

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 548**

51 Int. Cl.:

F17C 5/02 (2006.01)

F17C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2018 PCT/EP2018/071282**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2019 WO19042714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2018 E 18753357 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024 EP 3676529**

54 Título: **Procedimiento para llenar un tanque de refrigerante móvil con un refrigerante criogénico**

30 Prioridad:

31.08.2017 DE 102017008210

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

04.12.2024

73 Titular/es:

MESSER SE & CO. KGAA (50.0%)

Messer-Platz 1

65812 Bad Soden, DE y

MESSER FRANCE S.A.S. (50.0%)

72 Inventor/es:

FRÈRE, ÉMILIE y

GOCKEL, FRANK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 991 548 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

Procedimiento para llenar un tanque de refrigerante móvil con un refrigerante criogénico

La invención se refiere a un procedimiento para llenar un tanque de refrigerante de un vehículo con un refrigerante criogénico.

- 5 La invención se refiere en particular a un dispositivo o procedimiento para llenar tanques de refrigerante destinados a enfriar una cámara frigorífica que se encuentra en un vehículo frigorífico, en particular un camión frigorífico. Estas cámaras frigoríficas se utilizan para transportar productos sensibles a la temperatura como productos refrigerados a una temperatura de, por ejemplo, 4°C a 10°C, o como productos congelados a temperaturas inferiores a 0°C. Para refrigerar estas cámaras frigoríficas se siguen utilizando a menudo unidades de refrigeración convencionales, pero cada vez son más criticadas por sus elevadas emisiones sonoras, por un lado, y por las emisiones de diésel, por otro, durante el funcionamiento. Una alternativa es enfriar utilizando un refrigerante criogénico. El refrigerante criogénico, por ejemplo nitrógeno líquido, se almacena en estado líquido en un tanque de refrigerante termoaislado montado en el vehículo y, en caso necesario, se conduce a la cámara frigorífica a través de una tubería. Para enfriar la cámara frigorífica, el refrigerante criogénico se pulveriza en la cámara frigorífica en forma líquida o gaseosa (enfriamiento directo) o se pone en contacto térmico indirecto con la atmósfera de la cámara frigorífica a través de un intercambiador de calor (enfriamiento indirecto). Ejemplos de tales vehículos frigoríficos y sistemas de refrigeración de vehículos frigoríficos se describen en los documentos WO 2011/141287 A1, EP 1 659 355 A2, GB 2 275 098 A o EP 2 384 916 A2.

- 10 Además de ello, la invención se refiere en general a un dispositivo y a un procedimiento del tipo mencionado al principio para llenar tanques de refrigerante (en lo sucesivo también "tanques de refrigerante móviles") montados en vehículos, en particular vehículos de carretera o ferroviarios, con un refrigerante criogénico.

Los tanques de refrigerante móviles generalmente se llenan en estaciones de llenado que están conectadas de manera fluida a un tanque de almacenamiento estacionario en el que se almacena el refrigerante en estado criogénico. La estación de llenado está equipada con una línea de llenado a la que se puede conectar mediante un acoplamiento a una línea de llenado para el tanque de refrigerante.

- 25 En general se utiliza una bomba para transportar el refrigerante a la estación de llenado o al llenar el tanque de refrigerante. Sin embargo, bombear refrigerantes criogénicos usando una bomba implica costos de operación y mantenimiento de la bomba y también es propenso a fallar. La bomba también introduce calor no deseado en el sistema. Para evitar efectos de cavitación, la bomba y la tubería también deben enfriarse previamente antes del proceso de llenado, lo que provoca un retraso de tiempo considerable.
- 30 Para llenar un tanque de refrigerante móvil sin utilizar una bomba, el refrigerante criogénico se puede suministrar en la estación de llenado a una presión mayor que la correspondiente a la presión en el tanque de refrigerante. Durante el repostaje, el refrigerante fluye hacia el tanque de refrigerante bajo el efecto de una presión más alta. Sin embargo, existe el problema cuando la presión en el tanque de refrigerante se expande a un nivel más bajo, parte del refrigerante se evapora y debe eliminarse. Esto conduce a pérdidas significativas de refrigerante y también plantea importantes riesgos de seguridad para un usuario si el refrigerante evaporado se descarga directamente desde el tanque de refrigerante o directamente en el vehículo a la atmósfera del entorno.

- 35 En un dispositivo conocido por el documento WO 2014/064355 A2 para llenar un tanque de refrigerante con un medio criogénico, el gas generado en el tanque de refrigerante se recoge y se utiliza para producir una diferencia de presión uniforme y predeterminada entre el tanque de almacenamiento de la estación de llenado y el tanque de refrigerante. Para ello, una parte del gas se devuelve a la estación de llenado. Aunque esto evita el escape incontrolado de gas frío al entorno, existe la necesidad de crear una conexión estanca tanto entre las fases líquidas como entre las fases gaseosas en el tanque de refrigerante y en el tanque de almacenamiento. Sin embargo, esto resulta engorroso para el usuario y, por último, pero no menos importante, aumenta el riesgo de seguridad; además, se reduce la velocidad del proceso de llenado.

- 40 Por el documento DE 197 04 362 C1 se conoce un dispositivo para llenar tanques de vehículos con un combustible criogénico, en el que el combustible se suministra en estado subenfriado al tanque de vehículo, lo que aumenta la seguridad durante el proceso de repostaje. Para proporcionar combustible subenfriado, está previsto un primer tanque de almacenamiento, que está dispuesto dentro de un segundo tanque de almacenamiento en el que el combustible está presente a una presión más baja. Sin embargo, esta disposición es estructuralmente muy compleja.

- 45 Por el documento US 2013/0263609 A1 se conoce un dispositivo para repostar tanques de vehículos con un combustible criogénico, tal como GNL. El dispositivo incluye un tanque de almacenamiento, un tanque dispensador y un tanque de presurización. El tanque de presurización sirve para llevar una cantidad de combustible criogénico retirado del tanque de almacenamiento a la presión de llenado requerida y para suministrarlo al tanque dispensador, desde donde luego se

repostan los tanques de vehículos. Sin embargo, la desventaja de esta disposición es que una porción significativa y difícil de detectar del combustible se evapora cuando se transfiere al tanque de vehículo. El documento EP 1 353 112 A1 se refiere a un procedimiento para transportar líquido criogénico desde un sistema de recipiente de estación a un recipiente receptor.

5 Existe otro problema con las estaciones de llenado públicas para llenar los tanques de refrigerante. Según las disposiciones legales, se debe garantizar que la cantidad de refrigerante medida durante el repostaje se transfiera completamente al tanque del cliente. Sin embargo, esto no se puede garantizar si el refrigerante se evapora parcialmente en el tanque del cliente y se extrae del mismo durante el proceso de llenado.

10 Por lo tanto, la invención tiene el objeto subyacente de proporcionar un procedimiento rápido y seguro para llenar tanques de refrigerante móviles que cumpla con los requisitos de una estación de llenado pública.

Este objeto se logra mediante un procedimiento con las características y pasos de la reivindicación 1.

15 Un dispositivo adecuado para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención está equipado con un tanque de almacenamiento para almacenar refrigerante criogénico licuado, que está en conexión fluida con una estación de llenado que tiene una línea de llenado equipada con un acoplamiento para conectar un tanque de refrigerante a llenar. Se proporciona un recipiente de acondicionamiento para almacenar temporalmente refrigerante criogénico licuado aguas abajo del tanque de almacenamiento y aguas arriba de la estación de llenado, que puede ponerse en conexión fluida con un recipiente de presurización en el que el refrigerante criogénico está presente a una presión mayor que la presión en el tanque de almacenamiento.

20 Los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" aquí y a continuación se refieren a una disposición relativa a la dirección de flujo prevista del refrigerante líquido durante el proceso de llenado.

25 Por lo tanto, el dispositivo comprende un tanque de almacenamiento preferiblemente termoaislado, en el que se almacena el refrigerante criogénico, en particular nitrógeno líquido, a una presión p_1 comparativamente baja de, por ejemplo, $p_1 = 1-2$ bar (g), un recipiente de presurización preferiblemente también termoaislado, en el que el refrigerante criogénico está presente a una presión p_2 que es mayor que la presión p_1 en el tanque de almacenamiento, por ejemplo de 5 a 8 bar (g), y un recipiente de acondicionamiento termoaislado y resistente a la presión que se puede poner en conexión fluida alternativamente con el tanque de almacenamiento y el recipiente de presurización. El recipiente de acondicionamiento es más pequeño que el tanque de almacenamiento y que el recipiente de presurización, de modo que un cambio en las condiciones de presión en el tanque de acondicionamiento no tiene una influencia significativa sobre las condiciones de presión en el tanque de almacenamiento y el recipiente de presurización. El recipiente de acondicionamiento está en conexión fluida con la línea de llenado de una estación de llenado, que a su vez puede estar conectada de manera estanca a la presión y a los líquidos, pero de manera desmontable, mediante un acoplamiento con una conexión de llenado de un tanque de refrigerante a llenar.

35 De este modo, el refrigerante se almacena en el tanque de almacenamiento a una presión comparativamente baja y a una temperatura correspondientemente baja y se llena en el recipiente de acondicionamiento hasta un nivel predeterminado. Después de cerrar la conexión fluida al tanque de almacenamiento y abrir la conexión fluida al recipiente de presurización, debido a la mayor presión allí, se produce un aumento de presión en el recipiente de acondicionamiento, lo que conduce a que el refrigerante criogénico allí presente esté a una temperatura significativamente por debajo de la temperatura de equilibrio de la presión correspondiente, es decir, el refrigerante criogénico en el tanque de acondicionamiento en el estado subenfriado y puede llenarse en el tanque de refrigerante a través de la línea de llenado sin que una parte significativa del refrigerante se evapore durante el proceso de llenado. De acuerdo con la invención, no es necesaria una línea de retorno a través de la cual se tendría que devolver el gas desde el espacio superior del tanque de refrigerante a la estación de llenado.

45 El tanque de almacenamiento y el recipiente de acondicionamiento están conectados entre sí preferiblemente a través de dos líneas: Una primera línea, por medio de la cual se suministra refrigerante líquido desde el tanque de almacenamiento al recipiente de acondicionamiento y una segunda línea, por medio de la cual se devuelve refrigerante gaseoso desde el recipiente de acondicionamiento al espacio superior del tanque de almacenamiento y, por lo tanto, se logra una compensación de presión entre el tanque de almacenamiento y el tanque de acondicionamiento puede tener lugar durante el llenado del tanque de acondicionamiento. Ambas líneas están equipadas con herrajes de bloqueo que se cierran antes de que se establezca la conexión fluida entre el tanque de acondicionamiento y el tanque de presurización.

50 La cantidad total de refrigerante suministrada al tanque de refrigerante se registra preferiblemente en un dispositivo de medición dispuesto en la línea de llenado, detrás del recipiente de acondicionamiento. Dado que durante el proceso de llenado el tanque de refrigerante está conectado de forma estanca a los gases a la estación de llenado y ni se expulsa gas al entorno ni se devuelve a la estación de llenado o al tanque de almacenamiento, la cantidad registrada en el dispositivo de medición corresponde con mucha precisión a la cantidad de refrigerante realmente introducida en el tanque de

refrigerante. Esto hace que el dispositivo de acuerdo con la invención sea especialmente adecuado para equipar estaciones de llenado públicas para refrigerantes criogénicos.

5 Una configuración especialmente ventajosa de la invención prevé que el recipiente de presurización esté diseñado para almacenar refrigerante criogénico licuado y esté equipado con un evaporador para evaporar el refrigerante criogénico. En el recipiente de presurización, el refrigerante está en forma licuada y se evapora total o parcialmente para producir la presión que actúa sobre el recipiente de acondicionamiento. La evaporación se realiza preferiblemente mediante un evaporador de aire, en el que el refrigerante criogénico líquido se pone en contacto térmico con el aire ambiente más cálido.

10 Preferiblemente, la línea de llenado está conectada de manera fluida aguas arriba del acoplamiento a una línea de gas de escape que se puede cerrar para ventilar el tanque de refrigerante. La línea de gas de escape está dispuesta dentro de la estación de llenado y permite retirar el refrigerante gaseoso del tanque de refrigerante. En este caso, las secciones de la línea de llenado entre el tanque de refrigerante y el acoplamiento y entre el acoplamiento y la rama de la línea de gas de escape sirven tanto para suministrar medio criogénico líquido al tanque de refrigerante como para eliminar refrigerante gaseoso del tanque de refrigerante antes de que comience a llenarse de refrigerante líquido. Por lo tanto, no es necesario proporcionar una línea separada para retirar la fase gaseosa del tanque de refrigerante.

15 Convenientemente están previstos varios recipientes de acondicionamiento, que mediante herrajes de bloqueo adecuados se pueden poner en conexión fluida con el recipiente de almacenamiento y/o con el recipiente de presurización, que se pueden controlar a distancia, por ejemplo mediante una unidad de control, y cada uno está conectado a una estación de llenado. De esta manera, se pueden realizar simultáneamente múltiples operaciones de repostaje de combustible utilizando un recipiente de almacenamiento y un recipiente de presurización.

20 El refrigerante criogénico es preferiblemente nitrógeno licuado, hidrógeno licuado o un gas hidrocarbonado licuado, como por ejemplo GNL o GLP.

25 Un tanque de refrigerante adecuado para el llenado según el procedimiento de acuerdo con la invención presenta un conducto de llenado que se puede conectar con el acoplamiento de la estación de llenado y que desemboca en el tanque de refrigerante, desembocando la línea de llenado en una disposición de boquillas en una zona superior del tanque de refrigerante. Durante el proceso de llenado, preferiblemente se pulveriza continuamente refrigerante licuado subenfriado en una fase gaseosa presente en la zona superior del tanque de refrigerante, que está en el estado subenfriado en las condiciones de presión presentes en el tanque de refrigerante. Esto enfría la fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante y reduce la presión en el tanque de refrigerante. Dependiendo de las condiciones de temperatura, el gas puede condensarse incluso parcialmente. El tanque de refrigerante no requiere una línea separada de la línea de llenado para descargar refrigerante gaseoso.

30 El procedimiento de repostaje de combustible de acuerdo con la invención para llenar un tanque de refrigerante de un vehículo refrigerado con un refrigerante criogénico se caracteriza por los pasos de la reivindicación 1 independiente.

35 Para llenar el recipiente de acondicionamiento, la presión inicial en el tanque de almacenamiento es mayor que la del tanque de acondicionamiento, de modo que el tanque de acondicionamiento puede llenarse hasta un nivel predeterminado bajo el efecto de la sobrepresión presente en el tanque de almacenamiento. En este caso, cuando se llena el tanque de acondicionamiento, el refrigerante se relaja y está presente allí a una temperatura más baja que en el tanque de almacenamiento. O el tanque de almacenamiento y el tanque de acondicionamiento están conectados tanto a las fases líquidas como a las fases gaseosas presentes en ellos y tienen esencialmente la misma presión y la misma temperatura. Después de interrumpir la conexión fluida con el recipiente de almacenamiento, la presión en el recipiente de acondicionamiento se lleva a un valor p_2 con $p_2 > p_1$ bajo condiciones al menos en gran medida isotérmicas, es decir, sin que la temperatura del refrigerante criogénico llenado en el recipiente de acondicionamiento aumente significativamente. Por lo tanto, el refrigerante licuado presente en el tanque de acondicionamiento se subenfriará, evitando así que parte del refrigerante se evapore cuando se alimenta al tanque de refrigerante. Al mismo tiempo, el refrigerante en el tanque de acondicionamiento alcanza una presión que permite llenar el tanque de refrigerante sin la ayuda de una bomba. Para ello, antes de comenzar el proceso de repostaje, la atmósfera en el tanque de refrigerante a llenar debe relajarse a un valor de presión correspondientemente más bajo ($p < p_2$), si allí hay una presión más alta. Una vez completado el llenado, se interrumpe la conexión fluida desde el tanque de refrigerante al tanque de acondicionamiento y las piezas de acoplamiento se separan entre sí. A continuación se puede retirar el vehículo frigorífico de la estación de llenado. Al mismo tiempo se cierra la conexión fluida entre el recipiente de presurización y el recipiente de acondicionamiento y se alivia la presión del

40 recipiente de acondicionamiento, por ejemplo a través de una línea de retorno de gas que conecta una zona superior del recipiente de acondicionamiento con una zona superior del tanque de almacenamiento. El recipiente de acondicionamiento estará entonces disponible para ser relleno.

55 El aumento de presión mencionado anteriormente en el recipiente de acondicionamiento se lleva a cabo preferiblemente estableciendo una conexión fluida con un recipiente de presurización en el que, después de interrumpir la conexión fluida con el recipiente de almacenamiento, existe una presión más alta que en el tanque de almacenamiento. Para ello, el

- recipiente de presurización se llena preferiblemente con el mismo refrigerante criogénico que el tanque de almacenamiento, que se almacena en estado líquido en el recipiente de presurización y se evapora al menos parcialmente antes de establecerse la conexión fluida al tanque de acondicionamiento. La atmósfera en el tanque de refrigerante se relaja convenientemente a una presión entre 0 bar (g) (es decir, presión ambiente) y 2 bar (g) antes de que comience el repostaje.
- 5 Esto se consigue preferiblemente dado que una parte de la fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante se suministra a través de la misma línea de llenado, a través de la cual se suministra el refrigerante al tanque de refrigerante (paso d.), que de este modo se enfría previamente de forma simultánea.
- Para enfriar la fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante y, en consecuencia, reducir la presión en el tanque de refrigerante, el refrigerante criogénico líquido se pulveriza preferiblemente en una fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante a través de una disposición de boquillas.
- 10 Antes o durante el llenado, la presión p_1 en el tanque de almacenamiento se sitúa preferiblemente entre 1 bar (g) y 2 bar (g) y la presión p_2 en el recipiente de acondicionamiento después de aumentar la presión se sitúa entre 5 bar (g) y 10 bar (g). Si se aumenta la presión en el recipiente de acondicionamiento estableciendo una conexión fluida con un recipiente de presurización, el refrigerante criogénico que se encuentra en éste está preferiblemente a una presión de entre 5 bar (g) y 10 bar (g).
- 15 El procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente adecuado para repostar tanques de refrigerante con nitrógeno líquido, pero también para repostar tanques de refrigerante con hidrógeno líquido o un gas hidrocarbonado licuado, como por ejemplo GNL o GLP. El tanque de refrigerante es preferiblemente un tanque que está montado en o sobre un vehículo terrestre, por ejemplo un camión.
- 20 Un ejemplo de realización de la invención se explica con más detalle con ayuda del dibujo. El único dibujo (Fig. 1) muestra esquemáticamente la estructura de un dispositivo de acuerdo con la invención.
- El dispositivo 1 para llenar un tanque de refrigerante 2 móvil con un refrigerante criogénico licuado comprende un tanque de almacenamiento 3, un recipiente de acondicionamiento 4, un recipiente de presurización 5 y una estación de llenado 6. Por ejemplo, el tanque de almacenamiento 3 tiene una capacidad de 20000-50000 l, el recipiente de presurización 5 tiene una capacidad de 5000-10000 l y el recipiente de acondicionamiento tiene una capacidad de 1000-2000 l, es decir, menos de una décima parte de la capacidad del tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento 3, el tanque de acondicionamiento 4 y el recipiente de presurización 5, así como las líneas que los conectan y salen de ellos, están diseñados para estar bien termoaislados.
- 25 Una línea de alimentación de líquido 8 conduce desde el fondo del tanque de almacenamiento 3 hasta el recipiente de acondicionamiento 4. Una línea de retorno de gas 9 conecta el tanque de almacenamiento 3 con el recipiente de acondicionamiento 4 en su zona superior. La línea de alimentación de líquido 8 y la línea de retorno de gas 9 se pueden cerrar y abrir accionando las válvulas 11, 12.
- 30 Desde el fondo del recipiente de acondicionamiento 4, una línea de alimentación de líquido 13 conduce a un recipiente intermedio 14, que actúa como separador de fases, en la estación de llenado 6, por lo que una válvula 15 también permite cerrar o abrir la línea de alimentación de líquido 13. Una línea de llenado 16, que presenta una sección de línea 17 flexible, conduce desde una zona inferior del recipiente intermedio 14 hasta una conexión de acoplamiento 18. Para registrar el flujo a través de la línea de alimentación de líquido 13, se proporciona un dispositivo de medición 19 adecuado, por ejemplo un orificio de medición. La línea de llenado 16 se puede cerrar o abrir mediante una válvula 20. La estación de llenado 6 está construida a modo de surtidor y permite repostar un tanque de refrigerante 2, que se encuentra en un vehículo frigorífico 22 - aquí solo indicado mediante una línea a trazos - de la manera que se describe con más detalle a continuación. El tanque de refrigerante 2 se utiliza para enfriar una cámara frigorífica, no mostrada aquí, en el vehículo frigorífico 22, por ejemplo una cámara frigorífica para transportar alimentos refrigerados y/o congelados.
- 35 En el vehículo frigorífico 22, una línea de llenado 23 conduce desde una pieza de acoplamiento 25, que puede estar unida fijamente pero de forma desmontable con la conexión de acoplamiento 18, hasta el tanque de refrigerante 2, que desemboca en una zona superior en una disposición de boquillas 24 que consta de varias boquillas pulverizadoras.
- 40 De la línea de llenado 16 se deriva una línea de gas de escape 26, en términos de flujo entre la conexión de acoplamiento 18 y el dispositivo de medición 19, que puede cerrarse o abrirse mediante una válvula 27. La línea de gas de escape 26 desemboca de una manera no representada aquí en un recipiente colector, en una línea de retorno o en una salida de gas, por la que el gas se libera a la atmósfera ambiente.
- 50 Una línea de gas comprimido 28 conduce desde una zona superior del recipiente de acondicionamiento 4 hasta el recipiente de presurización 5. En la línea de gas comprimido 28 está dispuesto un evaporador 29, en particular un

evaporador de aire. La línea de gas comprimido 28 se puede cerrar o abrir mediante una válvula 30 que, como todas las demás válvulas mencionadas anteriormente, se puede accionar manualmente o mediante un motor controlado a distancia.

5 Durante el funcionamiento del dispositivo 1, se almacena un refrigerante criogénico líquido, por ejemplo nitrógeno líquido, en el tanque de almacenamiento 3 a una presión de, por ejemplo, 1 bar (g) a 2 bar (g). Abriendo la válvula 11 mientras se mantiene abierta la válvula 12, el recipiente de acondicionamiento 4 se llena hasta un nivel predeterminado. Las válvulas 15 y 30 están cerradas durante este tiempo.

10 Antes de llenar el tanque de refrigerante 2, la sección de línea flexible 17 de la línea de llenado 16 se conecta con la pieza de acoplamiento 25 de la línea de llenado 23 de la conexión de acoplamiento 18. La válvula 20 está cerrada. Luego se abre la válvula 27 y se descarga gas de una fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante 2 a través de la línea de gas de escape 26 hasta que se alcanza un valor de presión predeterminado de, por ejemplo, 0 bar (g) a 2 bar (g) en el tanque de refrigerante 2. A continuación se cierra la válvula 27. El flujo de gas frío a través de la línea de llenado 23 y la sección de línea 17 los enfría previamente para el posterior llenado del tanque de refrigerante 2.

15 Aproximadamente al mismo tiempo que se libera el gas del tanque de refrigerante 2, las válvulas 11, 12 se cierran y la válvula 30 se abre. El refrigerante líquido sale del recipiente de presurización 5, en el que el refrigerante criogénico está presente a una presión de, por ejemplo, entre 5 bar (g) y 8 bar (g), que se evapora en el evaporador 29 y fluye como gas hacia el espacio superior del recipiente de acondicionamiento 4. El correspondiente aumento de presión en el recipiente de acondicionamiento 4 significa que el refrigerante líquido presente allí ahora está subenfriado, es decir, a una temperatura claramente más baja que la que corresponde a la temperatura de equilibrio a una presión de 5 bar (g) a 8 bar (g). A continuación se abre la válvula 15, con lo que el refrigerante líquido fluye desde el recipiente de acondicionamiento 4 a través de la línea de alimentación de líquido 13 al recipiente intermedio 14 y forma allí una fase líquida, en la que se sumerge la línea de llenado 16 con su extremo opuesto a la conexión de acoplamiento 18.

20 A continuación se abre la válvula 20. El refrigerante líquido fluye en estado todavía subenfriado a través de la línea de llenado 16 y la línea de llenado 23 hasta la disposición de boquillas 24 y se pulveriza en una fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante 2. Debido al contacto del líquido frío con el gas comparativamente caliente en el tanque de refrigerante 2, la fase gaseosa allí presente se enfría y se condensa parcialmente en refrigerante líquido, con lo que se reduce la presión en el tanque de refrigerante.

25 El llenado completo del tanque de refrigerante 2 se determina mediante un aumento de presión en la línea de llenado 23, que se mide con un dispositivo de medición no representado aquí. Una vez finalizado el proceso de llenado se cierran las válvulas 20, 30. Ahora se pueden separar entre sí la pieza de acoplamiento 25 y la conexión de acoplamiento 18. Al abrir la válvula 12, se iguala la presión entre el tanque de almacenamiento 3 y el recipiente de acondicionamiento 4, que ahora se puede llenar nuevamente con refrigerante líquido desde el tanque de almacenamiento 3 a la baja presión presente allí.

El proceso de repostaje según el procedimiento de acuerdo con la invención no requiere ventilación intermedia alguna del tanque de refrigerante 2 a llenar.

35 Esto no solo minimiza el consumo de refrigerante y cumple con los requisitos de una estación de llenado pública, sino que además el proceso de repostaje puede realizarse muy rápidamente. Por ejemplo, un tanque de 660 litros se puede llenar con nitrógeno líquido en un plazo de entre 6 y 8 minutos. Además, la disposición de acuerdo con la invención no requiere un acoplamiento separado para conectar una línea de retorno de gas desde el tanque de refrigerante 2, lo que garantiza un alto nivel de facilidad de uso y seguridad.

Lista de signos de referencia

- 40
1. dispositivo
 2. tanque de refrigerante
 3. tanque de almacenamiento
 4. recipiente de acondicionamiento
 - 45 5. tanque de presurización
 6. estación de llenado
 7. -
 8. línea de alimentación de líquido
 9. línea de retorno de gas
 - 50 10. -
 11. válvula
 12. válvula
 13. línea de alimentación de líquido
 14. recipiente intermedio
 - 55 15. válvula

ES 2 991 548 T3

	16.	línea de llenado
	17.	sección de línea flexible
	18.	conexión de acoplamiento
	19.	dispositivo de medición
5	20.	válvula
	21.	-
	22.	vehículo frigorífico
	23.	línea de llenado
	24.	disposición de boquillas
10	25.	pieza de acoplamiento
	26.	conducto de gas de escape
	27.	válvula
	28.	línea de gas comprimido
	29.	evaporador
15	30.	válvula

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para llenar un tanque de refrigerante (2) de un vehículo (22) con un refrigerante criogénico, en el que
 - a. un refrigerante criogénico licuado almacenado en un tanque de almacenamiento (3) a una presión p_1 se alimenta a un recipiente de acondicionamiento (4) y forma allí una fase líquida,
 - 5 b. se interrumpe la conexión fluida entre el tanque de almacenamiento (3) y el recipiente de acondicionamiento (4) y la presión en el recipiente de acondicionamiento (4) se lleva isotérmicamente a un valor p_2 que es mayor que la presión p_1 en el tanque de almacenamiento (3), por lo que el refrigerante criogénico en el recipiente de acondicionamiento (4) se subenfía,
 - 10 c. el tanque de refrigerante (2) a llenar se relaja a una presión que es menor que la presión en el recipiente de acondicionamiento,
 - d. se establece una conexión fluida entre la fase líquida del refrigerante criogénico presente en el recipiente de acondicionamiento (4) y un tanque de refrigerante (2) a llenar y el tanque de refrigerante (2) se llena bajo la sobrepresión del refrigerante criogénico presente en el tanque de acondicionamiento.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que para aumentar isotérmicamente la presión en el recipiente de acondicionamiento en el paso b. se establece una conexión fluida entre el recipiente de acondicionamiento (4) y un recipiente de presurización (5) en el que está presente refrigerante criogénico gaseoso a una presión p_2 que es mayor que la presión p_1 en el tanque de almacenamiento (3).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que antes de establecer la conexión fluida de la fase líquida presente en el recipiente de acondicionamiento (4) con el tanque de refrigerante (2) a llenar, este último se lleva a una presión de 0 bar (g) a 2 bares (g).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que después de establecer la conexión fluida entre el recipiente de acondicionamiento (4) y el tanque de refrigerante (2), el refrigerante criogénico se pulveriza en una fase gaseosa presente en el tanque de refrigerante (2).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión p_1 en el tanque de almacenamiento (3) está entre 1 bar (g) y 2 bar (g) y la presión p_2 en el recipiente de acondicionamiento (4) y/o en el recipiente de presurización (5) está entre 5 bar(g) y 10 bar(g).

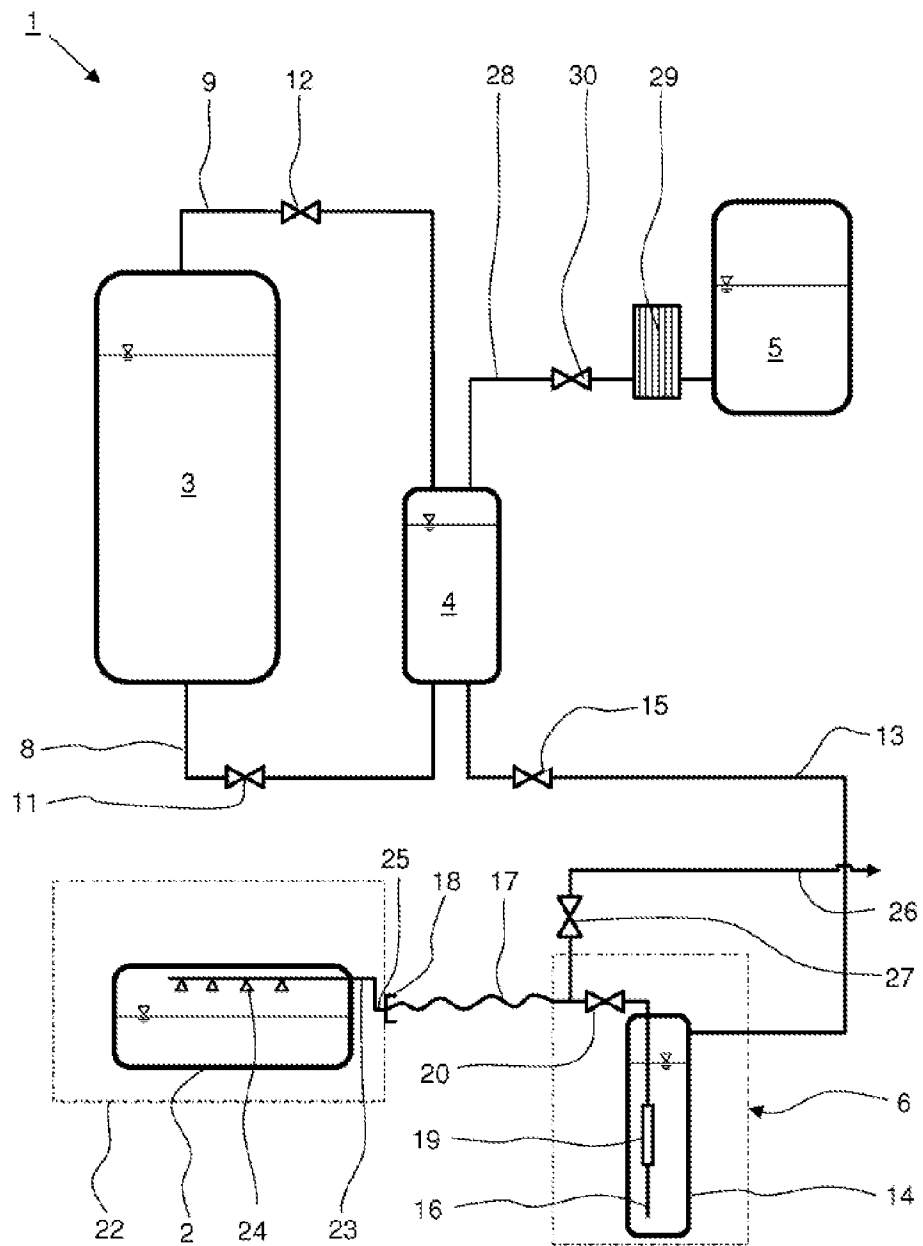


Fig. 1