

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

T3

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: **02.10.2019 EP 3359867**

54 Título: **Procedimiento de suministro de líquido criogénico e instalación para la realización de este procedimiento**

30 Prioridad:

05.10.2015 FR 1559472

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

13.05.2020

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:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 760 074 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 de suministro de líquido criogénico e instalación para la realización de este procedimiento

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de suministro de líquido criogénico, así como a una instalación para la realización de este procedimiento.

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

15 Para algunas utilizaciones de líquidos criogénicos, el líquido se almacena en un tanque de tamaño relativamente grande y se prevén medios para suministrar cantidades relativamente pequeñas de líquido en contenedores, como por ejemplo un depósito de un camión. Se tiene así una estación de abastecimiento con un tanque de almacenamiento y medios de distribución bajo presión adaptados al contenedor a llenar, que comprende generalmente una bomba que permite transferir líquido criogénico desde el tanque de almacenamiento hacia un depósito de un vehículo. La invención se refiere también a la transferencia de líquido criogénico hacia otro tipo de contenedor, por ejemplo una bombona de líquido criogénico o un Dewar. Se entiende en lo sucesivo por contenedor, cualquier tipo de depósito o recipiente o similar adaptado para contener un líquido, y más particularmente aquí un líquido criogénico. Además, para aligerar la redacción, se asimilarán las transferencias de líquido (desde el tanque hacia, por ejemplo, una bombona o un Dewar) a un abastecimiento (desde el tanque hacia un depósito de un vehículo).

20 El documento FR-2 997 165 se refiere a un procedimiento de llenado por un líquido criogénico de un depósito, a partir de un almacenamiento previo, en el que se dispone de una estación de llenado a través de la cual transita una primera vía que une el almacenamiento con el depósito y que permite la transferencia de líquido criogénico desde el almacenamiento al depósito, y una segunda vía que une una salida de gas del depósito con la estación de llenado y que permite llevar los gases a evacuar desde el depósito hacia la estación de llenado, estando la segunda línea de retorno de gas hacia la estación desprovista de válvula mantenedora de presión, pero provista de una electroválvula o de varias electroválvulas dispuestas en paralelo, normalmente cerrada(s), controlándose el llenado mediante acción sobre la electroválvula para abrirla tanto como sea necesario, a fin de obtener una diferencia deseada de presión Delta P (entre el almacenamiento y el depósito), y un valor de presión final en el depósito conforme a un valor de consigna deseado, asociado al depósito considerado que se desea llenar.

35 El documento FR-3 006 742 divulga por su parte un dispositivo de llenado de un depósito con un carburante gaseoso licuado a una temperatura criogénica, que comprende un depósito fuente 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 unido al depósito fuente y un extremo aguas abajo que comprende una unión destinada a unirse a un depósito a llenar, comprendiendo el conducto de extracción, aguas abajo de la bomba, una porción de derivación que transita en el interior del depósito fuente 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 transita y que no transita en la porción de derivación, para regular la temperatura del líquido extraído durante el llenado y el dispositivo de llenado comprende un crioenfriador unido al depósito fuente para licuar selectivamente un gas presente en el depósito fuente.

45 En el caso del llenado de un depósito de un vehículo, cuando el vehículo se presenta para efectuar un abastecimiento a una estación de suministro de líquido criogénico, como por ejemplo un GNL (Gas Natural Licuado), su depósito se encuentra a veces bajo presión debido a la evaporación del líquido criogénico en el depósito. Así, antes de realizar el abastecimiento, conviene realizar una desgasificación, es decir retirar el gas del depósito para disminuir la presión en este. Después, durante el abastecimiento, un líquido criogénico se lleva bajo presión hasta el depósito. Generalmente, la distribución de líquido se detiene cuando una de las dos condiciones siguiente se cumple: la presión en el depósito supera un umbral predeterminado o el caudal de líquido pasa por debajo de un umbral predeterminado.

50 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 disminuirla. En efecto, cuando un líquido llega a llenar el depósito, el volumen disponible para el gas disminuye y por lo tanto el gas se comprime, haciendo aumentar la presión. Por el contrario, como el líquido introducido en el depósito es frío, se realiza un intercambio térmico con el gas y este último se condensa entonces en parte. La cantidad (masa o número de moles) de gas disminuye por lo tanto tendiendo a hacer bajar la presión en el depósito.

60 Lo más frecuentemente, se realiza el abastecimiento rápidamente. Así, se limita la caída de presión (condensación del gas) y se observa generalmente un aumento de la presión en el depósito. Algunas veces ocurre que la distribución de líquido se detiene por que la presión en el depósito supera un umbral dado. En consecuencia, puede ocurrir que la distribución se detiene antes de que el depósito se haya llenado correctamente. En estos casos extremos, si el depósito está "caliente" antes del abastecimiento, el líquido criogénico introducido en primer lugar en el depósito se vaporizará rápidamente, haciendo entonces subir bruscamente la presión en el depósito. El abastecimiento puede entonces detenerse, ya que la presión ha superado el umbral predeterminado cuando el depósito no estaba lleno, incluso todavía

casi vacío.

5 Así, como se desprende de lo anterior, conviene medir la presión que reina en un depósito a abastecer. El caudal de líquido que entra en el depósito se mide también generalmente, aunque sea para poder facturar al cliente, propietario del vehículo abastecido, el líquido criogénico que se le proporciona. Como se ha indicado antes, es a veces (o frecuentemente) necesario retirar un gas fuera del depósito para disminuir la presión en este. Para tener en cuenta la cantidad de gas retirada fuera del depósito durante la facturación, es también habitual medir la cantidad de gas evacuada fuera del depósito.

10 La presente invención tiene entonces como objetivo permitir un buen 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 permitido.

15 Otro objetivo de la presente invención es permitir determinar con bastante precisión tanto la cantidad de líquido introducido en el depósito como la cantidad de gas que se sustrae.

Ventajosamente, la realización de la presente invención presentará un sobrecoste preferentemente nulo con respecto a una estación de suministro de líquido criogénico (especialmente GNL).

20 Finalmente, el tiempo de abastecimiento de un depósito no debe alargarse de manera sensible debido a la realización de la invención.

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

- 25 - conexión de manera estanca de un depósito a llenar a un tanque de almacenamiento,
- 30 - suministro de líquido criogénico hacia el depósito y determinación, por un lado, del flujo de líquido en curso de suministro y la cantidad de líquido suministrada y, por otro lado, la presión que reina en el depósito,
- detención del suministro del líquido cuando la presión supere un primer umbral predeterminado o bien cuando el flujo de líquido pase por debajo de un segundo umbral predeterminado.

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

- desgasificación del depósito después de la detención del suministro determinando la cantidad de gas extraída del depósito durante la desgasificación, y
- 40 - determinación de si tiene lugar suministrar de nuevo líquido o no en función de la cantidad de gas extraída durante la desgasificación y eventualmente de otros parámetros.

45 De manera original, se propone aquí realizar una desgasificación del depósito después de su llenado. Se ha observado que el conocimiento de la cantidad de gas extraída del depósito durante la última desgasificación permitía tener una idea sobre el estado de llenado del depósito. Es por lo tanto posible determinar con esta información si el depósito debe todavía llenarse o no. Se pueden utilizar también eventualmente otras informaciones, como por ejemplo la cantidad de líquido criogénico proporcionada al depósito durante la última etapa de llenado: esta cantidad generalmente se conoce. La determinación de la cantidad de líquido suministrada y/o la cantidad de gas retirada del depósito puede llevarse a cabo por medición, por ejemplo con un caudalímetro, o bien por estimación, por ejemplo en función del tiempo de suministro o de desgasificación, conociéndose, por otro lado, la presión del fluido.

50 En un procedimiento tal como se propone aquí anteriormente, se prevé ventajosamente que cuando la cantidad de gas extraída del depósito es superior a un tercer umbral predeterminado, se realiza un nuevo suministro de líquido con determinación de la cantidad suministrada durante este nuevo suministro, seguida de una desgasificación con determinación de la cantidad de gas extraída del depósito. Después, si la cantidad de líquido suministrada durante el

55 suministro de líquido es superior a una cantidad de líquido predeterminada, entonces se puede realizar una nueva operación de desgasificación, seguida eventualmente de una última etapa de suministro de líquido.

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

65 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 una cantidad de gas, predeterminada en función, especialmente, de una cantidad de líquido suministrada y/o de una cantidad de gas extraída durante etapas anteriores, se retira del depósito.

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

5 El procedimiento de suministro puede también, por ejemplo, detenerse si la cantidad de gas extraída durante la última operación de desgasificación realizada está por debajo de un umbral predeterminado y si la cantidad de líquido criogénico suministrada durante la última operación de suministro de líquido criogénico está por debajo de un umbral predeterminado, después de que se haya realizado entonces un último suministro de líquido criogénico.

10 La presente invención se refiere también a una instalación de suministro de líquido criogénico que comprende un conducto de alimentación en líquido criogénico y eventualmente un conducto de desgasificación, caracterizada por que comprende además un sistema de gestión para la realización de cada una de las etapas de un procedimiento tal como se ha descrito anteriormente.

15 Para ello, tal instalación de suministro puede comprender:

- un conducto de alimentación con líquido criogénico,
- 20 - medios de suministro de líquido criogénico que incluyen medios de unión a un depósito de manera estanca,
- 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,
- 25 - medios para detener el suministro de líquido criogénico,
- medios para desgasificar el depósito,
- medios de determinación de la cantidad de gas retirada del depósito durante una desgasificación, y
- 30 - un sistema de gestión y de 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 extraída durante la anterior desgasificación y, por otro lado, sobre los medios de desgasificación para controlar una desgasificación del depósito después de al menos un suministro de líquido criogénico.

35 Según una primera forma de realización, se propone una instalación que comprende:

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

50 En una forma de realización preferida, que permite además asegurar un buen llenado de un depósito, asegurar también una medición precisa del líquido introducido en un depósito y del gas extraído de este, una instalación según la invención puede comprender:

- 55 - una línea de alimentación con líquido criogénico,
- una primera válvula dispuesta sobre la línea de alimentación,
- un primer caudalímetro dispuesto sobre la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula,
- 60 - una segunda válvula dispuesta sobre la línea de alimentación aguas abajo del primer caudalímetro,
- un primer conducto flexible aguas abajo de la segunda válvula destinada a unir la línea de alimentación a un depósito para suministrar un líquido criogénico a este último,
- 65 - una línea de desgasificación unida a la línea de alimentación entre el primer caudalímetro y la segunda válvula,

- una tercera válvula dispuesta sobre la línea de desgasificación, y

5 - un segundo conducto flexible denominado conducto de desgasificación destinado a unirse al depósito para permitir la extracción del gas de este último, estando dicho conducto de desgasificación unido a la línea de alimentación aguas abajo de la segunda válvula por medio de una unión.

Para la determinación de la cantidad de gas extraída del depósito durante una fase de desgasificación, se propone proporcionar la línea de desgasificación de un caudalímetro.

10 Unos detalles y ventajas de la presente invención aparecerán mejor a partir de la descripción siguiente, hecha en referencia al dibujo esquemático anexo, en el que:

15 La figura 1 es un organigrama 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 utilizarse ventajosamente para la realización del procedimiento ilustrado en la figura 1, y

20 La figura 3 ilustra esquemáticamente una instalación de suministro para la realización del procedimiento ilustrado en la figura 1, simplificada con respecto a la de la figura 2.

25 El procedimiento descrito a continuación se realiza cuando se une 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, Dewar, etc.). El líquido criogénico es, por ejemplo, un GNL (Gas Natural Licuado) pero puede tratarse de cualquier otro tipo de líquido criogénico (nitrógeno líquido, etc.). A título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, se supondrá en lo sucesivo en la descripción que el líquido suministrado aquí es un GNL para alimentar un depósito de camión.

30 Así, la primera etapa R consiste aquí en unir el depósito 2 a una estación de suministro de GNL. Esta última permite la transferencia de una cantidad limitada de GNL desde un tanque de almacenamiento (no representado) hacia unos depósitos, o similares, de tamaños menores. La unión entre el depósito 2 y la estación de suministro se realiza por un conducto flexible que comprende dos conductos: un primer conducto, denominado conducto de alimentación 4, que está destinado a llevar el GNL que proviene del tanque de almacenamiento hasta el depósito 2 del camión, y un segundo conducto, denominado conducto de desgasificación 6, destinado a evacuar los elementos bajo fase gaseosa presentes en el depósito 2.

35 El usuario que desea obtener el llenado de su depósito demanda entonces este llenado pulsando por ejemplo sobre un botón (no ilustrado).

40 Para poder realizar un llenado, conviene en primer lugar 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. Esta condición está se cumple la mayoría de las veces, ya que hay generalmente todavía líquido en el depósito 2. Conviene, no obstante, asegurarse también que esta presión no sea demasiado elevada. En efecto, si la presión es demasiado similar a la presión máxima admisible del depósito, o también si esta presión es demasiado similar a la presión máxima que puede suministrarse por el sistema de llenado, entonces convendrá no enviar líquido hacia el depósito 2.

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

50 Así pues, 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). Durante esta operación, se extra un gas del depósito 2. El gas se envía hacia la red de líquido criogénico. Preferentemente, se mide la cantidad de gas extraída. Esta medición se puede realizar precisamente con un caudalímetro adaptado a la naturaleza del gas y a las condiciones de medición. Se conoce la presión del gas (medida), así como las dimensiones de los conductos y la presión aguas abajo, por lo tanto la cantidad de gas extraída del depósito 2 se puede estimar en función de la duración de la operación de desgasificación. Se pueden utilizar otros métodos para determinar la cantidad de gas extraída del depósito 2.

55 Cuando la presión en el depósito 2 se ha vuelto inferior a la presión predeterminada P_0 , entonces puede comenzar el llenado del depósito 2 con GNL (etapa L1). Como se ilustra en el organigrama, esta etapa de llenado se realiza sin desgasificación previa si la presión en el depósito 2 es inferior a P_0 .

60 Antes de dejar entrar un GNL en el depósito 2, puede ser necesaria una etapa de enfriamiento del sistema, no prevista en el organigrama para hacerlo más simple, para enfriar los elementos de la estación de suministro y no arriesgarse a inyectar un gas en el depósito 2. Esta operación de enfriamiento, también denominada operación de puesta en frío, del sistema, se describirá más adelante en referencia a la figura 2.

65

- 5 Generalmente, durante el llenado del depósito 2 con GNL, se detiene la desgasificación, y por lo tanto el gas contenido en el depósito 2 no puede salir hacia el sistema de suministro y se queda en el depósito 2. La cantidad de líquido criogénico introducido en el depósito 2 se mide a fin de conocer la cantidad suministrada para poder establecer un precio justo de la transacción. En el caso de aplicación en la que el líquido criogénico no se venda, es posible determinar la cantidad de líquido suministrada por una estimación, por ejemplo a partir del tiempo de suministro y de la presión del líquido, conociéndose las dimensiones de los conductos por la construcción.
- 10 La operación de llenado (etapa L1, pero también a continuación las otras etapas/operaciones de llenado/suministro que están previstas) se detiene cuando se da una de las dos condiciones siguientes:
- 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 .
- 15 El primer valor umbral P_1 puede corresponder al valor predeterminado P_0 definido anteriormente, pero puede tratarse de otro valor límite.
- 20 El segundo umbral D_2 se predetermina en función especialmente del caudal nominal D_n de la estación de suministro. Se puede prever, por ejemplo, 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.
- Preferentemente, se mide la cantidad Q_L de GNL distribuida durante esta operación de llenado.
- 25 De manera original, el procedimiento propuesto aquí prevé la realización sistemática de una etapa de desgasificación (etapa G2) después de esta primera etapa de llenado (etapa L1). Durante esta etapa de desgasificación, se mide y/o se estima la cantidad Q_G de gas extraída del depósito 2. Un caudalímetro puede medir la cantidad Q_G pero se puede prever también una medición del tiempo que tarda la etapa de desgasificación a fin de estimar, con bastante precisión, la cantidad Q_G . Se pueden considerar otros métodos de medición o de estimación.
- 30 La continuación del procedimiento depende de la cantidad de gas extraída 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 hay todavía espacio en el depósito 2 y se puede iniciar una nueva etapa de llenado.
- 35 Por el contrario, si esta cantidad de gas es baja, es decir inferior a la cantidad predeterminada Q_0 , se puede poner fin al procedimiento de llenado. En este último caso, como se puede ver a la derecha en el organigrama, se proponen dos maneras de proceder, en función de la cantidad Q_L de GNL que se ha suministrado durante la última etapa de llenado.
- 40 Si esta cantidad Q_L de GNL fuese baja, por ejemplo inferior a una cantidad Q_1 , entonces se pone fin al proceso de suministro de líquido criogénico (etapa F1). El presente caso 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.
- 45 Por el contrario, si la cantidad Q_L de GNL suministrada durante la última etapa de llenado fuese superior a la cantidad Q_1 entonces se procede a una última etapa de llenado (etapa L2) antes de poner fin al procedimiento de llenado (etapa F2).
- 50 En el caso en el que la cantidad Q_G de gas sea superior a la cantidad Q_0 , entonces se inicia una nueva etapa de llenado (etapa L_n) durante la cual se mide la cantidad Q_L de líquido criogénico. Siempre que la cantidad Q_L siga siendo inferior a la cantidad predeterminada Q_1 , se prevé repetir la operación de desgasificación prevista en la etapa G2. Se realiza así un bucle en el que se suceden unas operaciones de llenado y de desgasificación mientras la cantidad de gas extraída fuera del depósito 2 siga siendo superior al valor predeterminado Q_0 y la cantidad de líquido transferida hacia el depósito 2 siga siendo inferior al valor predeterminado Q_1 .
- 55 Para evitar prolongar la duración de llenado del depósito 2 y/o llenar el depósito 2 más allá del nivel máximo recomendado, se propone poner fin a este bucle al final de un número N de bucles. Por lo tanto, está previsto en un sistema de gestión del procedimiento de llenado incrementar un número que cuenta el número de llenados efectuados. Si el incremento alcanza el número N , se pone fin al procedimiento de llenado después de la enésima etapa de llenado.
- 60 Por cuestiones de simplificación, el organigrama de la figura 1 no gestiona el inicio y el incremento del número de bucles de llenados/desgasificaciones.
- 65 En la mayoría de los casos, el bucle a la izquierda de la figura 1 evocado anteriormente se realiza sólo una única vez. En efecto, es poco probable (pero se puede considerar) que la cantidad de gas extraída siga siendo elevada durante varias operaciones de desgasificaciones sucesivas, incluso si se efectúan llenados entre dos desgasificaciones. Este último caso en concreto correspondería, por ejemplo, a un depósito relativamente "caliente". Así, lo más

ES 2 760 074 T3

frecuentemente, durante una segunda o eventualmente una tercera etapa de llenado (etapas L_n), la cantidad Q_L de líquido introducida en el depósito 2 pasa por debajo del umbral Q_1 y puede así poner fin al procedimiento de llenado. Como la última operación de desgasificación condujo a la extracción de una cantidad relativamente importante de gas, se realiza una última etapa de desgasificación (etapa G3) seguida de una última etapa de llenado (que corresponde a la etapa L2 descrita anteriormente). El proceso de llenado se termina así aquí en la etapa final F2 que corresponde al final de un llenado "normal" del depósito 2.

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

La figura 2 ilustra esquemáticamente una estación de suministro para la realización del procedimiento que se acaba de presentar.

Se observa en la figura 2, a la derecha de esta, el depósito 2 ya evocado, así como el conducto flexible que une este depósito a la estación de suministro. Esta última comprende en primer lugar una línea de alimentación 8 con líquido criogénico que une el tanque de almacenamiento (no representado) que contiene la reserva de GNL al conducto de alimentación 4.

En la línea de alimentación 8 está dispuesta una primera válvula 10 y permite controlar la llegada de líquido criogénico en el sistema de suministro.

Un primer caudalímetro 12 está dispuesto en la línea de alimentación 8 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 válvula de retención 14 que evita cualquier subida de líquido criogénico así como de gas hacia el tanque de almacenamiento.

Se dispone después una segunda válvula 16 en la línea de alimentación 8, aguas abajo del primer caudalímetro 12.

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

El sistema de suministro representado en la figura 2 comprende también una línea de desgasificación realizada en varias partes.

Una primera parte 20 de la línea de desgasificación conecta la línea de alimentación 8 entre la válvula de retención 14 y la segunda válvula 16 a un conducto no representado que permite reinyectar el gas hacia el tanque 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 esta primera parte 20. Un dispositivo de medición 24 permite conocer la presión y la temperatura del gas en esta primera parte 20.

Una segunda parte 26 de la línea de desgasificación une la línea de alimentación 8 al conducto flexible, y más particularmente al conducto de desgasificación 6. Esta segunda parte 26 está unida a la línea de alimentación 8 aguas abajo de la segunda válvula 16. Se encuentra en esta segunda válvula 26 un segundo caudalímetro 28.

En el interior del sistema de suministro, una unión 30 hace comunicar la segunda parte 26 a la línea de alimentación 8 cerca del conducto de alimentación 4 y del conducto de desgasificación 6. La unión 30 está unida a la segunda parte 26 aguas arriba del segundo caudalímetro 28 y a la línea de alimentación 8 aguas abajo de la válvula de retención 18.

Una tercera válvula de retención 32 está prevista en la segunda parte 26 entre el segundo caudalímetro 28 y la unión de la segunda parte 26 a la línea de alimentación 8. Ésta asegura que el gas que circula en esta segunda parte 26 se evacúe fuera del depósito 2.

La continuación de la presente descripción indica cómo el dispositivo que se acaba de describir y tal como se ilustra en la figura 2 se puede utilizar para proceder a etapas del procedimiento de la figura 1.

Al principio, antes de la conexión del conducto flexible sobre el depósito 2, la primera válvula 10 está cerrada para evitar que fluya un GNL, mientras que la segunda válvula 16 y la tercera válvula 22 están abiertas (de forma continua o por alternancias) para permitir un retorno de gas, que proviene por ejemplo de una evaporación de líquido presente en los conductos, hacia el tanque de almacenamiento (o cualquier otro sistema de recuperación del gas).

Cuando el conducto flexible está conectado 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 el gas se extraiga del depósito 2. El segundo caudalímetro 28 mide entonces la cantidad de gas extraída fuera del depósito 2.

Más arriba, se ha evocado que previamente a la primera etapa de llenado (etapa L1) podría considerarse una operación de enfriamiento del sistema de suministro para poner el sistema a temperatura de funcionamiento. Para esta operación, se admite un GNL en el sistema de suministro abriendo la primera válvula 10. El GNL circula entonces a través del primer caudalímetro 12 y vuelve al tanque 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), la primera válvula 10 y la segunda válvula 16 se abren para permitir al GNL transitar por la línea de alimentación 8 del tanque de almacenamiento hacia el depósito 2. La tercera válvula 22 permanece cerrada a fin de impedir un retorno de gas hacia el tanque de almacenamiento durante las etapas de llenado.

Al final de una etapa de llenado, la primera válvula 10 se cierra en primer lugar, y después la segunda válvula 16. Se prevé una temporización para que el líquido que permanezca en la línea se evapore. De tal manera, se asegura que el conducto flexible sea manipulado solamente cuando contiene gas, lo que mejora la seguridad del sistema de suministro. La temporización se determina aquí en función de los parámetros relacionados con la estación de suministro a partir de cálculos y/o de ensayos experimentales.

Después, durante una operación de desgasificación del depósito 2, la primera válvula 10 se cierra para que el sistema de suministro no se alimente ya con líquido criogénico y la segunda válvula 16, así como la tercera válvula 22 se abren para permitir la circulación del gas hacia el tanque de almacenamiento (u otro).

El presente dispositivo puede así utilizarse para garantizar un buen llenado del depósito 2, utilizando el procedimiento descrito anteriormente.

Una forma de realización simplificada de la estación de suministro de la figura 2 se ilustra en la figura 3. Por razones de simplificación, las referencias utilizadas en la figura 2 se recogen en la figura 3 para designar elementos similares.

La estación de suministro ilustrada en esta figura 3 comprende, en primer lugar, una línea de alimentación 8 con líquido criogénico. Está unida a un tanque de almacenamiento (no representado).

Para controlar el suministro de líquido criogénico hacia un depósito 2, se dispone una primera válvula 10 en la línea de alimentación 8. Un primer caudalímetro 12 dispuesto en la línea de alimentación 8 aguas abajo de la primera válvula 10 se utiliza para medir la cantidad de líquido (GNL) suministrada. Este suministro se realiza mediante un primer conducto flexible 4 unido a la línea de alimentación 8 aguas abajo del primer caudalímetro 12.

Para permitir un retorno de líquido vaporizado, una línea de desgasificación 20 está unida a la línea de alimentación 8. Aquí, la unión se hace entre el primer caudalímetro 12 y la primera válvula 10. El control del flujo de gas en la línea de desgasificación se realiza por una segunda válvula 22 dispuesta sobre la línea de desgasificación 20.

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 bien lleno, conociendo la cantidad de gas extraída durante la desgasificación y ventajosamente también la cantidad de líquido transferida al depósito. Si se ha transferido una gran cantidad de líquido y se ha extraído poco gas, el depósito está probablemente lleno y se realiza entonces solamente un llenado complementario.

Por el contrario, si se ha transferido una pequeña cantidad de líquido hacia el depósito, pero se ha extraído mucho gas, se puede suponer que el depósito estaba "caliente" y que el líquido introducido en el depósito se ha evaporado rápidamente.

El procedimiento propuesto permite también gestionar situaciones intermedias entre estas dos situaciones.

El dispositivo propuesto permite la realización del procedimiento según la invención. Permite además medir precisamente la cantidad de GNL proporcionada al cliente teniendo en cuenta también el gas extraído del depósito. Este dispositivo y este procedimiento pueden así utilizarse para transacciones comerciales.

El hecho de garantizar un buen llenado de un depósito para un camión permite garantizarle una autonomía máxima.

El sistema propuesto es también un sistema seguro para el cual está especialmente previsto manipular el conducto de unión al depósito sólo cuando este último está lleno de gas (ningún líquido).

Por supuesto, la presente invención no se limita a la forma de realización de la instalación ilustrada en el dibujo, a las variantes evocadas en descripción anterior y al procedimiento descrito anteriormente. Se refiere también a todas las variantes de realización al alcance del experto en la materia conforme a la definición de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

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

- 5 - unión de manera estanca de un depósito (2) a llenar a un tanque de almacenamiento,
- suministro de líquido criogénico hacia el depósito (2) y determinación, por un lado, del flujo de líquido en curso de suministro y de la cantidad de líquido suministrada y, por otro lado, de la presión que reina en el depósito (2),
- 10 - detención del suministro del líquido cuando la presión supera un primer umbral predeterminado o bien cuando el flujo de líquido pasa por debajo de un segundo umbral predeterminado,

caracterizado por que el procedimiento comprende además las etapas siguientes:

- 15 - desgasificación del depósito (2) después de detener el suministro determinando la cantidad de gas extraída del depósito (2) durante la desgasificación, y
- determinación de si tiene lugar de suministrar de nuevo un líquido o no en función de la cantidad de gas extraída durante la desgasificación y eventualmente otros parámetros.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que mientras la cantidad de gas extraída 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, seguida de una desgasificación con determinación de la cantidad de gas extraída fuera del depósito (2).

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

30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se limita el número de etapas de suministro de líquido criogénico.

35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que una operación de desgasificación se detiene cuando la presión en el depósito pasa por debajo de un umbral predeterminado y/o si una cantidad de gas, predeterminada en función en particular de una cantidad de líquido suministrada y/o de una cantidad de gas extraída durante etapas anteriores, se retira del depósito.

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

45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que si la cantidad de gas extraída durante la última operación de desgasificación realizada está por debajo de un umbral predeterminado y si la cantidad de líquido criogénico suministrada 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.

50 8. Instalación de suministro de líquido criogénico que comprende un conducto de alimentación (4) con líquido criogénico y medios de suministro de líquido criogénico que incluye unos medios de unión a un depósito de manera estanca, caracterizada por que comprende además:

55 - 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,

60 - medios de determinación de la cantidad de gas extraída del depósito durante una desgasificación, y

- un sistema de gestión y de 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 extraída durante la anterior desgasificación y, por otro lado, sobre los medios de desgasificación para controlar una desgasificación del depósito después de al menos un suministro de líquido criogénico.

65

9. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que comprende:

- una línea de alimentación (8) con líquido criogénico,

5 - una primera válvula (10) dispuesta sobre la línea de alimentación (8),

- un primer caudalímetro (12) dispuesto sobre la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula (10),

10 - un primer conducto flexible (4) aguas abajo del primer caudalímetro (12) destinado a unir la línea de alimentación (8) a un depósito (2) para suministrar un líquido criogénico a este último,

- una línea de desgasificación (20) unida a la línea de alimentación (8) entre el primer caudalímetro (12) y la primera válvula (10), y

15 - una segunda válvula (22) dispuesta en la línea de desgasificación.

10. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que comprende:

- una línea de alimentación (8) en líquido criogénico,

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

- un primer caudalímetro (12) dispuesto sobre la línea de alimentación aguas abajo de la primera válvula (10),

25 - una segunda válvula (16) dispuesta sobre la línea de alimentación (8) aguas abajo del primer caudalímetro (12),

- un primer conducto flexible (4) aguas abajo de la segunda válvula (16) destinada a unir la línea de alimentación (8) a un depósito (2) para suministrar un líquido criogénico a este último,

30 - una línea de desgasificación (20, 26) unida a la línea de alimentación (8) entre el primer caudalímetro (12) y la segunda válvula (16),

- una tercera válvula (22) dispuesta en la línea de desgasificación, y

35 - un segundo conducto flexible denominado conducto de desgasificación (6) destinado a estar unido al depósito (2) para permitir extraer el gas de este último, siendo dicho conducto de desgasificación unido a la línea de alimentación (8) aguas abajo de la segunda válvula (16) por medio de una unión (26).

40 11. Instalación según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizada por que comprende un segundo caudalímetro (28) dispuesto en la línea de desgasificación para medir un caudal de gas.

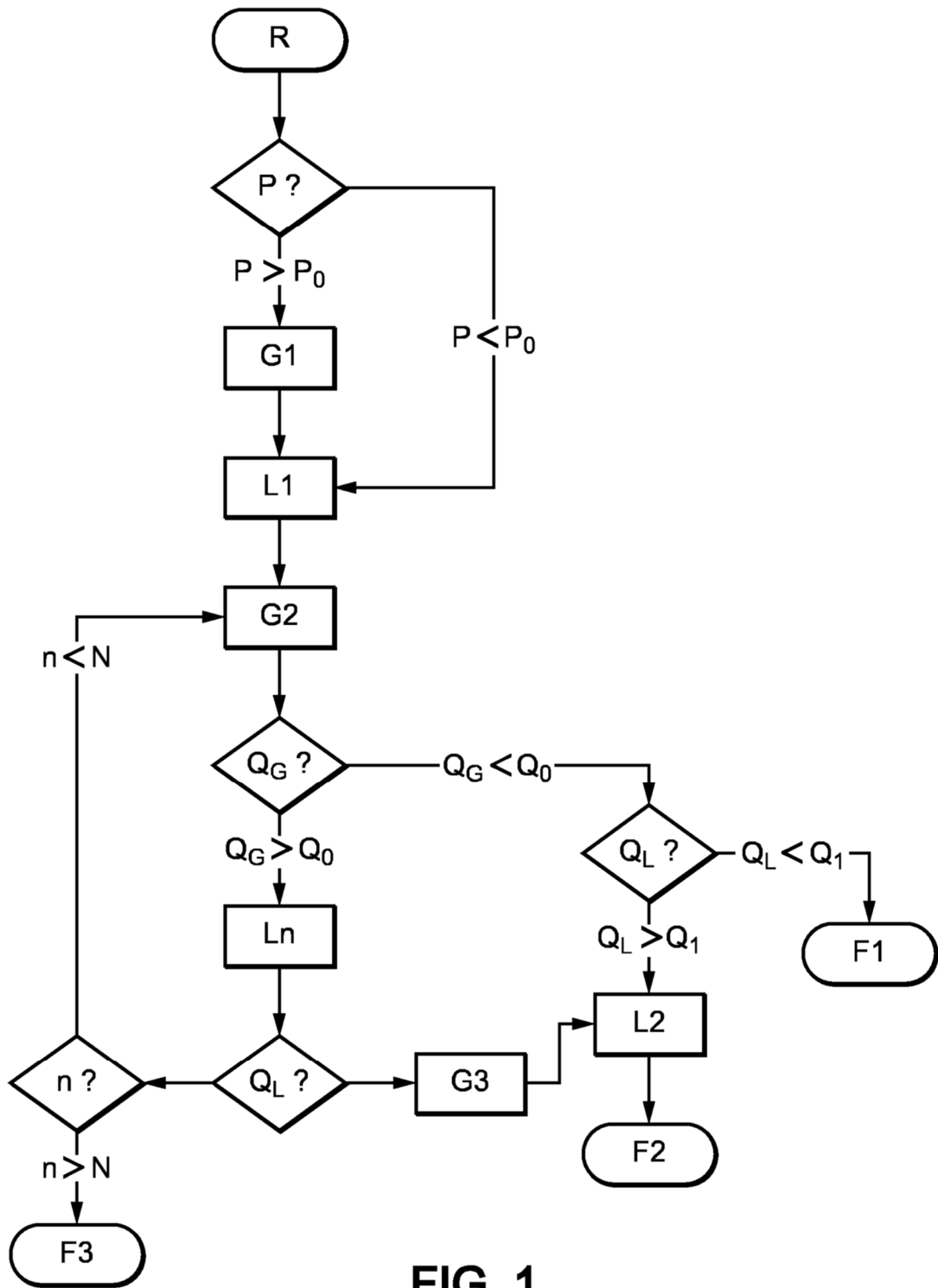


FIG. 1

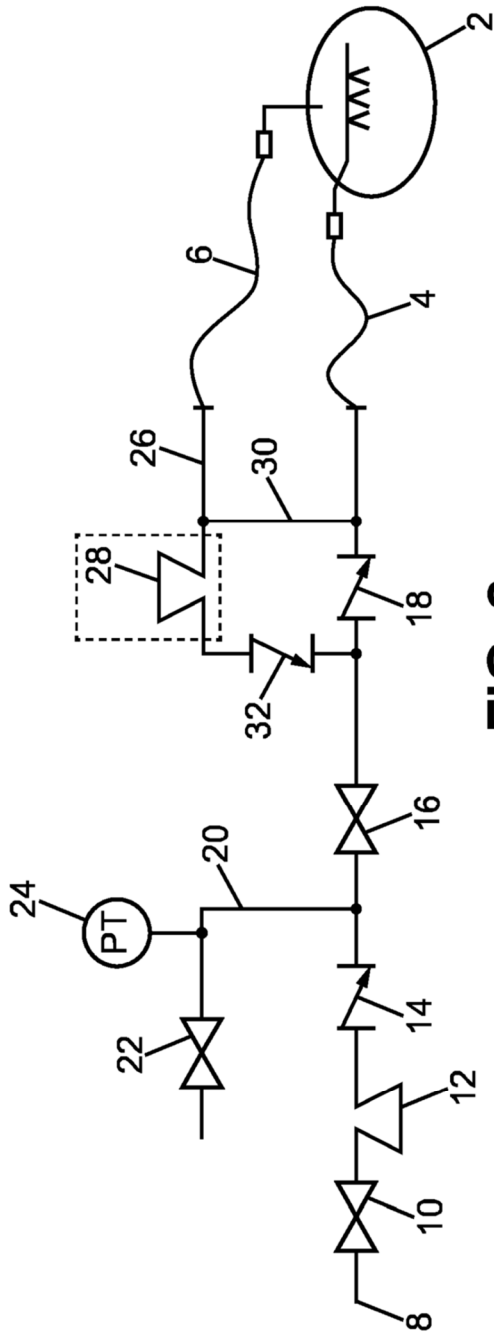


FIG. 2

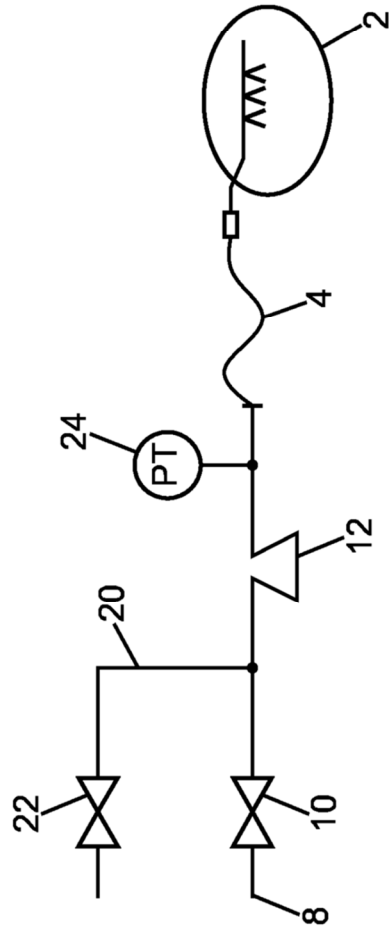


FIG. 3