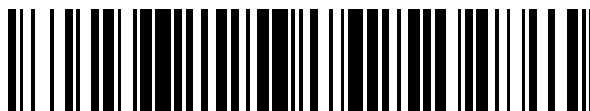


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 074**

51 Int. Cl.:

F17C 6/00 (2006.01)

F17C 9/00 (2006.01)

F17C 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2016 PCT/FR2016/052566**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.04.2017 WO17060627**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2016 E 16793944 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **16.11.2022 EP 3359867**

54 Título: **Procedimiento de suministro de líquido criogénico e instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento**

30 Prioridad:

05.10.2015 FR 1559472

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
17.02.2023

73 Titular/es:

**CRYOSTAR SAS (100.0%)
2 Rue de l'Industrie, ZI BP 48
68220 Hesingue, FR**

72 Inventor/es:

OURY, SIMON

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 760 074 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de suministro de líquido criogénico e instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de suministro de líquido criogénico, así como a una instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento.

La invención puede referirse a cualquier tipo de líquido criogénico, es decir, cualquier líquido obtenido enfriando a temperaturas muy bajas (generalmente, inferiores a -100 °C) gases (puros o mezclas de gases), tales como, por ejemplo, nitrógeno, helio o gas natural (metano).

Para determinados usos de líquidos criogénicos, el líquido se almacena en una cuba de tamaño relativamente grande y se prevén medios para suministrar cantidades relativamente pequeñas de líquido en contenedores, tales como, por ejemplo, un depósito de un camión. De este modo, se dispone de una estación de abastecimiento con una cuba de almacenamiento, y medios de distribución a presión adaptados para el contenedor que va a llenarse, que comprenden, generalmente, una bomba que permita transferir líquido criogénico a partir de la cuba de almacenamiento, hacia un depósito de un vehículo. La invención también se refiere a la transferencia de líquido criogénico hacia otro tipo de contenedor, por ejemplo, una bombona de líquido criogénico o un recipiente de tipo Dewar. A continuación, se entiende por contenedor, cualquier tipo de depósito o recipiente o similar adaptado para contener líquido y, más particularmente, en este caso, un líquido criogénico. Además, para aligerar la redacción, se asimilarán las transferencias de líquido (de la cuba, por ejemplo, hacia una bombona o un recipiente de tipo Dewar) a un abastecimiento (de la cuba hacia un depósito de un vehículo).

El documento FR-2 997 165 se refiere a un procedimiento de llenado de un depósito mediante un líquido criogénico, a partir de un almacenamiento aguas arriba, en donde se dispone de una estación de llenado, a través de la cual transita una primera vía que conecta el almacenamiento al depósito, y que permite la transferencia de líquido criogénico del almacenamiento al depósito, y una segunda vía que conecta una salida de gas del depósito a la estación de llenado, y que permite llevar los gases que van a evacuarse del depósito, hacia la estación de llenado, estando la segunda línea de retorno de gas hacia la estación, desprovista de reductor de presión, pero estando dotada de una electroválvula o de varias electroválvulas dispuestas en paralelo, normalmente cerrada(s), controlándose el llenado mediante la acción sobre la electroválvula, para abrirla tanto como sea necesario, de manera que se obtenga una diferencia de presión delta P (entre el almacenamiento y el depósito) deseada, y un valor de presión final en el depósito según un valor de consigna deseado, asociado al depósito considerado que haga falta llenar.

El documento FR-3 006 742 describe, por su parte, un dispositivo de llenado de un depósito con un carburante gaseoso, licuado a una temperatura criogénica, que comprende un depósito de origen de almacenamiento de carburante gaseoso en estado líquido a una temperatura criogénica, un conducto de extracción que comprende una bomba, comprendiendo el conducto de extracción un extremo aguas arriba conectado al depósito de origen, y un extremo aguas abajo que comprende una conexión destinada a conectarse a un depósito que va a llenarse, comprendiendo el conducto de extracción aguas abajo de la bomba una porción de derivación que transita al interior del depósito de origen y que comprende un intercambiador de calor sumergido, comprendiendo el conducto de extracción un sistema de válvula(s) de derivación conformado para controlar las proporciones relativas del fluido bombeado que transite y que no transite en la porción de derivación, para regular la temperatura del líquido extraído a lo largo del llenado, y el dispositivo de llenado comprende un refrigerador criogénico conectado al depósito de origen, para licuar, de manera selectiva, gas presente en el depósito de origen.

En el caso del llenado de un depósito de un vehículo, cuando el vehículo se presenta para realizar un abastecimiento en una estación de suministro de líquido criogénico, tal como, por ejemplo, GNL (gas natural licuado), su depósito se encuentra algunas veces a presión, debido a la evaporación del líquido criogénico en el depósito. Por tanto, antes de realizar el abastecimiento, conviene realizar una desgasificación, es decir, extraer gas del depósito, para reducir la presión en el mismo. A continuación, durante el abastecimiento, se lleva líquido criogénico a presión hasta el depósito. Generalmente, la distribución de líquido se detiene cuando se cumple una de las siguientes dos condiciones: la presión en el depósito supera un umbral predeterminado, o el caudal de líquido pasa por debajo de un umbral predeterminado.

Durante un abastecimiento, dos fenómenos principales influyen sobre la presión que reina en el depósito. El primero tiende a aumentar la presión en el depósito, y el segundo tiende a reducirla. En efecto, cuando se llena el depósito con líquido, el volumen disponible para el gas disminuye y, por tanto, el gas se comprime, haciendo aumentar la presión. Por el contrario, dado que el líquido introducido en el depósito está frío, se produce un intercambio térmico con el gas y, entonces, este último se condensa parcialmente. Por tanto, la cantidad (masa o número de moles) de gas disminuye, lo que tiende a reducir la presión en el depósito.

En la mayoría de los casos, un abastecimiento se realiza rápidamente. Debido a ello, la disminución de presión (condensación del gas) es limitada y, en la mayoría de los casos, se observa un aumento de la presión en el depósito. Sucede que la distribución de líquido se detiene porque la presión en el depósito supera un umbral dado. Debido a ello, puede suceder que la distribución se detenga antes de que el depósito se haya llenado correctamente. En casos extremos, si el depósito está "caliente" antes del abastecimiento, el líquido criogénico introducido en primer lugar en el depósito, va a evaporarse rápidamente, haciendo, entonces, que la presión en el depósito aumente de manera brusca. Entonces, puede

detenerse el abastecimiento, ya que la presión ha superado el umbral predeterminado, aunque el depósito no esté lleno, incluso esté todavía casi vacío.

Por tanto, tal como se desprende de lo anterior, conviene medir la presión que reina en un depósito que se abastece. Generalmente, también se mide el caudal de líquido que entra en el depósito, aunque sólo sea para poder facturar al cliente, el propietario del vehículo abastecido, por el líquido criogénico que se le proporcione. Tal como se indicó anteriormente, algunas veces (o con frecuencia) es necesario extraer gas del depósito, para reducir la presión en el mismo. Para tener en cuenta la cantidad de gas extraído del depósito durante la facturación, también resulta habitual medir la cantidad de gas evacuado del depósito.

Por tanto, la presente invención tiene como objetivo permitir un correcto llenado de un depósito, es decir, realizar automáticamente un llenado del depósito a su nivel de llenado nominal, que puede corresponder, por ejemplo, al nivel de llenado máximo autorizado.

Otro objetivo de la presente invención es permitir determinar, de manera bastante precisa, tanto la cantidad de líquido introducido en el depósito como la cantidad de gas que se extraiga del mismo.

Ventajosamente, la puesta en práctica de la presente invención presentará un sobrecoste, preferiblemente nulo, con respecto a una estación de suministro de líquido criogénico (concretamente, GNL).

Finalmente, el tiempo de abastecimiento de un depósito no debe prolongarse de manera sustancial debido a la puesta en práctica de la invención.

Para ello, la presente invención propone un procedimiento de suministro de líquido criogénico, que comprende las siguientes etapas:

- conexión de manera estanca de un depósito que va a llenarse con una cuba de almacenamiento,
- suministro de líquido criogénico hacia el depósito, y determinación, por un lado, del flujo de líquido que está suministrándose y de la cantidad de líquido suministrado y, por otro lado, de la presión que reina en el depósito,
- detención del suministro del líquido cuando la presión supere un primer umbral predeterminado o cuando el flujo de líquido pase por debajo de un segundo umbral predeterminado.

Según la presente invención, el procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:

- desgasificación del depósito después de la detención del suministro, determinando la cantidad de gas extraído del depósito durante la desgasificación, y
- determinación de si debe suministrarse de nuevo líquido o no, en función de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación y, eventualmente, de otros parámetros.

De manera original, en este caso se propone realizar una desgasificación del depósito después de su llenado. Se ha constatado que el conocimiento de la cantidad de gas extraído del depósito durante la última desgasificación permitía tener una idea sobre el estado de llenado del depósito. Por tanto, es posible determinar con esta información si todavía debe llenarse el depósito o no. También puede usarse, eventualmente, otra información, tal como, por ejemplo, la cantidad de líquido criogénico proporcionada al depósito durante la última etapa de llenado: generalmente, se conoce esta cantidad. La determinación de la cantidad de líquido suministrado y/o la cantidad de gas extraído del depósito pueden realizarse mediante medición, por ejemplo, con un caudalímetro, o mediante estimación, por ejemplo, en función del tiempo de suministro o de desgasificación, conociéndose, por otro lado, la presión del fluido.

En un procedimiento tal como el propuesto anteriormente, se prevé, ventajosamente, que mientras la cantidad de gas extraído del depósito sea superior a un tercer umbral predeterminado, se realice un nuevo suministro de líquido con determinación de la cantidad suministrada durante este nuevo suministro, seguido por una desgasificación con determinación de la cantidad de gas extraído del depósito. A continuación, si la cantidad de líquido suministrado durante el suministro de líquido es superior a una cantidad de líquido predeterminada, entonces, puede realizarse una nueva operación de desgasificación, seguida, eventualmente, por una última etapa de suministro de líquido.

Para no correr el riesgo de tener una duración de llenado de un depósito demasiado importante, y/o de llenar más allá del nivel de llenado máximo autorizado, ventajosamente, se prevé que el número de etapas de suministro de líquido criogénico se limite.

En un procedimiento según la presente invención, una operación de desgasificación puede detenerse, por ejemplo, cuando la presión en el depósito pase por debajo de un umbral predeterminado, y/o si se extrae del depósito una cantidad de gas, predeterminada, concretamente, en función de una cantidad de líquido suministrado y/o de una cantidad de gas extraído durante etapas anteriores.

Según una variante de realización preferida, también puede preverse que si la cantidad de gas extraído durante la última operación de desgasificación realizada y si la cantidad de líquido criogénico suministrado durante la última operación de suministro de líquido criogénico, están ambas por debajo de umbrales predeterminados, entonces, se detiene el procedimiento de suministro.

El procedimiento de suministro también puede detenerse, por ejemplo, si la cantidad de gas extraído durante la última operación de desgasificación realizada está por debajo de un umbral predeterminado y si la cantidad de líquido criogénico suministrado durante la última operación de suministro de líquido criogénico está por encima de un umbral predeterminado, después de haberse realizado, entonces, un último suministro de líquido criogénico.

La presente invención también se refiere a una instalación de suministro de líquido criogénico, que comprende un tubo de alimentación de líquido criogénico y, eventualmente, un tubo de desgasificación, caracterizada porque comprende, además, un sistema de gestión para la puesta en práctica de cada una de las etapas de un procedimiento tal como se describió anteriormente.

Para ello, una instalación de suministro de este tipo puede comprender:

- un tubo de alimentación de líquido criogénico,
- medios de suministro de líquido criogénico que incluyen medios de conexión de manera estanca a un depósito,
- medios de determinación, por un lado, de un flujo de líquido hacia el depósito y, por otro lado, de la presión que reina en dicho depósito,
- medios para detener el suministro del líquido criogénico,
- medios para desgasificar el depósito,
- medios de determinación de la cantidad de gas extraído del depósito durante una desgasificación, y
- un sistema de gestión y control que actúa, por un lado, sobre los medios de suministro y de detención del suministro, en función de la presión de líquido en el depósito y/o del flujo de líquido suministrado al depósito y/o de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación anterior y, por otro lado, sobre los medios de desgasificación, para controlar una desgasificación del depósito, después de al menos un suministro de líquido criogénico, y determinando si debe suministrarse de nuevo líquido o no, en función de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación y, eventualmente, de otros parámetros.

Según una primera realización, se propone una instalación que comprende:

- una línea de alimentación de líquido criogénico,
- una primera válvula dispuesta en la línea de alimentación,
- un primer caudalímetro dispuesto en la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula,
- un primer conducto flexible aguas abajo del primer caudalímetro, destinado a conectar la línea de alimentación a un depósito, para suministrar líquido criogénico a este último,
- una línea de desgasificación conectada a la línea de alimentación entre el primer caudalímetro y la primera válvula, y
- una segunda válvula dispuesta en la línea de desgasificación.

En una realización preferida, que permite, además de garantizar un correcto llenado de un depósito, garantizar también una medición precisa del líquido introducido en un depósito, así como del gas extraído del mismo, una instalación según la invención, puede comprender:

- una línea de alimentación de líquido criogénico,
- una primera válvula dispuesta en la línea de alimentación,
- un primer caudalímetro dispuesto en la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula,
- una segunda válvula dispuesta en la línea de alimentación aguas arriba del primer caudalímetro,

- un primer conducto flexible aguas abajo de la segunda válvula, destinado a conectar la línea de alimentación a un depósito, para suministrar líquido criogénico a este último,
- una línea de desgasificación conectada a la línea de alimentación entre el primer caudalímetro y la segunda válvula,
- una tercera válvula dispuesta en la línea de desgasificación, y
- un segundo conducto flexible, denominado conducto de desgasificación, destinado a conectarse al depósito, para permitir extraer gas de este último, estando dicho conducto de desgasificación conectado a la línea de alimentación aguas abajo de la segunda válvula, por medio de una unión.

Para la determinación de la cantidad de gas extraído del depósito durante una fase de desgasificación, se propone dotar a la línea de desgasificación de un caudalímetro.

Detalles y ventajas de la presente invención se desprenderán mejor de la siguiente descripción, realizada haciendo referencia al dibujo esquemático adjunto, en el que:

la Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una variante de realización preferida de un procedimiento según la invención,

la Figura 2 ilustra esquemáticamente una instalación de suministro de líquido criogénico, que puede usarse, ventajosamente, para la puesta en práctica del procedimiento ilustrado en la Figura 1, y

la Figura 3 ilustra esquemáticamente una instalación de suministro para la puesta en práctica del procedimiento ilustrado en la Figura 1, simplificada con respecto a la de la Figura 2.

El procedimiento descrito a continuación se pone en práctica cuando se conecta un depósito 2 a una estación de suministro de líquido criogénico. El depósito 2 (véase la Figura 2) puede ser un depósito de un vehículo o un recipiente independiente (botella, recipiente de tipo Dewar, ...). El líquido criogénico es, por ejemplo, GNL (gas natural licuado), pero puede tratarse de cualquier otro tipo de líquido criogénico (nitrógeno líquido, ...). A modo de ejemplo ilustrativo y no limitativo, a continuación se supondrá en la descripción que el líquido suministrado en este caso, es GNL para alimentar un depósito de camión.

Por tanto, la primera etapa R consiste en conectar el depósito 2 a una estación de suministro de GNL. Esta última permite la transferencia de una cantidad limitada de GNL de una cuba de almacenamiento (no representada) hacia depósitos, o similares, de tamaños menores. La unión entre el depósito 2 y la estación de suministro se realiza mediante un tubo flexible que comprende dos conductos: un primer conducto, denominado conducto 4 de alimentación, que está destinado a llevar el GNL procedente de la cuba de almacenamiento hasta el depósito 2 del camión, y un segundo conducto, denominado conducto 6 de desgasificación, destinado a evacuar los elementos en fase gaseosa presentes en el depósito 2.

El usuario que desee obtener el llenado de su depósito, solicita, entonces, este llenado pulsando, por ejemplo, un botón (no ilustrado).

Para poder realizar un llenado, en primer lugar, conviene determinar si la presión en el depósito 2 (etapa: ¿P?). Esta presión deberá ser superior a la presión de saturación del líquido (GNL), para evitar una evaporación inmediata del líquido introducido en el depósito 2. En la mayoría de los casos, se cumple esta condición, ya que, generalmente, todavía hay líquido en el depósito 2. No obstante, conviene asegurarse, también, de que esta presión no sea demasiado alta. En efecto, si la presión está demasiado próxima a la presión máxima admisible del depósito, o incluso si esta presión está demasiado próxima a la presión máxima que pueda suministrarse por el sistema de llenado, entonces, convendrá no enviar líquido hacia el depósito 2.

El procedimiento prevé, entonces, una presión predeterminada (P_0), a partir de la cual se prevé realizar una desgasificación del depósito 2.

Por tanto, de este modo, si la presión P en el depósito 2 es superior a la presión predeterminada P_0 ($P > P_0$), entonces, se realiza una operación de desgasificación (etapa G1). A lo largo de esta operación se extrae gas del depósito 2. El gas se reenvía hacia la red de líquido criogénico. Preferiblemente, se mide la cantidad de gas extraído. Esta medición puede realizarse de manera precisa con un caudalímetro adaptado a la naturaleza del gas y a las condiciones de medición. Al conocerse (medirse) la presión del gas, así como las dimensiones de los conductos y la presión aguas abajo, puede estimarse la cantidad de gas extraído del depósito 2 en función de la duración de la operación de desgasificación. Pueden usarse otros métodos para determinar la cantidad de gas extraído del depósito 2.

Cuando la presión en el depósito 2 se vuelve inferior a la presión predeterminada P_0 , entonces, puede comenzar el llenado del depósito 2 con GNL (etapa L1). Tal como se ilustra en el diagrama de flujo, esta etapa de llenado se realiza sin desgasificación previa si la presión en el depósito 2 es inferior a P_0 .

Antes de permitir que entre GNL en el depósito 2, puede ser necesaria una etapa de enfriamiento del sistema, no prevista en el diagrama de flujo, para simplificarlo, para enfriar elementos de la estación de suministro y no correr el riesgo de inyectar

gas en el depósito 2. Esta operación de enfriamiento, también denominada operación de puesta en frío, del sistema, se describirá a continuación con referencia a la Figura 2.

Generalmente, durante el llenado del depósito 2 con GNL, se detiene la desgasificación, de modo que el gas contenido en el depósito 2 no pueda salir hacia el sistema de suministro y permanezca en el depósito 2. Se mide la cantidad de líquido criogénico introducida en el depósito 2, con el fin de conocer la cantidad suministrada, de manera que pueda establecerse un precio de la transacción justo. En el caso de aplicaciones en las que no se venda el líquido criogénico, es posible determinar la cantidad de líquido suministrado, mediante una estimación, por ejemplo, a partir del tiempo de suministro y de la presión del líquido, conociéndose las dimensiones de los conductos por su construcción.

La operación de llenado (etapa L1, pero también, a continuación, las demás etapas/operaciones de llenado/suministro que se prevén) se detiene cuando se cumpla una de las siguientes dos condiciones:

- la presión en el depósito 2 alcanza un primer valor umbral P_1 , y/o
- el caudal de líquido (por ejemplo, expresado en litros por segundo, l/s) pasa por debajo de un segundo umbral D_2 .

El primer valor umbral P_1 puede corresponder al valor predeterminado P_0 anteriormente definido, pero puede tratarse de otro valor límite.

El segundo umbral D_2 está predeterminado, concretamente, en función del caudal nominal D_n de la estación de suministro. Por ejemplo, puede preverse que $D_2 = D_n / 10$, es decir, que el suministro de GNL se detenga cuando el caudal de líquido descienda por debajo del 10 % del caudal nominal.

Preferiblemente, se mide la cantidad Q_L de GNL distribuida a lo largo de esta operación de llenado.

De manera original, el procedimiento propuesto en este caso, prevé realizar sistemáticamente una etapa de desgasificación (etapa G2) después de esta primera etapa de llenado (etapa L1). A lo largo de esta etapa de desgasificación, se mide y/o estima la cantidad Q_G de gas extraído del depósito 2. Un caudalímetro puede medir la cantidad Q_G , pero también puede preverse una medición del tiempo que dure la etapa de desgasificación, con el fin de estimar, con bastante precisión, la cantidad Q_G . Pueden preverse otros métodos de medición o de estimación.

El resto del procedimiento depende de la cantidad de gas extraído del depósito 2 durante esta operación de desgasificación. Si esta cantidad es importante, es decir, superior a una cantidad predeterminada Q_0 , se estima que todavía hay espacio en el depósito 2 y, entonces, puede iniciarse una nueva etapa de llenado.

Por el contrario, si esta cantidad de gas es baja, es decir, inferior a la cantidad predeterminada Q_0 , puede terminarse el procedimiento de llenado. En este último caso, tal como puede observarse a la derecha en el diagrama de flujo, se proponen dos formas de proceder en función de la cantidad Q_L de GNL que se haya suministrado durante la última etapa de llenado.

Si esta cantidad Q_L de GNL fuera baja, por ejemplo, inferior a una cantidad Q_1 , entonces, se termina el procedimiento de suministro de líquido criogénico (etapa F1). El caso presente corresponde, por ejemplo, a un depósito 2 que ya estaba casi lleno durante su conexión a la estación de suministro, antes de la operación de llenado.

Por el contrario, si la cantidad Q_L de GNL suministrado durante la última etapa de llenado fuera superior a la cantidad Q_1 , entonces, se procede a una última etapa de llenado (etapa L2), antes de terminar el procedimiento de llenado (etapa F2).

En el caso en donde la cantidad Q_G de gas sea superior a la cantidad Q_0 , entonces, se inicia una nueva etapa de llenado (etapa L_n), a lo largo de la cual se mide la cantidad Q_L de líquido criogénico. Mientras la cantidad Q_L permanezca inferior a la cantidad predeterminada Q_1 , se prevé repetir la operación de desgasificación prevista en la etapa G2. Por tanto, se realiza un bucle en donde se suceden operaciones de llenado y de desgasificación, mientras la cantidad de gas extraído fuera del depósito 2 permanezca superior al valor predeterminado Q_0 , y la cantidad de líquido transferido hacia el depósito 2 permanezca inferior al valor predeterminado Q_1 .

Para evitar prolongar la duración de llenado del depósito 2 y/o llenar el depósito 2 más allá del nivel máximo recomendado, se propone terminar este bucle al cabo de un número N de bucles. Por tanto, se prevé, en un sistema de gestión del procedimiento de llenado, incrementar un número que cuenta el número de llenados realizados. Si se alcanza el número N por el incremento, se termina el procedimiento de llenado después de la N -ésima etapa de llenado.

Por motivos de simplificación, el diagrama de flujo de la Figura 1 no gestiona la inicialización y el incremento del número de bucles de llenados/desgasificaciones.

En la mayor parte de los casos, el bucle a la izquierda de la Figura 1, mencionado anteriormente, sólo se realiza una única vez. En efecto, es poco probable (pero previsible) que la cantidad de gas extraído siga siendo alta durante varias operaciones de desgasificaciones sucesivas, aunque se realicen llenados entre dos desgasificaciones. Este último caso correspondería, por ejemplo, a un depósito relativamente "caliente". Por tanto, en la mayoría de los casos, a lo largo de una segunda o,

eventualmente, de una tercera etapa de llenado (etapas Ln), la cantidad Q_L de líquido introducido en el depósito 2 pasa por debajo del umbral Q_1 y, por tanto, puede terminarse el procedimiento de llenado. Dado que la última operación de desgasificación había conducido a la extracción de una cantidad relativamente importante de gas, se realiza una última etapa de desgasificación (etapa G3), seguida por una última etapa de llenado (correspondiente a la etapa L2 anteriormente descrita). Por tanto, en este caso, el procedimiento de llenado también se termina en la etapa final F2, que corresponde al final de un llenado “normal” del depósito 2.

Durante cada etapa de fin (etapas F1, F2 y F3), el tubo flexible con el conducto 4 de llenado y el conducto 6 de desgasificación, puede desacoplarse, entonces, del depósito 2.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente una estación de suministro para la puesta en práctica del procedimiento que acaba de presentarse.

En la Figura 2 se observa, a la derecha de la misma, el depósito 2 ya mencionado, así como el tubo flexible que conecta este depósito a la estación de suministro. Esta última comprende, en primer lugar, una línea 8 de alimentación de líquido criogénico, que conecta la cuba de almacenamiento (no representada) que contiene la reserva de GNL al conducto 4 de alimentación.

Una primera válvula 10 está dispuesta en la línea 8 de alimentación, y permite controlar la llegada de líquido criogénico al sistema de suministro.

Un primer caudalímetro 12 está dispuesto en la línea 8 de alimentación aguas abajo de la primera válvula 10, para medir la cantidad de GNL que alimenta el sistema de suministro. Aguas abajo de este caudalímetro se encuentra una compuerta antirretorno 14 que evita cualquier subida de líquido criogénico, así como de gas, hacia la cuba de almacenamiento.

A continuación, una segunda válvula 16 está dispuesta en la línea 18 de alimentación aguas abajo del primer caudalímetro 12.

Finalmente, otra compuerta antirretorno 18 en la línea 8 de alimentación antes de su unión con el tubo flexible y, más precisamente, el conducto 4 de alimentación de este tubo flexible, está prevista para evitar cualquier subida de líquido, pero también de gas, a este nivel de la línea 8 de alimentación.

El sistema de suministro representado en la Figura 2, también comprende una línea de desgasificación realizada en varios tramos.

Un primer tramo 20 de la línea de desgasificación conecta la línea 8 de alimentación, entre la compuerta antirretorno 14 y la segunda válvula 16, a un conducto no representado, que permite volver a inyectar el gas hacia la cuba de almacenamiento o hacia otro sistema de recuperación, incluso, eventualmente, hacia un dispositivo de combustión. Una tercera válvula 22 controla el caudal de gas en este primer tramo 20. Un dispositivo 24 de medición permite conocer la presión y la temperatura del gas en este primer tramo 20.

Un segundo tramo 26 de la línea de desgasificación conecta la línea 8 de alimentación al tubo flexible y, más particularmente, al conducto 6 de desgasificación. Este segundo tramo 26 está conectado a la línea 8 de alimentación aguas abajo de la segunda válvula 16. En este segundo tramo 26 se encuentra un segundo caudalímetro 28.

En el interior del sistema de suministro, una unión 30 pone en comunicación el segundo tramo 26 con la línea 8 de alimentación, en proximidad al conducto 4 de alimentación y al conducto 6 de desgasificación. La unión 30 está conectada al segundo tramo 26 aguas arriba del segundo caudalímetro 28, y a la línea 8 de alimentación aguas abajo de la compuerta antirretorno 18.

Una tercera compuerta antirretorno 32 está prevista en el segundo tramo 26, entre el segundo caudalímetro 28 y la conexión del segundo tramo 26, a la línea 8 de alimentación. Garantiza que el gas que circule en este segundo tramo 26 se evacue fuera del depósito 2.

A continuación, la presente descripción indica cómo el dispositivo que acaba de describirse, y tal como se ilustra en la Figura 2, puede ponerse en práctica para proceder a las etapas del procedimiento de la Figura 1.

Al principio, antes de la conexión del tubo flexible al depósito 2, la primera válvula 10 se cierra para evitar que fluya GNL, mientras que la segunda válvula 16 y la tercera válvula 22 se abren (de manera continua o en alternancia) para permitir un retorno de gas, procedente, por ejemplo, de una evaporación de líquido presente en los conductos, hacia la cuba de almacenamiento (o cualquier otro sistema de recuperación del gas).

Cuando el tubo flexible se conecta al depósito 2, la tercera válvula 22 se cierra para controlar el caudal de gas que sale del depósito 2. Si se prevé una operación de desgasificación (etapa G1), entonces, esta tercera válvula 22 se abre para permitir que se extraiga el gas del depósito 2. Entonces, el segundo caudalímetro 28 mide la cantidad de gas extraído fuera del depósito 2.

- Anteriormente se ha mencionado que antes de la primera etapa de llenado (etapa L1) podía preverse una operación de enfriamiento del sistema de suministro, para poner el sistema a una temperatura de funcionamiento. Para esta operación se admite GNL en el sistema de suministro, abriendo la primera válvula 10. El GNL circula, entonces, a través del primer caudalímetro 12, y vuelve a la cuba de almacenamiento por la tercera válvula 22. La segunda válvula 16 permanece cerrada durante esta operación de enfriamiento, y el sistema de control y de gestión asociado al sistema de suministro no tiene en cuenta la cantidad de GNL medida por el primer caudalímetro 12.
- Para una etapa de llenado (etapas L1, L2 o Ln) se abren la primera válvula 10 y la segunda válvula 16, para permitir que el GNL transite por la línea 8 de alimentación de la cuba de almacenamiento, hacia el depósito 2. La tercera válvula 22 permanece cerrada, de manera que se impida un retorno de gas hacia la cuba de almacenamiento, durante etapas de llenado.
- Al final de una etapa de llenado, se cierra, en primer lugar, la primera válvula 10 y, después, la segunda válvula 16. Se prevé una temporización para que el líquido que quede en la línea se evapore. De este modo, se garantiza que el tubo flexible sólo se manipule cuando contenga gas, lo cual mejora la seguridad del sistema de suministro. En este caso, la temporización se determina en función de parámetros asociados a la estación de suministro, a partir de cálculos y/o de pruebas experimentales.
- A continuación, durante una operación de desgasificación del depósito 2, se cierra la primera válvula 10 para que el sistema de suministro ya no se alimente con líquido criogénico, y se abre la segunda válvula 16, al igual que la tercera válvula 22, para permitir la circulación del gas hacia la cuba de almacenamiento (u otro).
- Por tanto, el presente dispositivo puede usarse para garantizar un correcto llenado del depósito 2, poniendo en práctica el procedimiento anteriormente descrito.
- En la Figura 3 se ilustra una realización simplificada de la estación de suministro de la Figura 2. Por motivos de simplificación, las referencias usadas en la Figura 2 se retoman en la Figura 3, para designar elementos similares.
- La estación de suministro ilustrada en esta Figura 3 comprende, en primer lugar, una línea 8 de alimentación de líquido criogénico. Está conectada a una cuba de almacenamiento (no representada).
- Para controlar el suministro de líquido criogénico hacia un depósito 2, una primera válvula 10 está dispuesta en la línea 8 de alimentación. Un primer caudalímetro 12 dispuesto en la línea 8 de alimentación aguas abajo de la primera válvula 10, se usa para medir la cantidad de líquido (GNL) suministrado. Este suministro se realiza por un primer conducto 4 flexible conectado a la línea 8 de alimentación aguas abajo del primer caudalímetro 12.
- Para permitir un retorno de líquido evaporado, una línea 20 de desgasificación está conectada a la línea 8 de alimentación. En este caso, la conexión se realiza entre el primer caudalímetro 12 y la primera válvula 10. El control del flujo de gas en la línea de desgasificación se realiza mediante una segunda válvula 22 dispuesta en la línea 20 de desgasificación.
- El procedimiento de llenado permite garantizar un llenado nominal del depósito. Una desgasificación realizada después de una primera operación de llenado, permite estimar si el depósito está correctamente lleno, conociendo la cantidad de gas extraído durante la desgasificación y, ventajosamente, también la cantidad de líquido transferido al depósito. Si se ha transferido una gran cantidad de líquido y se ha extraído poco gas, el depósito está probablemente lleno y, entonces, se realiza tan sólo un llenado de apoyo.
- En caso contrario, si se ha transferido una baja cantidad de líquido hacia el depósito, pero se ha extraído mucho gas del mismo, puede suponerse que el depósito estaba "caliente" y que el líquido introducido en el depósito se ha evaporado rápidamente.
- El procedimiento propuesto, también permite gestionar situaciones intermedias entre estas dos situaciones.
- El dispositivo propuesto permite la puesta en práctica del procedimiento según la invención. Permite, además, medir con precisión la cantidad de GNL proporcionado al cliente, teniendo también en cuenta el gas extraído del depósito. Por tanto, este dispositivo y este procedimiento pueden usarse para transacciones comerciales.
- El hecho de garantizar un correcto llenado de un depósito para un camión permite garantizarle una autonomía máxima.
- El sistema propuesto, también es un sistema seguro, para el cual se prevé, concretamente, manipular el tubo de conexión al depósito, únicamente cuando este último esté lleno de gas (nada de líquido).
- Evidentemente, la presente invención no se limita a la realización de la instalación ilustrada en el dibujo, a las variantes mencionadas en la descripción anterior y al procedimiento anteriormente descrito. También se refiere a todas las variantes de realización al alcance del experto en la técnica, según la definición de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de suministro de líquido criogénico, que comprende las siguientes etapas:

- conexión de manera estanca de un depósito (2) que va a llenarse con una cuba de almacenamiento,
- suministro de líquido criogénico hacia el depósito (2) y determinación, por un lado, del flujo de líquido que está suministrándose y de la cantidad de líquido suministrado y, por otro lado, de la presión que reina en el depósito (2),
- detención del suministro del líquido cuando la presión supere un primer umbral predeterminado o cuando el flujo de líquido pase por debajo de un segundo umbral predeterminado,

caracterizado porque el procedimiento comprende, además, las siguientes etapas:

- desgasificación del depósito (2) después de la detención del suministro, determinando la cantidad de gas extraído del depósito (2) durante la desgasificación, y
- determinación de si debe suministrarse de nuevo líquido o no, en función de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación y, eventualmente, de otros parámetros.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, mientras la cantidad de gas extraído del depósito (2) sea superior a un tercer umbral predeterminado, se realiza un nuevo suministro de líquido con determinación de la cantidad suministrada durante este nuevo suministro, seguido por una desgasificación con determinación de la cantidad de gas extraído del depósito (2).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque**, si la cantidad de líquido suministrado durante el suministro de líquido es superior a una cantidad de líquido predeterminada, entonces, se realiza una nueva operación de desgasificación, seguida por una última etapa de suministro de líquido.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el número de etapas de suministro de líquido criogénico es limitado.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** una operación de desgasificación se detiene cuando la presión en el depósito pase por debajo de un umbral predeterminado y/o si se extrae del depósito una cantidad de gas predeterminada, concretamente, en función de una cantidad de líquido suministrado y/o de una cantidad de gas extraído durante etapas anteriores.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque**, si la cantidad de gas extraído durante la última operación de desgasificación realizada y si la cantidad de líquido criogénico suministrado durante la última operación de suministro de líquido criogénico están ambas por debajo de umbrales predeterminados, entonces, se detiene el procedimiento de suministro.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque**, si la cantidad de gas extraído durante la última operación de desgasificación realizada está por debajo de un umbral predeterminado y si la cantidad de líquido criogénico suministrado durante la última operación de suministro de líquido criogénico está por encima de un umbral predeterminado, entonces, se realiza un último suministro de líquido criogénico y se detiene el procedimiento de suministro.

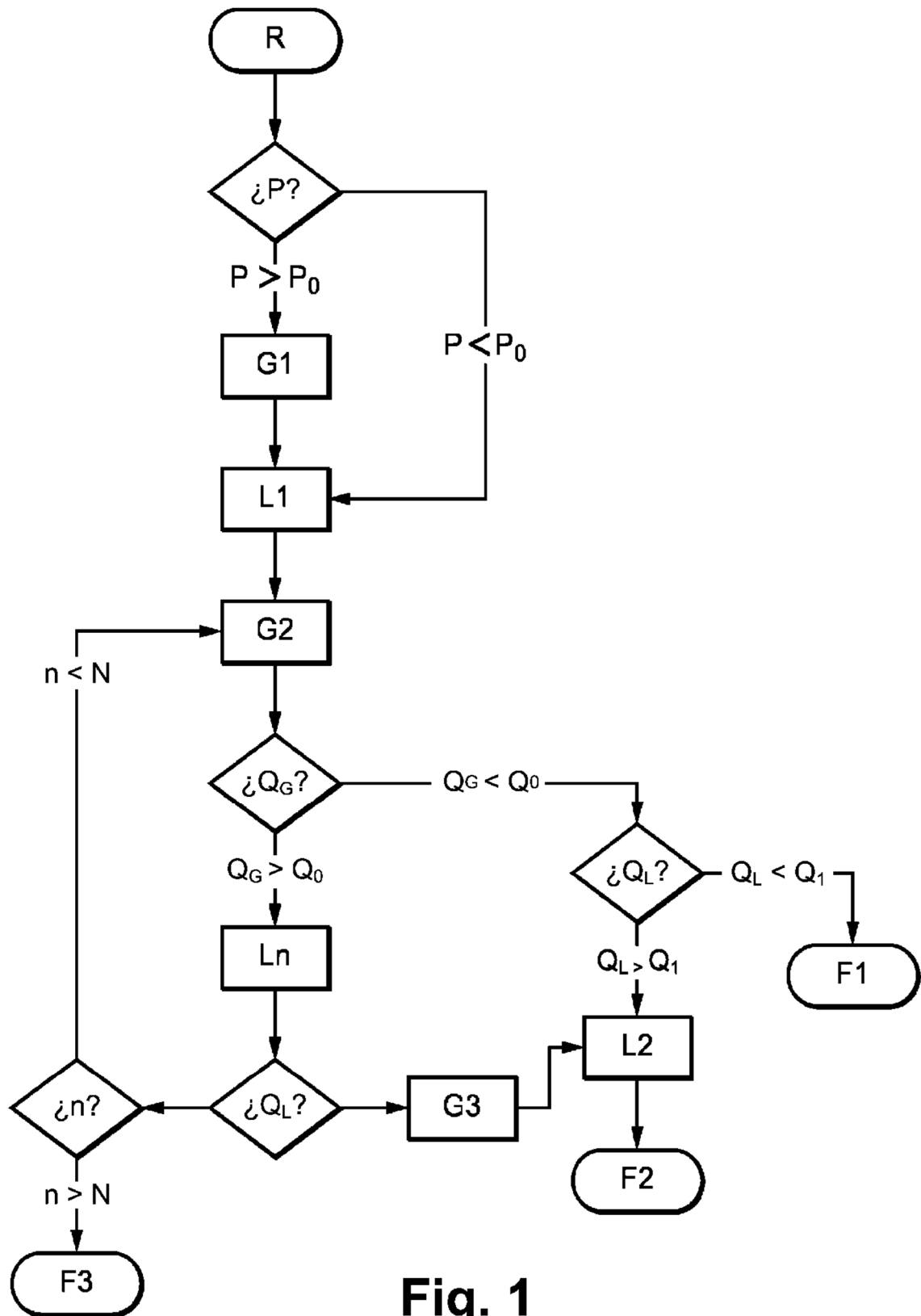
8. Instalación de suministro de líquido criogénico, que comprende un tubo (4) de alimentación de líquido criogénico y medios de suministro de líquido criogénico, que incluyen medios de conexión de manera estanca a un depósito, **caracterizada porque** comprende, además:

- medios de determinación, por un lado, de un flujo de líquido hacia el depósito y, por otro lado, de la presión que reina en dicho depósito,
- medios para detener el suministro del líquido criogénico,
- medios para desgasificar el depósito,
- medios de determinación de la cantidad de gas extraído del depósito durante una desgasificación, y
- un sistema de gestión y control que actúa, por un lado, sobre los medios de suministro y de detención del suministro, en función de la presión de líquido en el depósito y/o del flujo de líquido suministrado al depósito y/o de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación anterior y, por otro lado, sobre los medios de desgasificación, para controlar una desgasificación del depósito después de al menos un suministro de líquido criogénico, y determinando si debe suministrarse de nuevo líquido o no, en función de la cantidad de gas extraído durante la desgasificación y, eventualmente, de otros parámetros.

9. Instalación según la reivindicación 8, **caracterizada porque** comprende:

- una línea (8) de alimentación de líquido criogénico,
- una primera válvula (10) dispuesta en la línea (8) de alimentación,

- 5
- un primer caudalímetro (12) dispuesto en la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula (10),
 - un primer conducto (4) flexible aguas abajo del primer caudalímetro (12), destinado a conectar la línea (8) de alimentación a un depósito (2), para suministrar líquido criogénico a este último,
 - una línea (20) de desgasificación conectada a la línea (8) de alimentación entre el primer caudalímetro (12) y la primera válvula (10), y
 - una segunda válvula (22) dispuesta en la línea de desgasificación.
10. Instalación según la reivindicación 8, **caracterizada porque** comprende:
- 10
- una línea (8) de alimentación de líquido criogénico,
 - una primera válvula (10) dispuesta en la línea (8) de alimentación,
 - un primer caudalímetro (12) dispuesto en la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula (10),
 - una segunda válvula (16) dispuesta en la línea (8) de alimentación aguas arriba del primer caudalímetro (12),
 - un primer conducto (4) flexible aguas abajo de la segunda válvula (16), destinado a conectar la línea (8) de alimentación a un depósito (2), para suministrar líquido criogénico a este último,
 - una línea (20, 26) de desgasificación conectada a la línea (8) de alimentación entre el primer caudalímetro (12) y la segunda válvula (16),
 - una tercera válvula (22) dispuesta en la línea de desgasificación, y
 - un segundo conducto flexible, denominado conducto (6) de desgasificación, destinado a conectarse al depósito (2), para permitir extraer gas de este último, estando dicho conducto de desgasificación conectado a la línea (8) de alimentación aguas abajo de la segunda válvula (16), por medio de una unión (26).
- 15
- 20
11. Instalación según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizada porque** comprende un segundo caudalímetro (28) dispuesto en la línea de desgasificación, para medir un caudal de gas.
- 25

**Fig. 1**

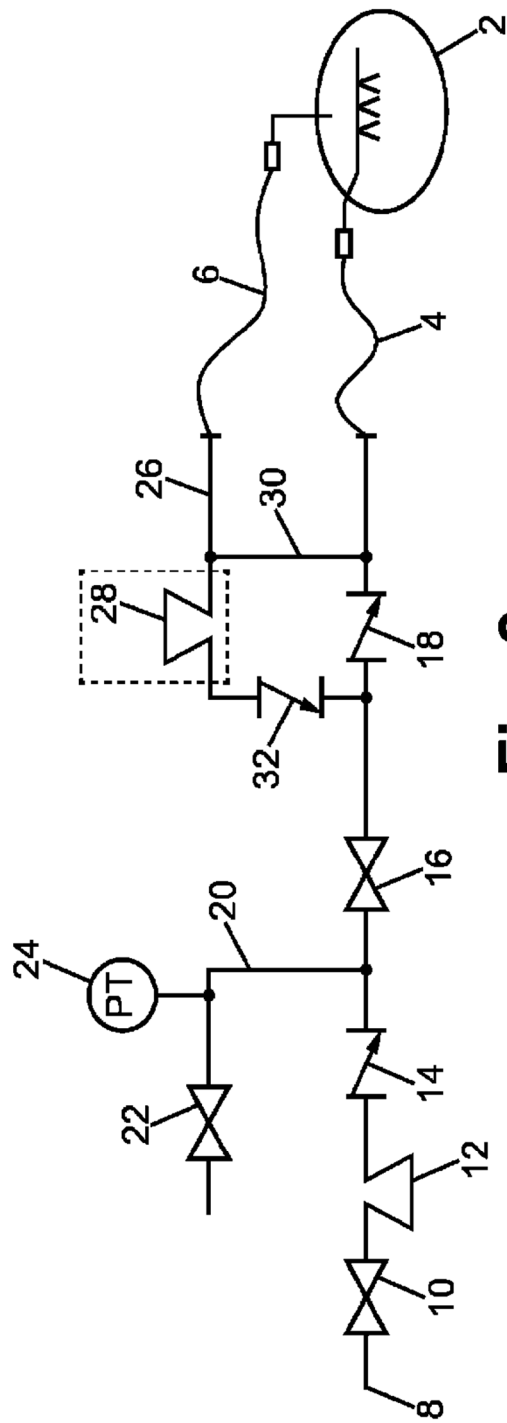


Fig. 2

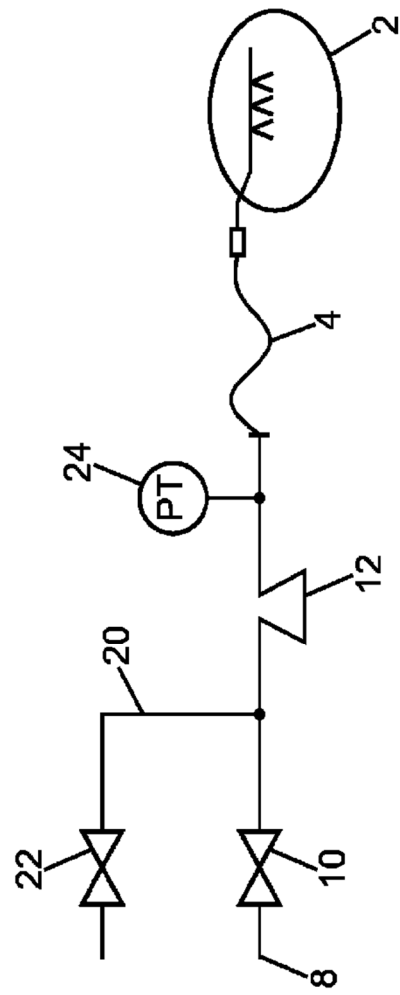


Fig. 3