

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 842 104**

51 Int. Cl.:

F17C 7/04 (2006.01)

F25B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2014** **PCT/EP2014/062881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015** **WO15000708**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2014** **E 14736664 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2020** **EP 3017238**

54 Título: **Dispositivo para refrigerar un consumidor con un líquido súper-refrigerado en un circuito de refrigeración**

30 Prioridad:

04.07.2013 DE 102013011212

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

12.07.2021

73 Titular/es:

MESSER GROUP GMBH (100.0%)

Messer-Platz 1

65812 Bad Soden, DE

72 Inventor/es:

HERZOG, FRIEDHELM y

KUTZ, THOMAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 842 104 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para refrigerar un consumidor con un líquido súper-refrigerado en un circuito de refrigeración

5 La invención se refiere a un dispositivo para la refrigeración de un consumidor, con un circuito de refrigeración asociado al consumidor para la circulación de un líquido de refrigeración, en el que está prevista una bomba así como un súper-refrigerador, en donde el súper-refrigerador presenta un depósito conectado para circulación a través de un conducto de alimentación equipado con una válvula de expansión con un tanque de reserva para el líquido de refrigeración para el alojamiento de un baño de refrigeración, un conducto de salida de gases dispuesto en el depósito para la descarga
10 de líquido de refrigeración evaporado así como un intercambiador de calor que se sumerge en el baño de refrigeración durante el empleo correcto del dispositivo e integrado en el circuito de refrigeración.

Los gases licuados de bajo punto de ebullición, como por ejemplo nitrógeno líquido, oxígeno líquido, gases nobles licuados, solamente se pueden mantener líquidos a través de aislamiento especialmente bueno de los depósitos de almacenamiento y de las tuberías. Incluso la radiación térmica o calor de fricción mínimos pueden conducir según el
15 estado de ebullición a una evaporación parcial. A través de la evaporación parcial se acumulan burbujas de ebullición en el circuito de refrigeración, que perjudican la tarea de refrigeración prevista. Para contrarrestar la evaporación parcial se recomienda, por lo tanto, súper-refrigerar el líquido antes de su conducción de un consumidor emisor de calor. Como "súper-refrigeración" se entiende en el contexto de la presente invención la refrigeración de un líquido a
20 una temperatura por debajo de su temperatura de ebullición a la presión respectiva. En gases licuados a elevada temperatura de ebullición, como por ejemplo dióxido de carbono o hidrocarburos fluorados, se puede realizar una súper-refrigeración de manera relativamente sencilla. A tal fin, se súper-refrigera el refrigerante líquido en el tanque de almacenamiento por medio de un equipo de refrigeración eléctrico hasta que durante la circulación en un sistema de de circulación circular no se produce ninguna evaporación parcial a través de radiación térmica y pérdidas por
25 fricción. Los equipos necesarios para ello son, sin embargo, muy caros en virtud de su alta necesidad de potencia en adquisición y funcionamiento.

En el documento DE 2929709 A1 se describe un dispositivo para la súper-refrigeración de un líquido. El dispositivo está constituido por un depósito aislado térmico, en el que está alojado un baño de refrigeración de un medio de
30 refrigeración criogénico licuado y en cuyo espacio de cabeza está dispuesta una válvula de salida de gas. En el baño de refrigeración está dispuesto un intercambiador de calor recorrido por el líquido a súper-refrigerar, por ejemplo, una serpentina de refrigeración. Para la súper-refrigeración del líquido se procura que la presión sobre el baño de refrigeración sea menor que la presión dentro de la serpentina de refrigeración. Puesto que el baño de refrigeración se encuentra, en efecto, en el estado de ebullición, pero su presión se ha reducido frente a la presión del líquido a
35 súper-refrigerar, su temperatura de ebullición está por debajo de la temperatura de ebullición del líquido a súper-refrigerar, que se súper-refrigera de esta manera y por debajo de la cual se licúan de nuevo las burbujas de gas que ya han aparecido. Cuando menor es la presión sobre el baño de refrigeración, tanto menor es su temperatura de ebullición y tanto más efectiva es la súper-refrigeración del líquido en la serpentina de refrigeración.

40 Un súper-refrigerador de este tipo se puede emplear para la refrigeración de un consumidor, montándolo, por ejemplo, en un circuito de refrigeración asociado al consumidor. A través del súper-refrigerador se conduce líquido de refrigeración súper-refrigerado continuamente al consumidor. Con un diseño correspondiente es posible adaptar el calor tomado durante la súper-refrigeración del líquido de refrigeración a la entrada de calor a través del consumidor, de tal manera que el líquido de refrigeración no alcanza su temperatura de ebullición tampoco en el caso de contacto
45 térmico con el consumidor, de manera que está presente en el circuito de refrigeración siempre en el estado líquido.

Los circuitos de refrigeración de este tipo deberían estar equipados para la compensación de las oscilaciones de la densidad o del volumen, especialmente también en el caso de una entrada irregular de calor, con un recipiente de compensación, en el que se encuentra un gas para la compensación de la presión por encima de un nivel del líquido
50 de refrigeración. Por ejemplo, en el documento EP 1 355 114 A2 se describe un circuito cerrado de refrigeración para la refrigeración de componentes, como por ejemplo cables supra conductores de alta temperatura, con un líquido criogénico como portador de frío, en el que un recipiente de compensación asociado al circuito de refrigeración sirve para mantener el circuito de refrigeración por debajo de una presión elevada de funcionamiento de por ejemplo 2 bares a 20 bares y compensar las formaciones de gas que se producen de repente en el circuito cerrado así como las
55 pérdidas de fuga. El recipiente de compensación está conectado en este caso directamente con el circuito de refrigeración y está lleno con el mismo líquido criogénico que circula también en el circuito de refrigeración.

Sin embargo, el depósito de compensación integrado en el circuito de refrigeración limita las posibilidades y especialmente las temperaturas, con las que se puede accionar el circuito de refrigeración. En particular, no se puede conseguir la compensación de la presión por medio de líquido de refrigeración evaporado o no se puede conseguir fácilmente en circuitos de refrigeración, que trabajan con líquidos súper-refrigerados, puesto que una penetración de
60 líquido súper-refrigerado en el depósito de compensación condesaría el medio de refrigeración gaseosos presente allí y reduciría la presión en el depósito de compensación por debajo de la presión de funcionamiento. Como salida se podría contemplar utilizar un gas de punto de ebullición más bajo, por ejemplo, helio, como gas de compensación de

la presión en el espacio de gas del depósito de compensación o prever dentro del depósito de compensación una membrana de separación entre la fase de gas y la fase de líquido. Sin embargo, ambas cosas van unidas con un alto gasto en estructura y mantenimiento.

Se conoce a partir del documento US 7 263 845 B2 un circuito de refrigeración para la refrigeración de un consumidor, especialmente de un supra conductor de alta temperatura, en el que un medio de refrigeración criogénica circula por medio de una bomba en un circuito sucesivamente a través del consumidor y de un súper-refrigerador, cuyo cometido consiste en compensar la entrada de calor a través de la bomba y a través de eventuales pérdidas del conducto. Para crear una compensación en el caso de oscilaciones de la presión que aparecen de forma repentina, el circuito de refrigeración está en conexión de circulación con un depósito de reserva para el medio criogénico, desde el que se suministra inmediatamente medio de refrigeración al súper-refrigerador. Sin embargo, este objeto es digno de mejora con respecto al consumo de refrigerante necesario en el funcionamiento.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de crear un dispositivo para la refrigeración de un consumidor con un líquido de refrigeración súper-refrigerado en un circuito de refrigeración, en el que se puede realizar una compensación de la presión en el circuito de refrigeración con medios sencillos y se realiza un consumo lo más reducido posible de medio de refrigeración.

Este cometido se soluciona por medio de un dispositivo con las características de la reivindicación 1 de la patente.

Por lo tanto, el dispositivo según la invención comprende de una manera conocida en principio en sí un circuito de refrigeración, en el que está prevista, además del consumidor, una bomba para el transporte de líquido de refrigeración (los conceptos "líquido de refrigeración" y "medio de refrigeración líquido" se entienden como sinónimos a continuación) así como un súper-refrigerador dispuesto curso arriba del consumidor. A través del súper-refrigerador se lleva el líquido de refrigeración a una temperatura por debajo de su temperatura de ebullición a la presión respectiva, siendo realizada la súper-refrigeración de una manera más conveniente hasta que la cantidad de calor tomada del líquido de refrigeración durante la súper-refrigeración compensa al menos la entrada de calor a través del consumidor, la bomba y eventuales pérdidas del conducto. El súper-refrigerador comprende un intercambiador de calor integrado en el circuito de refrigeración, a través del cual circula el medio de refrigeración líquido a súper-refrigerar y que está alojado en un baño de refrigeración. El baño de refrigeración está alojado, por su parte, en un depósito resistente a la presión que está constituido de la misma sustancia que el líquido de refrigeración que circula en el circuito de refrigeración, pero que está a una temperatura más baja que éste. Para alcanzar la temperatura baja del baño de refrigeración, se ajusta de manera correspondiente a través del conducto de salida de gas la presión de la fase de gas sobre el baño de refrigeración y en concreto a un valor (llamada a continuación "presión objetiva"), en el que la temperatura de ebullición del líquido de refrigeración en el baño de refrigeración está por debajo de la temperatura de ebullición del líquido de refrigeración en el circuito de refrigeración. La diferencia de temperatura entre el medio de refrigeración en el circuito de refrigeración se realiza, por lo tanto, esencialmente en virtud de una diferencia de la presión entre el baño de refrigeración y el circuito de refrigeración. A través del intercambio de calor con el baño de refrigeración se lleva el líquido de refrigeración en el circuito de refrigeración a una temperatura por debajo de su punto de ebullición (llamada a continuación "temperatura objetiva"). La diferencia entre temperatura de ebullición en el circuito de refrigeración y la temperatura objetiva se determina en este caso esencialmente a través de la entrada de calor a través del consumidor, la bomba y los conductos del circuito de refrigeración y se puede regular especialmente también en función de la entrada de calor. Para compensar la pérdida de líquido de refrigeración en el baño de refrigeración, que se produce en virtud de la entrada de calor en el intercambiador de calor, el recipiente de presión que aloja el baño de refrigeración está en conexión de circulación con un tanque de reserva para líquido de refrigeración. El conducto de líquido, que conecta el sumidero del tanque de reserva con el baño de refrigeración, está equipado con una válvula de expansión que garantiza que no se exceda la presión objetiva sobre el baño de refrigeración. Como medio de refrigeración líquido se emplea con preferencia un gas licuado ultra congelado, por ejemplo nitrógeno líquido o un gas noble licuado.

Para crear en el circuito de refrigeración una compensación de la presión necesaria en virtud de oscilaciones posible de la densidad y del volumen, se emplea según la invención el propio tanque de reserva. A tal fin, el tanque de reserva está en conexión de circulación con el circuito de refrigeración a través de un conducto de conexión, que se deriva desde el conducto de alimentación de líquido curso arriba de la válvula de expansión y que se mantiene abierto a la circulación siempre en ambas direcciones durante el empleo correcto del dispositivo. El conducto de conexión desemboca en este caso en el propio tanque de reserva o en el conducto de alimentación de líquido que conecta el tanto de reserva con el baño de refrigeración en el súper-refrigerador, en cualquier caso, curso arriba de la válvula de expansión. Si aparece una oscilación de la densidad o del volumen, puede fluir líquido de refrigeración de esta manera desde el tanque de reserva hacia el circuito de refrigeración o bien desde éste hacia el tanque de reserva, sin que son ello se influya esencialmente sobre las relaciones de la presión en la zona del baño de refrigeración. La compensación de la presión propiamente dicha se realiza sobre la fase de gas que está presenta en el tanque de reserva sobre el líquido de refrigeración. Especialmente cuando en el tanque de reserva se mantiene un volumen grande de líquido de refrigeración en comparación con el volumen del circuito de refrigeración, la cantidad de líquido de refrigeración en el tanque de reserva y su presión hidrostática impide que el líquido de refrigeración súper-refrigerado que afluye a

través del conducto de conexión en el sumidero del tanque de reserva reduzca la temperatura del medio de refrigeración líquido en el tanque de reserva hasta que la fase de gas colapsa en el tanque de reserva. La presión en el depósito de reserva se puede mantener, sin embargo, dado el caso, por medio de un evaporador de formación de la presión conectado con el tanque de reserva, por ejemplo, un evaporador de aire, en una presión predeterminada.

5 Por lo tanto, un recipiente de compensación separado no es necesario en el circuito de refrigeración, con lo que, además, se simplifica la estructura del dispositivo de refrigeración según la invención frente a los circuitos de refrigeración según el estado de la técnica y se evita la pérdida de energía causada por la entrada de calor en el recipiente de compensación.

10 En una primera configuración de la invención, en el conducto de alimentación de líquido está dispuesto un segundo súper-refrigerador curso arriba de la válvula de expansión, pero curso abajo de la desembocadura del conducto de conexión en el conducto de alimentación de líquido. A través del súper-refrigerador se impide que esté presente más de sólo una parte no esencial del medio de refrigeración líquido cuando se alcanza la válvula de expansión en el estado en forma de gas, lo que perjudicaría la capacidad funcional de la válvula de expansión e influiría también en la capacidad funcional del primer súper-refrigerador (llamado a continuación "súper-refrigerador principal"). Como
15 segundo súper-refrigerador se emplea, por ejemplo, un objeto en el que un conducto que transporta el medio a súper-refrigerar se conduce a través de un baño de refrigeración y está conectado térmicamente con éste, cuya temperatura es más baja que el medio conducido a través del conducto.

20 En otra forma de realización de la invención, en el conducto de alimentación, curso arriba de la válvula de expansión y curso abajo de la derivación del conducto de conexión está previsto un separador de fases. Como separador de fases sirve, por ejemplo, un depósito, al que se conduce el medio a separar y en el que el medio se separa en una fase líquida que se acumula en el fondo del depósito (que se transfiere a continuación hacia el súper-refrigerador) y una fase de gas que se encuentra encima (que se extrae y se conduce, dado el caso, a otra utilización). El separador de
25 fases sirve especialmente para separar gas de evaporación, desde el conducto de conexión hasta el conducto de alimentación de gas hacia el baño de refrigeración del súper-refrigerador principal, desde el líquido y no dejar que llegue al súper-refrigerador principal. El separador de fases se puede emplear, por lo demás, también para la refrigeración previa del medio de refrigeración conducido al súper-refrigerador principal. En este caso, curso arriba del separador de fases, pero curso abajo de la derivación del conducto de conexión está dispuesta otra válvula de
30 expansión y el separador de fases es accionado a una presión más baja que la presión en el sumidero del tanque de reserva, por ejemplo, sin presión (1 bar). El súper-refrigerador adicional o bien el separador de fases adicional descargan el súper-refrigerador principal y reducen el consumo de medio de refrigeración especialmente cuando a través de la aplicación de una presión negativa ($p < 1$ bar) en el baño de refrigeración del súper-refrigerador principal debe alcanzarse una temperatura de refrigeración especialmente baja.

35 En principio, el conducto de conexión puede desembocar en cualquier punto del circuito de refrigeración en éste, pero con preferencia desemboca curso arriba del súper-refrigerador en el circuito de refrigeración, para mantener lo más reducidas posibles las influencias de la temperatura del súper-refrigerador sobre el tanque de reserva. Para poder compensar especialmente bien eventuales oscilaciones de la densidad en la zona del consumidor, de manera
40 especialmente preferida el conducto de conexión desemboca curso abajo del consumidor, pero curso arriba de la bomba en el circuito de refrigeración.

Un desarrollo ventajoso de la invención prevé que el conducto de salida de gases esté equipado con una bomba de vacío. De esta manera se puede reducir la presión objetiva en el depósito de presión que aloja el baño de refrigeración
45 a un valor por debajo de la presión ambiental, es decir, por debajo de 1 bar, y de esta manera se puede conseguir una temperatura todavía más baja en el baño de refrigeración.

De manera más preferida, el tanque de reserva está equipado con un evaporador de la formación de la presión, por ejemplo, un evaporador de aire. De esta manera se mantiene una presión constante en el tanque de reserva.
50

Otra configuración preferida de la invención se caracteriza por que por medio de una instalación de medición y de regulación se puede regular la temperatura del baño de refrigeración en función de la entrada de calor en el circuito de refrigeración. De esta manera, se registra, por ejemplo, la temperatura del líquido de refrigeración en el circuito de refrigeración continuamente o a intervalos de tiempo predeterminados y se conducen los valores calculados a una
55 unidad de regulación y se comparan con un valor de referencia de la temperatura. A continuación, se ajusta la presión en el depósito de presión que aloja el baño de refrigeración a través de reajuste de la válvula de expansión en la admisión del líquido y/o en la bomba de vacío en la salida de gas.

60 El dispositivo de acuerdo con la invención es especialmente adecuado para la refrigeración de un componente supra-conductor, especialmente supra-conductor de alta temperatura. En este caso, el consumidor integrado en el circuito de refrigeración es, por lo tanto, un componente supra-conductor, por ejemplo, un cable supra-conductor o un imán supra-conductor. Tales componentes supra-conductores deben mantenerse, para la consecución y mantenimiento del estado supra-conductor, a una temperatura baja de funcionamiento, cuyo valor en función del material y de la carga a través de la corriente y el flujo magnético, está entre casi cero y actualmente (en algunos supra-conductores de alta

temperatura) en aproximadamente 140 K, Para la consecución de la temperatura de funcionamiento se refrigera el componente supra-conductor, por ejemplo, por medio de nitrógeno líquido, helio líquido u otro gas licuado. Durante el funcionamiento, los componentes supra-conductores no introducen, sin embargo, calor en el medio de refrigeración, por lo que son especialmente bien adecuados para la refrigeración por medio de un líquido refrigerado que circula en un circuito de refrigeración.

Ejemplo

En un circuito de refrigeración para la refrigeración de un consumidor, por ejemplo, de un cable supra-conductor, se emplea nitrógeno líquido como medio de refrigeración, que circula a una presión de 8 a 10 bares en el circuito de refrigeración. A través de un súper-refrigerador dispuesto en el circuito de refrigeración se lleva nitrógeno a una temperatura de -206°C. Después de la circulación a través del consumidor y de la bomba, presenta en la salida del súper-refrigerador una temperatura de -200°C. El calor correspondiente a la diferencia de la temperatura se extrae del nitrógeno líquido, llevando la presión en el baño de refrigeración del súper-refrigerador por medio de una bomba de vacío a un valor, por ejemplo, entre 0,15 y 0,2 bares. La presión en el circuito de refrigeración corresponde a la presión en el sumidero del depósito de reserva, de manera que el depósito de reserva se puede emplear de acuerdo con la invención como recipiente de compensación.

Los dibujos ilustran ejemplos de realización de la invención. En las vistas esquemáticas:

La figura 1 muestra el diagrama de un dispositivo no acorde con la invención.

La figura 2 muestra el diagrama de un dispositivo según la invención en una primera forma de realización.

La figura 3 muestra el diagrama de un dispositivo según la invención en una segunda forma de realización.

A continuación, las partes equivalentes de las formas de realización representadas presentan, respectivamente, los mismos signos de referencia.

El dispositivo 1 mostrado en la figura 1 comprende un circuito de refrigeración 2 para la refrigeración de un consumidor no mostrado aquí, por ejemplo, de un cable supra conductor o imán. El circuito de refrigeración 2 comprende un conducto de avance 3 para la conducción de un medio de refrigeración líquido, en particular de un medio de refrigeración criogénico como por ejemplo nitrógeno líquido, LNG o un gas noble licuado, hacia el consumidor y un conducto de retorno 4 para la descarga del medio de refrigeración líquido desde el consumidor. El conducto de avance 3 y el conducto de retorno 4 están conectadas para circulación entre sí, una bomba 5 realiza el transporte del medio de refrigeración líquido en el circuito de refrigeración 2.

Curso abajo de la bomba 5 dispuesto un súper-refrigerador 6 en el conducto de avance. El súper-refrigerador 6 comprende un depósito de presión 7 en el que está alojado un baño de refrigeración 8. En el baño de refrigeración 8 se sumerge el conducto de avance 3 guiado a través del depósito de presión 7 con un intercambiador de calor, por ejemplo, una serpentina de refrigeración 9. Para la alimentación de medio de refrigeración líquido nuevo al baño de refrigeración 8, un conducto de alimentación 12, conectado con el sumidero de un tanque de reserva 11, por ejemplo, un tanque estático, desemboca en el depósito de presión 7. La presión en el tanque de reserva 11 se mantiene en este caso en un valor predeterminado a través de una regulación de la presión del tanque, por ejemplo, incluyendo un evaporador de aire 13. En el conducto de alimentación 12 está dispuesta una válvula de expansión 14, por medio de la cual se puede ajustar una presión máxima en el conducto de alimentación 12 curso abajo de la válvula de expansión 14. En una zona superior llena por medio de refrigeración gaseoso en el empleo correcto del dispositivo 1 dentro del depósito de presión 7 desemboca un conducto de extracción de gas 15, en el que está integrada - opcionalmente - una bomba de vacío 16. El circuito de refrigeración 2 y las griferías conectadas para circulación con el tanque de reserva 11 no son independientes entre sí según la técnica de circulación, sino que están acopladas entre sí a través de un conducto de unión 17, que establece entre un punto de derivación 18 curso arriba de la válvula de expansión y un punto de derivación 19 curso arriba de la bomba 5 una conexión de circulación entre el conducto de alimentación 12 y el circuito de refrigeración 2.

En el funcionamiento del dispositivo 1, el medio de refrigeración líquido circula a través del circuito de refrigeración 2. La presión en el circuito de refrigeración 2 corresponde esencialmente a la presión en el fondo del tanque de reserva 11, por lo tanto, presenta una temperatura de ebullición, que es más alta que la temperatura de ebullición del medio de refrigeración, que predomina en la superficie del líquido en el tanque de reserva 11. El medio de refrigeración es conducido al consumidor a través del conducto de avance 3 en el estado súper-refrigerado y el medio de refrigeración calentado a través del contacto térmico con el consumidor y/o con secciones del conducto que conducen hacia o bien desde el consumidor circula siempre todavía en el estado súper-refrigerado preferido a través del conducto de retorno 4 fuera del consumidor y es conducido por medio de la bomba 5 de nuevo al conducto de avance 3.

Para garantizar que el medio de refrigeración está presente en todo el circuito de refrigeración 2 en el estado líquido, se refrigera el medio de refrigeración en el conducto de avance 3 por medio del súper-refrigerador 6 a una temperatura predeterminada de, por ejemplo, 5 K a 10 K por debajo de su temperatura de ebullición. La "temperatura predeterminada" se selecciona para que toda la entrada de calor al circuito de refrigeración 2 a lo sumo no sea suficiente para calentar el medio de refrigeración súper-refrigerado a su temperatura de ebullición. A tal fin, se lleva el medio de refrigeración en el baño de refrigeración 8 a una presión más baja que el medio de refrigeración en el circuito de refrigeración 2, de manera que la temperatura de ebullición a la presión presente en el depósito de presión 7 está por debajo de la temperatura predeterminada del medio de refrigeración en el conducto de avance 3. La presión necesaria se ajusta en la válvula de expansión 14, en caso necesario se puede reducir la presión a través del empleo de la bomba de vacío 16 también a una presión inferior a 1 bar. El gas descargado a través del conducto de extracción de gas 15 es descargado al medio ambiente o es conducido a una utilización posterior. Por lo demás, es concebible también en el marco de la invención que la presión en el depósito de presión 7 sea regulada en función de una temperatura medida del medio de refrigeración en el conducto de avance 3.

En el caso de la aparición de oscilaciones de la presión durante el funcionamiento del circuito de refrigeración 2, es necesario un volumen de compensación. Como tal volumen de compensación sirve en el dispositivo 1 el tanque de reserva 11, puesto que a través del conducto de conexión 19 abierto a la circulación en ambas direcciones durante el funcionamiento del dispositivo 1 puede circular el medio de refrigeración libremente entre el circuito de refrigeración 2 y el tanque de reserva 11. Para una formación de la presión necesaria, dado el caso, en el tanque de reserva 11, se utiliza el evaporador de formación de la presión 13,. El dispositivo 1 no requiere, por lo tanto, ningún recipiente de compensación separado asociado al circuito de refrigeración 2. Puesto que el punto de derivación 18 en el conducto de alimentación 12 está dispuesto curso arriba de la válvula de expansión 14, y la válvula de expansión 14 se regula a una presión final predeterminada, las oscilaciones de la presión producidas en el circuito de refrigeración 2 no conducen a una influencia considerable de las relaciones de la presión en el depósito 7.

El dispositivo 20 mostrado en la figura 2 se diferencia del dispositivo 1 por un súper-refrigerador 21 adicional, que está dispuesto en el conducto de alimentación 12 curso arriba de la válvula de expansión 14. El súper-refrigerador 21 presenta un intercambiador de calor 22, que está alojado en un baño de refrigeración 23. El baño de refrigeración 23 es alimentado igualmente desde el tanque de reserva 11, pero una válvula de expansión 24 se ocupa de que la presión en el baño de refrigeración 23 sea menor que en el conducto 12 y, por lo tanto, la temperatura del baño de refrigeración 23 es menor que la temperatura del medio de refrigeración que fluye a través del intercambiador de calor 22. A través de la súper-refrigeración del medio de refrigeración que fluye a través del conducto de alimentación 12 se impide que una parte esencial del medio de refrigeración alcance la válvula de expansión 14 en el estado ya evaporado, con lo que sufriría la capacidad funcional de la válvula de expansión 14 y se influiría sobre la capacidad de potencia del súper-refrigerador 6.

En el dispositivo 25 mostrado en la figura 3, en el conducto de alimentación 12, curso arriba de la válvula de expansión 14, se encuentra un separador de fases 26 curso arriba de éste otra válvula de expansión 27. El separador de fases comprende un recipiente 28 en el que se acumula medio de refrigeración gaseoso, que ha aparecido curso arriba del separador de fases 26 a través de la evaporación de medio de refrigeración líquido y/o ha sido introducido desde el circuito de refrigeración 2 a través del conducto de unión 19, en una fase gaseosa 29 en el separador de fases 26, mientras que el medio de refrigeración que permanece en el estado líquido configura en el separador de fases 26 una fase líquida 30. La fase líquida 30 está conectada para circulación con el súper-refrigerador 6 a través de la sección del conducto de alimentación 12 colocada curso abajo del separador de fases 26, mientras que a través de un conducto de salida de gas 31, conectado para circulación con la fase de gas 29 se puede descargar gas desde la fase de gas 29. A través del separador de fases 26 se asegura, de manera similar como a través del segundo súper-refrigerador 21 en el dispositivo 20, que inmediatamente curso arriba de la válvula de expansión 14 no esté presente o sólo en cantidades insignificantes un medio de refrigeración gaseoso en el conducto de alimentación 12, con lo que se evitan interferencias en la función de la válvula de expansión 14; al mismo tiempo se puede emplear para la refrigeración previa del medio de refrigeración alimentado al súper-refrigerador 6, manteniendo la fase de gas 29 durante el funcionamiento a una presión más reducida que la presión en el fondo del tanque de reserva 11.

Lista de signos de referencia

1	Dispositivo
2	Circuito de refrigeración
3	Conducto de avance
4	Conducto de retorno
5	Bomba
6	Súper-refrigerador
7	Depósito de presión
8	Baño de refrigeración
9	Serpentina de refrigeración
10	-

	11	Tanque de reserva
	12	Conducto de alimentación
	13	Evaporador de aire
	14	Válvula de expansión
5	15	Conducto de extracción de gas
	16	Bomba de vacío
	17	Conducto de unión
	18	Punto de derivación
	19	Punto de derivación
10	20	Dispositivo
	21	Súper-refrigerador
	22	Intercambiador de calor
	23	Baño de refrigeración
	24	Válvula de expansión
15	25	Dispositivo
	26	Separador de fases
	27	Válvula de expansión
	28	Depósito
	29	Fase de gas
20	30	Fase líquida
	31	Derivación de gas

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la refrigeración de un consumidor, con un circuito de refrigeración (2) asociado al consumidor para la circulación de un líquido de refrigeración, en el que están previstos una bomba (5) así como un súper-refrigerador (6), en donde el súper-refrigerador (6) presenta un depósito (7) conectado para la circulación de líquido de refrigeración con un tanque de reserva (11) a través de un conducto de alimentación (12) equipado con una válvula de expansión (14) para el alojamiento de un baño de refrigeración (8), un conducto de extracción de gas (15) dispuesto en el depósito (7) para la descarga de líquido de refrigeración evaporado así como un intercambiador de calor (9) que se sumerge en el baño de refrigeración (8) durante el empleo correcto del dispositivo (1, 20, 25) e integrado en el circuito de refrigeración (2), en donde el tanque de reserva (11) se emplea para crear en el circuito de refrigeración (2) una compensación de la presión necesaria en virtud de las oscilaciones de la densidad o del volumen, en donde desde el circuito de refrigeración (2) se deriva un conducto de conexión (17) abierto siempre para la circulación en ambas direcciones durante el empleo correcto del dispositivo (1, 20, 25), que está conectado para la circulación en el tanque de reserva (11) y/o con el conducto de alimentación (12), que conduce hacia el baño de refrigeración (8) del súper-refrigerador (6) curso arriba de la válvula de expansión (14), caracterizado por que en el conducto de alimentación (12) entre la desembocadura (18) del conducto de conexión (17) y la válvula de expansión (14) está dispuesto un segundo súper-refrigerador (21), y/o en el conducto de alimentación (12) está previsto un separador de fases (26) curso arriba de la válvula de expansión (14).
2. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conducto de conexión (17), visto en la dirección de la circulación, desemboca entre el consumidor y la bomba (5) en el circuito de refrigerador (2).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conducto de extracción de gas (15) está equipado con una bomba de vacío (16).
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tanque de reserva (11) está equipado con un evaporador de formación de la presión (13).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que por medio de una instalación de medición y de regulación se puede regular la temperatura del baño de refrigeración (8) en función de la entrada de calor en el circuito de refrigeración (2).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como consumidor está previsto un componente supra-conductor.

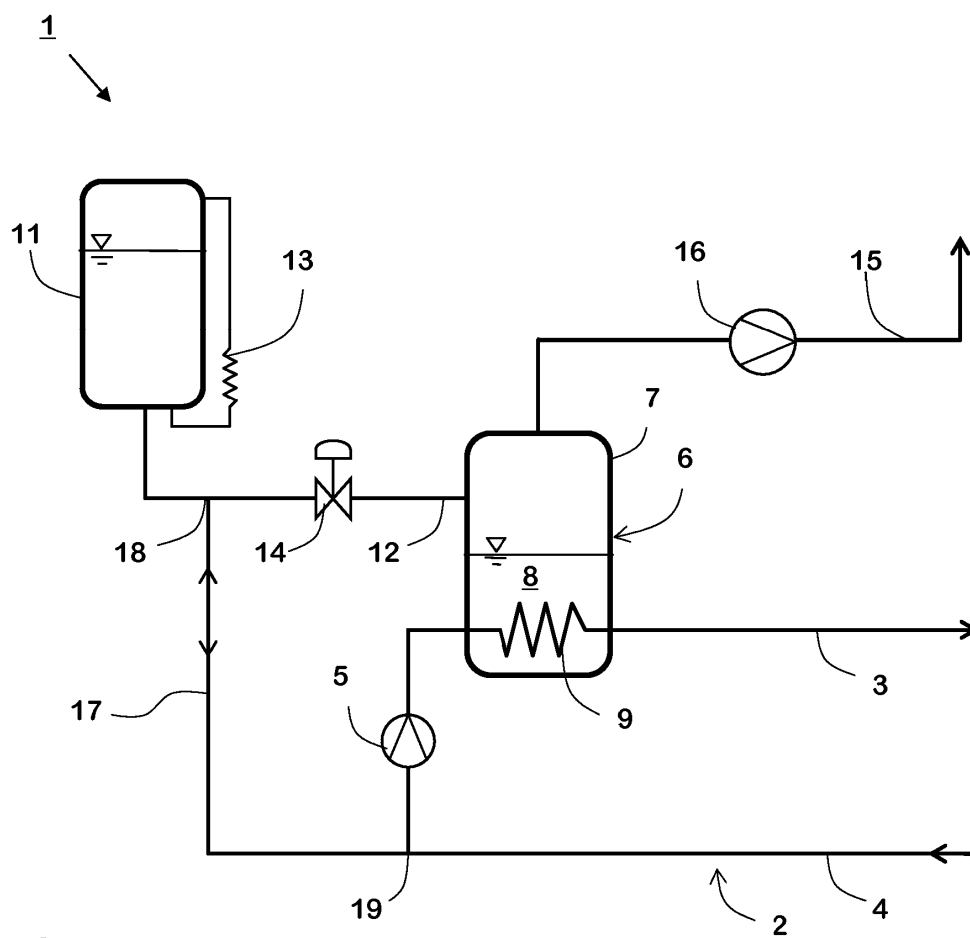


Fig. 1

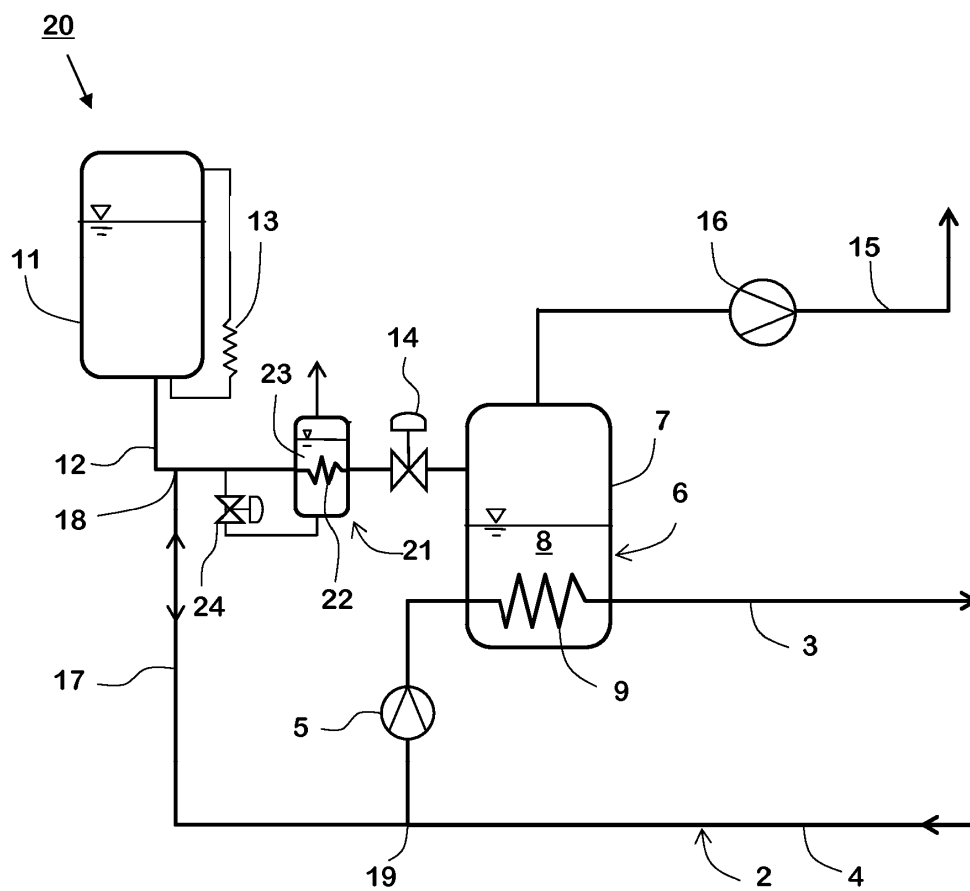


Fig. 2

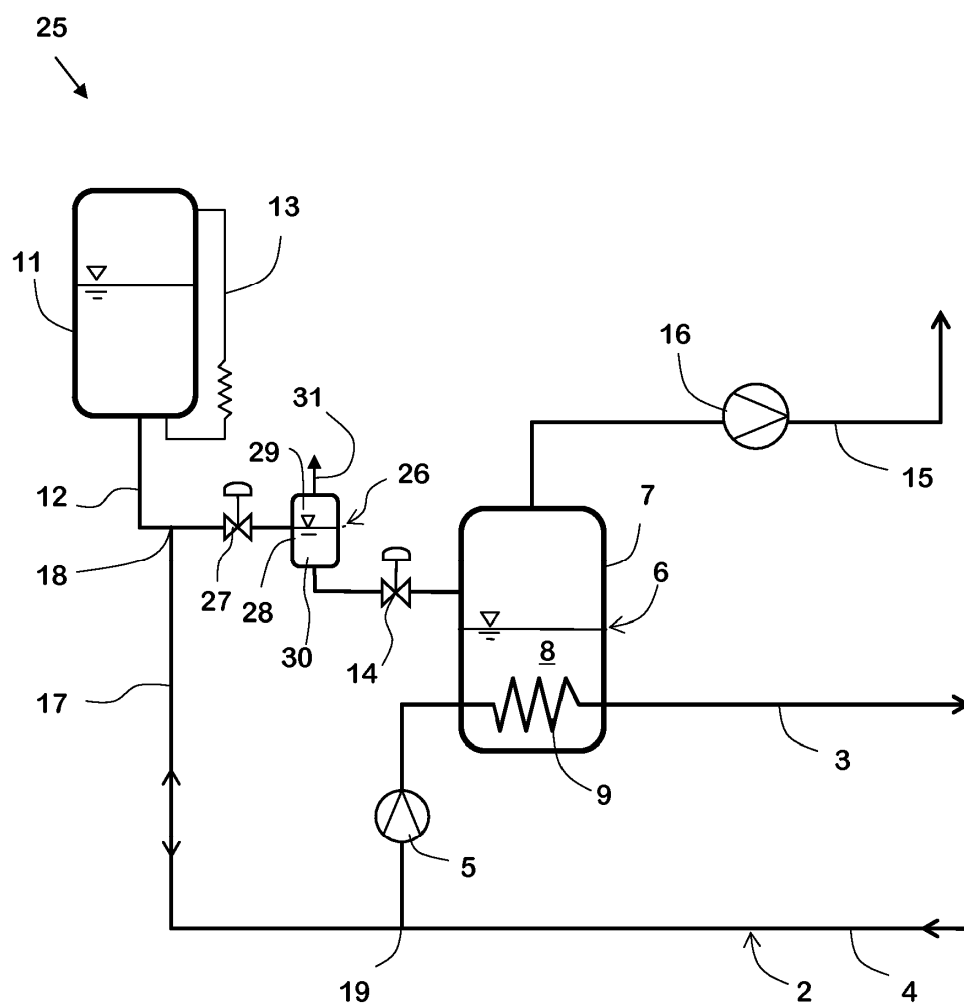


Fig. 3