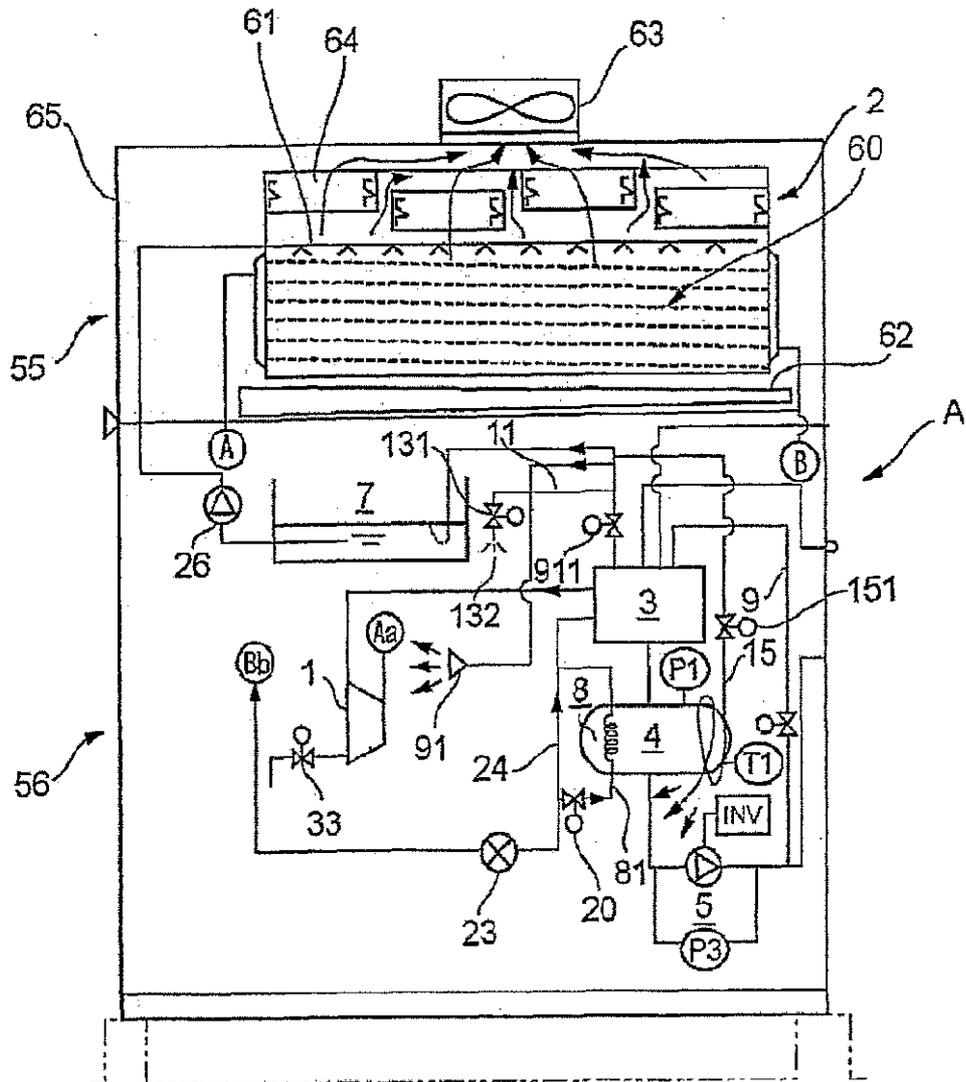
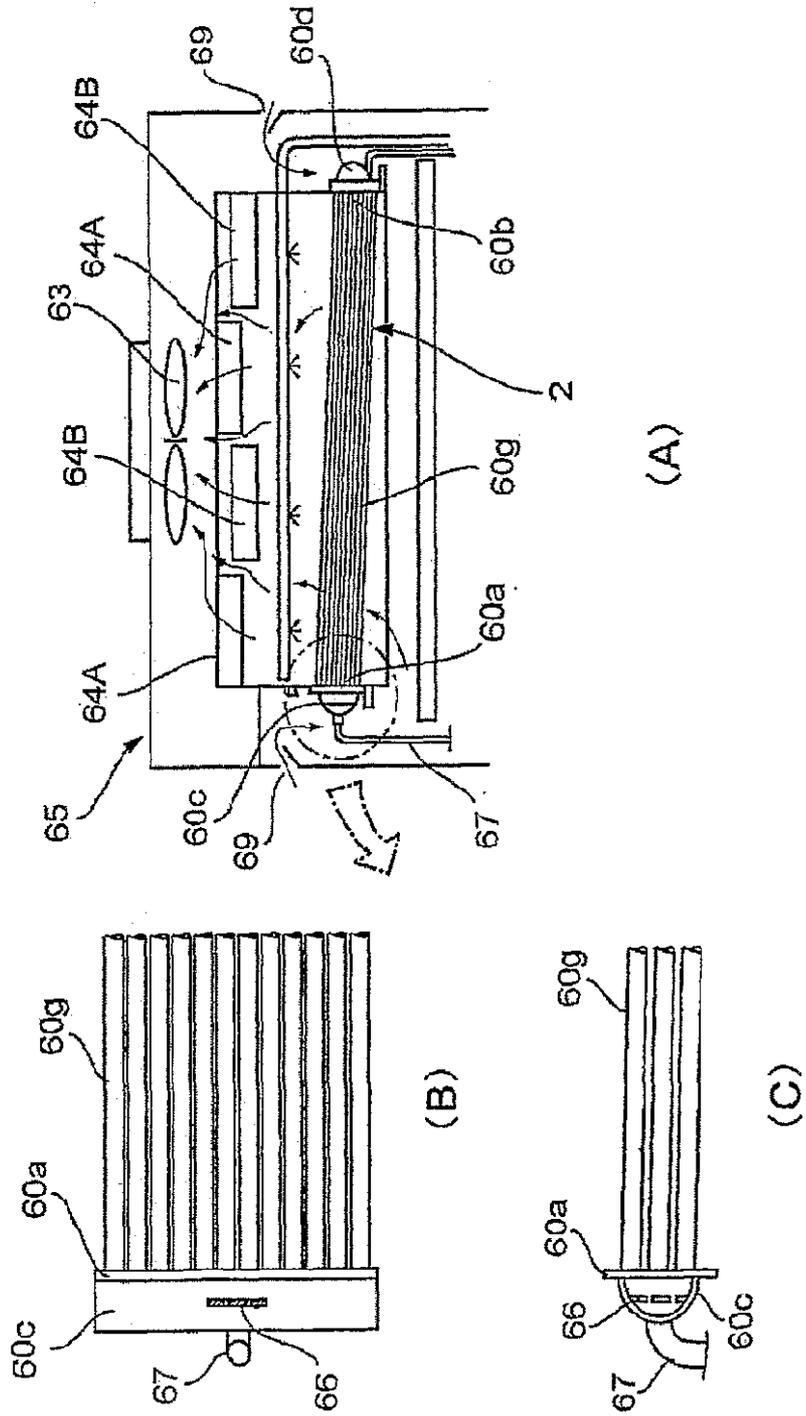


Figura 6

Figure 7



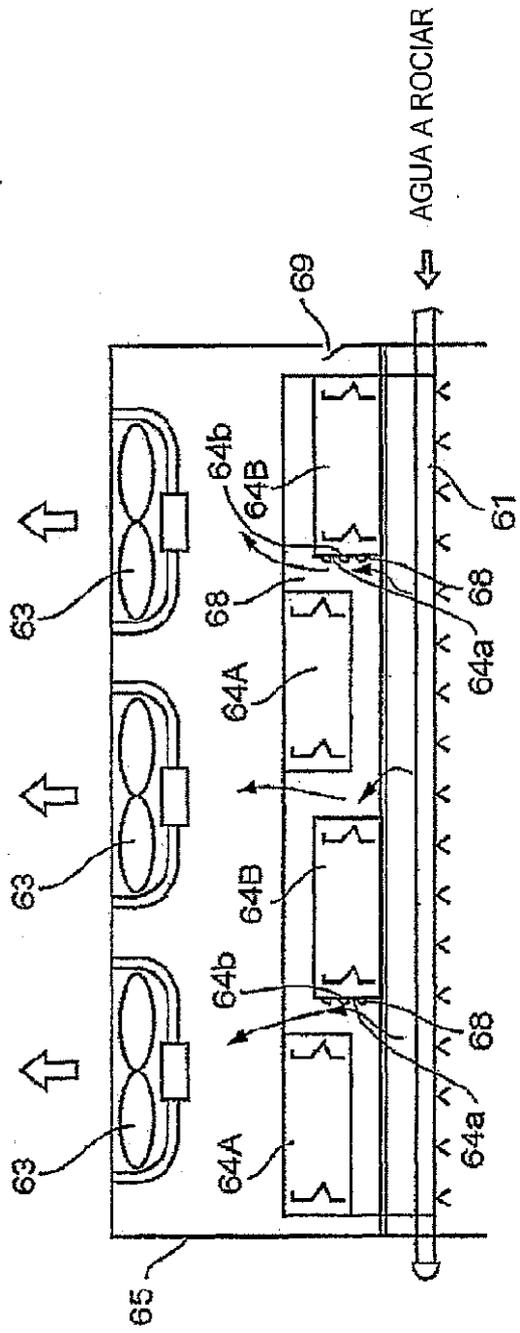


Figura 8

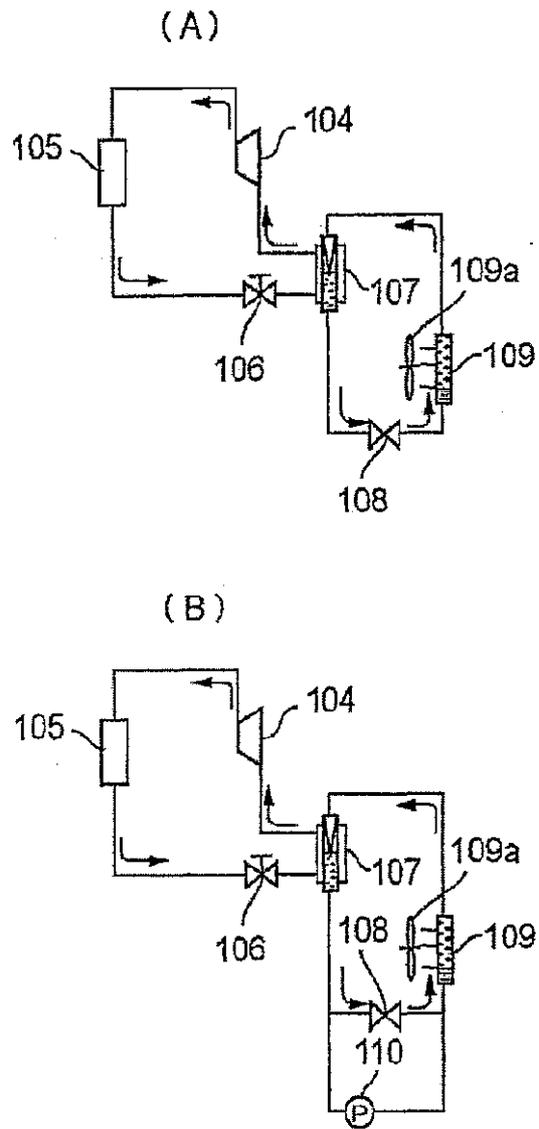


Figura 9

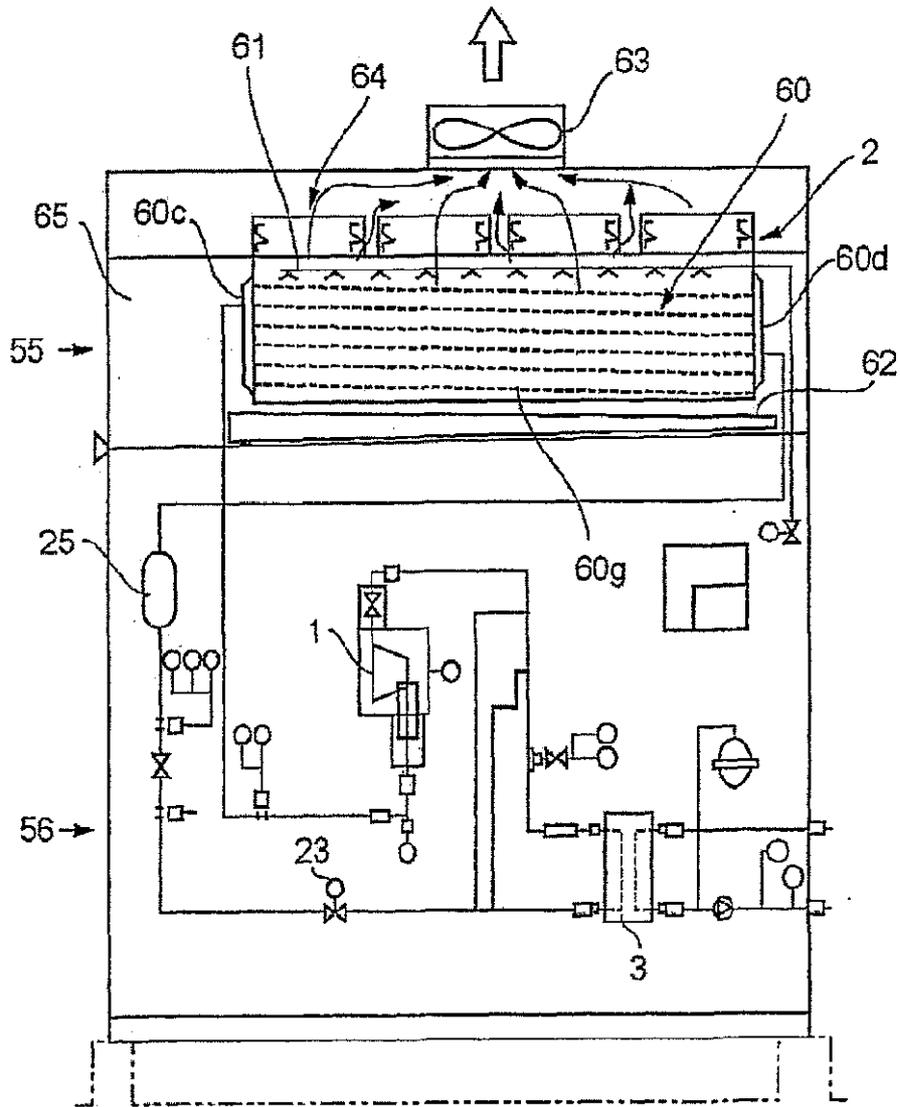


Figura 10