

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 889**

51 Int. Cl.:

F17C 3/02 (2006.01)

F17C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2016** **PCT/FR2016/050611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016** **WO16151224**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2016** **E 16712971 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2020** **EP 3271635**

54 Título: **Procedimiento de enfriamiento de gas licuado**

30 Prioridad:

20.03.2015 FR 1552318

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

21.06.2021

73 Titular/es:

GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)

1 Route de Versailles

78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, FR

72 Inventor/es:

DELETRE, BRUNO y

HAQUIN, NICOLAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 834 889 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 enfriamiento de gas licuado

5 Área técnica

La invención se refiere al campo de la refrigeración de cuerpos gaseosos almacenados en forma licuada, y se refiere en particular a la refrigeración de un gas combustible como el gas natural licuado (GNL).

10 Antecedentes tecnológicos

El gas natural licuado se almacena en tanques sellados y termoaislantes a temperaturas criogénicas. Dichos tanques pueden ser parte de una instalación de almacenamiento en tierra o instalarse en una estructura flotante, como un barco de GNL, por ejemplo.

15 Las barreras de aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento de gas natural licuado son inevitablemente el lugar de un flujo térmico que tiende a calentar el contenido del tanque. Este calentamiento provoca un aumento de la entalpía del contenido del tanque y, en consecuencia, un alejamiento de la totalidad o parte de la carga de sus condiciones de equilibrio a presión casi atmosférica. Por lo tanto, es probable que este aumento de entalpía provoque la evaporación del gas natural licuado y una pérdida de gas natural almacenado en forma líquida.

20 Para limitar el aumento de la entalpía del gas natural licuado, el aislamiento térmico de los tanques se mejora periódicamente. Sin embargo, aunque las capacidades de aislamiento térmico de los tanques tienden a aumentar, la velocidad de calentamiento del gas natural licuado sigue siendo sustancial.

25 Ciertamente es conocido en el estado de la técnica el uso del gas resultante de la evaporación natural para suministrar equipos que utilizan gas natural como combustible. Así, en un transportador de GNL, por ejemplo, el gas evaporado se utiliza para suministrar el tren de potencia para propulsar el barco o los grupos electrógenos que suministran la electricidad necesaria para el funcionamiento del equipo a bordo. Sin embargo, aunque tal proceso permite mejorar el valor del gas evaporado en el tanque, no permite controlar la velocidad de evaporación del gas licuado ni mantener el gas en un estado termodinámico que permita su almacenamiento duradero. Además, si se conoce el uso de un sistema de licuefacción para volver a licuar el exceso de gas evaporado, la eficiencia de dicho sistema de licuefacción es baja. El documento FR 2 586 083 da a conocer un proceso para mejorar el aislamiento térmico, contribuyendo a enfriar el gas licuado almacenado.

35 Sumario

Una idea en la base de la invención es proponer un proceso para enfriar un gas licuado y una instalación para almacenar y enfriar un gas licuado que permita un mejor control de la evaporación natural del gas licuado mientras mantiene una fracción importante de gas licuado en un estado termodinámico que permite su almacenamiento de manera duradera.

40 De acuerdo con una realización, la invención proporciona un procedimiento para enfriar un gas licuado almacenado en el espacio interior de un tanque sellado y termoaislante de acuerdo con la reivindicación 1.

45 Así, tal procedimiento permite aprovechar al máximo la vaporización del gas destinado a alimentar un equipo consumidor de gas en fase de vapor para enfriar el gas licuado almacenado en el tanque restando del mismo el calor latente de vaporización.

50 Además, al colocar el espacio interior del tanque a una presión absoluta menor que la presión atmosférica, el gas licuado, almacenado en el tanque, se puede enfriar a una temperatura por debajo de su temperatura de equilibrio de vaporización a presión atmosférica. En consecuencia, el gas licuado se puede mantener en un estado termodinámico subenfriado que permite que se almacene o se transfiera a un tanque a presión atmosférica mientras se mantiene una tasa baja, o incluso cero, de evaporación del gas licuado. Por tanto, un proceso de este tipo permite un mejor control de la vaporización del gas natural licuado. Esto genera una reducción en la pérdida de carga y, por lo tanto, un aumento en el valor financiero de la carga.

55 Además, gracias a dicho proceso, la vaporización del gas licuado destinado a alimentar el equipo consumidor de gas en fase de vapor puede realizarse sin la ayuda de una fuente de calor externa, a diferencia de las instalaciones de vaporización forzada mediante intercambio de calor con agua de mar, un líquido intermedio o gases de combustión del motor o quemadores específicos. Sin embargo, en determinadas formas de realización, dicha fuente de calor externa también se puede prever en forma complementaria.

60 De acuerdo con otras realizaciones ventajosas, tal procedimiento de enfriamiento puede tener una o más de las siguientes características:

65

- La presión P1 es superior a 120 mbar absolutos. De hecho, es esencial que la presión dentro del tanque sea mayor que la presión correspondiente al punto triple del diagrama de fases del metano para evitar la solidificación del gas natural dentro del tanque.
- 5 - La presión P1 puede estar comprendida en particular entre 750 mbar y 980 mbar absolutos.
- La aspiración de la corriente de gas en fase de vapor se obtiene mediante una bomba de vacío.
- 10 - De acuerdo con una realización, la bomba de vacío se controla en función de un punto de ajuste del caudal generado por el circuito de utilización de gas en fase de vapor.
- De acuerdo con otra realización, la presión se mide en la zona de la fase de vapor y la bomba de vacío se controla en función de un punto de ajuste de presión y de la presión medida.
- 15 - De acuerdo con una realización, el tanque comprende una estructura multicapa montada sobre una estructura de soporte, en donde la estructura multicapa comprende una membrana impermeabilizante en contacto con el gas licuado contenido en el tanque y una barrera termoaislante colocada entre la membrana impermeabilizante y la estructura de soporte, comprendiendo dicha barrera termoaislante bloques aislantes y una fase gaseosa, comprendiendo el procedimiento la etapa de mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante a una presión P2 menor o igual que la presión P1.
- 20 - De acuerdo con un modo de realización, la estructura multicapa comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque, una barrera secundaria termoaislante que comprende bloques aislantes apoyados contra una estructura portante y una fase gaseosa, una membrana impermeabilizante secundaria apoyada contra los bloques aislantes de la barrera termoaislante secundaria, una barrera termoaislante primaria que comprende elementos aislantes que descansan contra la membrana impermeabilizante secundaria y una fase gaseosa y una membrana impermeabilizante primaria destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque, comprendiendo el procedimiento la etapa de mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante primaria y la fase gaseosa de la barrera termoaislante secundaria respectivamente a una presión P2 y a una presión P3, siendo dichas presiones P2 y P3 menores o iguales a la presión P1. Siendo la presión P1 más baja que la presión atmosférica, las presiones P2 y P3 también son, por lo tanto, más bajas que la presión atmosférica.
- 25 - Ventajosamente, para la realización mencionada con anterioridad, la presión P3 es mayor o igual que la presión P2. Por tanto, en el caso de fugas de gas y la invasión de gas de la barrera termoaislante primaria, es posible evitar la aspiración de gas hacia la barrera termoaislante secundaria. Por tanto, una ligera sobrepresión de la barrera termoaislante secundaria con respecto a la barrera termoaislante primaria puede incluso ser beneficiosa. En este caso, la diferencia de presión entre las presiones P2 y P3 es inferior a 100 mbar y preferiblemente está comprendida entre 10 y 50 mbar.
- 30 - El tanque se llena con un gas combustible licuado seleccionado de gas natural licuado, etano y gas de petróleo licuado.
- 35 - El circuito de utilización de gas en fase de vapor incluye equipos de producción de energía.
- 40 - De acuerdo con una realización, el tanque está equipado con una campana de vacío alojada en el espacio interior del tanque y comprende una parte superior dispuesta en la fase de vapor y una parte inferior sumergida en la fase líquida y en la que la zona de la fase de vapor en la que se extrae la corriente de gas en fase de vapor está definida por la parte superior de la campana de vacío.
- 45 - De acuerdo con otra realización, la presión P1 se genera en una parte superior del tanque que contiene toda la fase de vapor.
- 50 De acuerdo con una realización, la invención proporciona una instalación para almacenar y enfriar un gas licuado de acuerdo con la reivindicación 12.
- 55 De acuerdo con otras realizaciones ventajosas, dicha instalación puede presentar una o más de las siguientes características:
- 60 - La instalación comprende un sensor de medición de caudal capaz de emitir una señal representativa del caudal del flujo de vapor aspirado a través de la admisión y entregado al circuito de utilización y un dispositivo de control capaz de controlar la bomba de vacío en función de la señal representativa del caudal del flujo de vapor y de un punto de ajuste de flujo generado por el circuito de utilización de gas en fase de vapor.

- La instalación comprende un sensor de presión capaz de emitir una señal representativa de la presión reinante en el espacio interior del tanque por encima de la altura máxima de llenado y un dispositivo de control capaz de controlar la bomba de vacío en función de la señal representativa de la presión y de un punto de ajuste de presión.
- 5 - La instalación comprende, además, un circuito de utilización de gas en fase de vapor que comprende equipos de producción de energía.
- 10 - El tanque comprende una estructura multicapa montada sobre una estructura de soporte, en donde la estructura multicapa comprende una membrana impermeabilizante en contacto con el gas licuado contenido en el tanque y una barrera termoaislante dispuesta entre la membrana impermeabilizante y la estructura de soporte y comprende bloques aislantes y una fase gaseosa, comprendiendo además la instalación una bomba de vacío dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante a una presión P2 menor o igual que la presión P1.
- 15 - La estructura multicapa comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque, una barrera secundaria termoaislante que comprende bloques aislantes apoyados contra una estructura de soporte y una fase gaseosa, donde una membrana impermeabilizante secundaria está apoyada contra los bloques aislantes de la barrera termoaislante secundaria, donde una barrera termoaislante primaria comprende elementos aislantes que descansan contra la membrana impermeabilizante secundaria y una fase gaseosa y una membrana impermeabilizante primaria destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque, comprendiendo la instalación además una primera bomba de vacío dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante primaria a una presión P2 menor o igual que la presión P1 y una segunda bomba de vacío dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante secundaria en una presión P3 menor o igual que la presión P1.
- 20 - El tanque está equipado con una campana de vacío alojada en el espacio interior del tanque y comprende una parte superior destinada a ponerse en contacto con la fase de vapor del gas licuado almacenado en el espacio interior del tanque y una porción inferior destinada a ser sumergida en la fase líquida del gas licuado almacenado en el interior del tanque y en donde la admisión del circuito de muestreo de gas en fase de vapor se abre dentro de la porción superior de la campana de vacío.
- 25 - La campana de vacío está hecha de metal.
- 30 - La campana de vacío tiene una sección horizontal comprendida entre 1/5 y 1/100 de la sección horizontal del tanque, por ejemplo, del orden de 1/10.
- 35 - De acuerdo con una realización, la campana de vacío comprende unos tubos huecos que la atraviesan transversalmente de lado a lado.
- 40 - La instalación comprende un sensor de presión capaz de emitir una señal representativa de la presión reinante en la parte superior de la campana de vacío.
- 45 De acuerdo con una realización, la invención se refiere a un barco o equipo de licuefacción offshore, tal como un barco de licuefacción, que comprende una instalación antes mencionada para el almacenamiento y el enfriamiento de un gas licuado.
- De acuerdo con un modo de realización, el barco dispone de casco y en dicho casco se dispone el tanque sellado y termoaislante de la instalación.
- De acuerdo con una realización, el circuito de utilización del gas en fase de vapor es un equipo de producción de energía, como un equipo para propulsar el barco.
- 50 De acuerdo con una realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de un barco de este tipo, en el que un fluido se transporta a través de tuberías aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.
- 55 Breve descripción de las Figuras
- La invención se comprenderá mejor, y otros objetivos, detalles, características y ventajas de la misma surgirán más claramente durante la siguiente descripción de varias realizaciones particulares de la invención, que se dan únicamente de modo ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.
- 60 - La Figura 1 ilustra esquemáticamente una instalación para almacenar y enfriar un gas licuado.
- La Figura 2 es un diagrama de equilibrio de líquido-vapor del metano.

- La Figura 3 es una representación esquemática de la instalación de almacenamiento y refrigeración de un gas licuado.

- La Figura 4 es una representación esquemática en corte de un barco de GNL equipado con un tanque y una terminal para carga/descarga de este tanque.

- La Figura 5 ilustra esquemáticamente una instalación para almacenar y enfriar un gas licuado según una segunda realización.

Descripción detallada de las realizaciones

En la descripción y las reivindicaciones, el término "gas" es de naturaleza genérica y se refiere igualmente a un gas que consta de una única sustancia pura o a una mezcla de gases que consta de una pluralidad de componentes. Un gas licuado designa así un cuerpo químico o una mezcla de cuerpos químicos que se ha colocado en una fase líquida a baja temperatura y que aparecería en una fase de vapor en condiciones normales de temperatura y presión.

En la Figura 1, está representada una instalación 1 para almacenar y enfriar un gas licuado según una primera realización. Una instalación de este tipo 1 se puede instalar en tierra o en una estructura flotante, como una barcaza de licuefacción o regasificación. En el caso de una estructura en tierra, la instalación puede estar destinada a una unidad de almacenamiento asociada a uno o más componentes que consumen gas en forma de vapor, como grupos electrógenos, generadores de vapor, quemadores o cualquier otro dispositivo que consume gas en forma de vapor, ya sea adyacente a la unidad de almacenamiento o en una red de distribución de gas en fase de vapor suministrada por la unidad de almacenamiento.

En el caso de una estructura flotante, la instalación puede estar destinada a un barco de transporte de gas natural licuado, como un transportador de GNL, pero también puede estar destinada a cualquier barco, incluido el grupo motopropulsor, los grupos electrógenos, los generadores de vapor o cualquier otro dispositivo consumidor se alimentan a gas. A modo de ejemplo, se puede tratar así de un barco de transporte de mercancías, un barco de transporte de pasajeros, un barco de pesca, una unidad flotante de producción de electricidad, o similares.

La instalación 1 comprende un tanque 2 sellado y termoaislante.

En la realización mostrada en la Figura 1, el tanque 2 es un tanque de membrana. Un tanque de membrana de este tipo puede comprender en particular una estructura multicapa que comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque 2, una barrera termoaislante secundaria 3 que comprende elementos aislantes que se apoyan contra una estructura de soporte 4, una membrana impermeabilizante secundaria 5 apoyada contra la barrera termoaislante secundaria 3, una barrera termoaislante primaria 6 que comprende elementos aislantes que descansan contra la membrana impermeabilizante secundaria 5 y una membrana impermeabilizante primaria 7 destinada a estar en contacto con el gas licuado 8 contenido en el tanque. A modo de ejemplo, tales tanques de membrana 2 se describen en las solicitudes de patente WO14057221, FR2691520 y FR2877638.

De acuerdo con otras formas de realización alternativas, el tanque 1 también puede ser un tanque de tipo A, B o C. Un tanque de este tipo es autoportante y en particular puede tener una forma paralelepípeda, prismática, esférica, cilíndrica o multilóbica. Los tanques tipo C tienen la particularidad de permitir que el gas natural licuado se almacene a presiones sustancialmente superiores a la atmosférica.

El gas licuado 8 es un gas combustible. El gas licuado 8 puede ser, en particular, un gas natural licuado (GNL), es decir, una mezcla de gases que comprende principalmente metano, así como uno o más de otros hidrocarburos, tales como etano, propano, n-butano, i-butano, n-pentano, i-pentano, neopentano y nitrógeno en pequeña proporción.

El gas combustible también puede ser etano o un gas licuado de petróleo (GLP), es decir, una mezcla de hidrocarburos resultante del refinado de petróleo que comprende esencialmente propano y butano.

El gas licuado 8 se almacena en el interior del tanque en un estado de equilibrio líquido-vapor bifásico. Por tanto, el gas está presente en fase de vapor en la parte superior del tanque y en fase líquida en la parte inferior del tanque. La temperatura de equilibrio del gas natural licuado correspondiente a su estado de equilibrio líquido-vapor bifásico es aproximadamente -162 °C cuando se almacena a presión atmosférica.

La instalación 1 comprende un circuito de muestreo de gas en la fase de vapor 9. El circuito de muestreo de gas en la fase de vapor 9 comprende un conducto 10 que atraviesa una pared del tanque 2 para definir un paso evacuación de la fase de vapor, desde el interior hacia el exterior del tanque 2. El conducto 10 comprende una admisión 11 que desemboca en el interior del espacio interior del tanque 2. La admisión 11 desemboca en una parte superior del espacio interior del tanque 2. La admisión 11 puede en particular abrirse por encima del límite máximo de llenado del tanque para abrirse a la fase gaseosa.

El circuito de muestreo 9 también comprende una bomba de vacío 12 que está conectada, aguas arriba, a la tubería 10 y, aguas abajo, a un circuito para usar gas en la fase de vapor 13. La bomba de vacío 12 es así capaz de aspirar a través de la tubería 10 un flujo de gas en fase de vapor presente en el espacio interior del tanque 2 y descargarlo hacia el circuito de utilización de gas en fase de vapor 13. En la realización mostrada, el circuito de muestreo 9 comprende una válvula 19 o una válvula de retención, dispuesta aguas arriba o aguas abajo de la bomba de vacío 12 y que permite así evitar un retorno del flujo de gas en fase de vapor hacia el espacio interior del tanque 2.

La bomba de vacío 12 es capaz de generar en la fase de vapor dispuesta en la parte superior del espacio interior del tanque 2 una presión P_1 inferior a la presión atmosférica. Así, cuando la bomba de vacío 12 se pone en funcionamiento y aspira un flujo de gas en la fase de vapor dentro del espacio interior del tanque 2 y lo entrega al circuito de utilización de gas en la fase de vapor 13, la bomba de vacío 12 también genera una presión P_1 menor que la presión atmosférica en la fase de vapor del espacio interior del tanque.

Por lo tanto, colocándose la fase de vapor a una presión P_1 menor que la presión atmosférica, la vaporización del gas licuado 8 presente en el tanque 2 se promueve en la interfaz líquido/vapor mientras el gas licuado 8 almacenado en el tanque 2 se coloca en un estado de equilibrio líquido-vapor bifásico en el que el gas licuado tiene una temperatura por debajo de la temperatura de equilibrio líquido-vapor de dicho gas licuado a presión atmosférica.

Estos fenómenos se explican a continuación en relación con la Figura 3, que representa un diagrama de equilibrio líquido-vapor del metano. Este diagrama representa un dominio, denominado L, en el que el metano se encuentra en la fase líquida y un campo, indicado por V, en el que el metano aparece en la fase de vapor, en función de la temperatura representada en la ordenada y de la presión en la abscisa.

El punto P_{11} representa un estado de equilibrio bifásico correspondiente al estado del metano almacenado en un tanque a presión atmosférica y a una temperatura de aproximadamente $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cuando la presión de almacenamiento de metano en el tanque cae por debajo de la presión atmosférica, por ejemplo, a una presión absoluta de aproximadamente 500 mbar, el equilibrio del metano se desplaza hacia la izquierda hasta el punto P_{12} . Una vez en equilibrio, el metano así relajado sufre una reducción de temperatura de aproximadamente $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ mientras que una parte del metano en fase líquida se vaporiza restando del metano líquido almacenado en el tanque las calorías necesarias para su vaporización. Por lo tanto, al colocar un gas licuado a una presión absoluta menor que la presión atmosférica, el gas licuado se mantiene en un estado termodinámico subenfriado para que se vuelva a almacenar en el tanque a presión atmosférica o su posterior transferencia a un tanque a presión atmosférica se puede realizar manteniendo una tasa baja de evaporación del gas licuado, o incluso cero, evitando o reduciendo los fenómenos de vaporización instantánea al inicio de la transferencia.

La bomba de vacío 12 es una bomba criogénica, es decir, una bomba capaz de soportar temperaturas criogénicas por debajo de $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$. También debe cumplir con la normativa ATEX, es decir, diseñada para evitar cualquier riesgo de explosión.

En la Figura 3, se muestra esquemáticamente la instalación 1 para ilustrar el hecho de que el circuito de muestreo 9 y la bomba de vacío 12 permiten proporcionar tanto una capacidad de enfriamiento P como el gas licuado contenido en el tanque 2 y un flujo de gas en la fase de vapor Q al circuito de utilización 13.

En ciertas aplicaciones, la demanda de gas en la fase de vapor deseada en el circuito de utilización 13 puede ser el criterio principal para dimensionar y controlar la bomba de vacío 12. En este caso, la bomba de vacío 12 está controlada en función de un punto de ajuste de caudal generado por el circuito de utilización de gas en la fase de vapor 12. Para ello, la instalación 1 está equipada con un sensor de medición de caudal capaz de emitir una señal representativa del caudal de vapor suministrado por la bomba de vacío 12 y un dispositivo de control 18 capaz de controlar la bomba de vacío 12 para controlar el valor del caudal medido en el punto de ajuste del caudal. En esta realización, la presión que prevalece en el interior del tanque cambia, por tanto, en función del tiempo y del punto de ajuste del caudal generado por el circuito de utilización 13.

Además, para estas realizaciones, la bomba de vacío 12 está dimensionada de modo que genere un caudal suficiente para alimentar el circuito de utilización 13. A modo de ilustración, la potencia media del motor principal en embarcaciones mar adentro es típicamente del orden de unos pocos MW a unas pocas decenas de MW. Si el flujo de gas en la fase de vapor Q entregado por la bomba de vacío 12 no permite producir una capacidad de enfriamiento correspondiente a la totalidad de la necesidad en el tanque de almacenamiento, es posible proporcionar un dispositivo de enfriamiento auxiliar, no mostrado, para proporcionar potencia de refrigeración auxiliar P_{aux} al gas licuado contenido en el tanque 2.

En otras aplicaciones, la capacidad de enfriamiento necesaria para mantener el gas contenido en el tanque a una temperatura objetivo por debajo de su temperatura de vaporización a presión atmosférica puede ser el criterio para dimensionar y controlar la bomba de vacío 12, en particular si la necesidad de gas en la fase de vapor del circuito de utilización 8 es alta y no se desea enfriar excesivamente el gas en la fase líquida contenido en el recipiente. En este caso, la bomba de vacío se controla en función de un punto de ajuste de presión que prevalece en el espacio interno

del tanque. Para ello, la instalación 1 está equipada con un sensor de presión diseñado para medir la presión en el espacio interior del tanque y con un dispositivo de control 18 capaz de controlar la bomba de vacío 12 para controlar el valor de la presión medida en el punto de ajuste de presión. En este modo, después de un período transitorio de caída de presión durante el cual la temperatura y la presión del gas natural licuado disminuyen, se alcanza un estado estable correspondiente a un par objetivo de presión/temperatura. La presión nominal absoluta es superior a 120 mbar y, por ejemplo, está comprendida entre 750 mbar y 980 mbar.

Para estas realizaciones, la bomba de vacío 12 está dimensionada para generar un vacío en el espacio interno del tanque correspondiente a la presión objetivo. Además, si el estado estacionario no permite producir el flujo de gas en la fase de vapor correspondiente a la totalidad de la necesidad en el circuito de utilización 13, es posible prever un dispositivo de vaporización auxiliar, no mostrado, para proporcionar un flujo de vapor auxiliar Q_{aux} al circuito de utilización 13.

Se entiende así por lo anterior que la bomba de vacío debe tener una característica de flujo/presión adaptada a las necesidades del circuito de gas en la fase de vapor 13 ya la capacidad frigorífica necesaria.

En el caso de una instalación 1 a bordo de un barco, el circuito de utilización 13 puede incluir en particular un equipo de generación de energía del grupo motopropulsor, no representado, que permite propulsar el barco. Este equipo de producción de energía se elige en particular entre los motores térmicos, las células de combustión y las turbinas de gas. Cuando el equipo de generación de energía es un motor térmico, el motor se puede mezclar con combustible diésel y gas natural. Dichos motores pueden funcionar en modo diésel en el que el motor se alimenta completamente con diésel o en modo de gas natural en el que el combustible del motor consiste principalmente en gas natural mientras se inyecta una pequeña cantidad de diésel piloto para iniciar la combustión.

Además, según una realización, el circuito de utilización 13 comprende además un intercambiador de calor, no mostrado, que permite calentar adicionalmente el flujo de gas en la fase de vapor a temperaturas compatibles con el funcionamiento del equipo consumidor de gas. El intercambiador de calor adicional puede garantizar en particular el contacto térmico entre el flujo de gas en la fase de vapor y el agua de mar, entre el flujo de gas en la fase de vapor y los gases de combustión generados por el equipo de producción de energía o por el motor directamente, o entre el flujo de gas en fase de vapor y el aire utilizado como oxidante por el motor para aumentar su rendimiento. De acuerdo con una realización, el circuito de utilización 13 también puede incluir un compresor que permita calentar el flujo de gas en fase de vapor y comprimirlo a presiones compatibles con las especificaciones del equipo de producción de energía alimentado con gas combustible, por ejemplo, del orden de 5 a 6 bares absolutos.

Se observa que cuando el gas licuado es una mezcla de gases formada por una pluralidad de componentes, la fase de vapor resultante de la evaporación dentro del tanque tiene una composición más rica en los componentes más volátiles, como nitrógeno, que la fase líquida. Además, el flujo de gas tomado por el circuito de muestreo de gas en la fase de vapor 9 puede tener los contenidos de componentes más volátiles y, en consecuencia, ser incompatible con el suministro del equipo de producción de energía. Por tanto, según una realización no representada, la instalación 1 también comprende un dispositivo de vaporización forzada que toma un flujo de gas licuado en fase líquida en el espacio interior del tanque 2 y lo vaporiza mediante un intercambiador de calor. Tal flujo de gas tiene una composición sustancialmente idéntica a la del gas licuado contenido en el espacio interior del tanque. En consecuencia, el flujo de gas en fase de vapor así obtenido se puede mezclar con el flujo de gas extraído a través del circuito de extracción 9 para alcanzar los contenidos de los componentes más volátiles compatibles con la alimentación de los equipos de producción de energía.

Volviendo a la Figura 1, se constata que la instalación 1 comprende, en la realización mostrada, una bomba de vacío 16 que está conectada a una canalización 17 que desemboca en el espacio interno de la barrera termoaislante primaria 6 para permitir que la fase gaseosa de la barrera 6 primaria de aislamiento térmico se mantenga a una presión P2 por debajo de la presión atmosférica.

De manera similar, la instalación incluye una bomba de vacío 14 que está conectada a una canalización 15 que desemboca en el espacio interno de la barrera termoaislante secundaria 3 y, por lo tanto, es capaz de mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante secundaria 3 bajo una presión absoluta P3 menor que la presión atmosférica.

Es particularmente ventajoso mantener las barreras termoaislantes a presiones P2 y P3 por debajo de la presión atmosférica. De hecho, esto permite, por un lado, aumentar el poder aislante de dichas barreras termoaislantes. Por otro lado, esto también permite asegurar que la presión predominante en las barreras termoaislantes 3, 6 no sea mucho mayor que la presión predominante en el espacio interior del tanque 2, que podría dañar a las membranas impermeabilizantes 7, 5 y en particular la membrana impermeabilizante primaria 7 provocando su desprendimiento.

Además, ventajosamente, las bombas de vacío 14, 16 se controlan de tal manera que la presión P2 de la fase gaseosa de la barrera termoaislante primaria 6 y la presión P3 de la fase gaseosa de la barrera termoaislante secundaria 3 sean inferiores o iguales a la presión P1 que prevalece en el espacio interno del tanque.

De acuerdo con una realización particular, se puede prever que la presión P3 sea superior o igual a la presión P2, lo que permite evitar que el gas licuado sea aspirado hacia la barrera termoaislante secundaria en caso de fuga de las membranas impermeabilizantes. Ventajosamente, la diferencia de presión entre las presiones P2 y P3 es inferior a 100 mbar y preferiblemente está comprendida entre 10 y 50 mbar.

Además, en una realización no representada, la instalación 1 comprende un dispositivo de agitación que permite crear una corriente en el interior del espacio interno del tanque 2. Dicho dispositivo de agitación tiene como objetivo limitar la estratificación térmica en el interior del tanque 2 y así permite homogeneizar la temperatura del gas licuado y, en consecuencia, optimizar el rendimiento del procedimiento. El dispositivo de agitación puede incluir en particular un circuito para recircular el gas licuado. Para ello, el dispositivo de agitación comprende una o más bombas, como una bomba de descarga de tanque, asociadas a una línea de descarga capaz de ponerse en comunicación con una línea de carga de tanque para crear un circuito de circulación de gas licuado.

En la realización mostrada en la Figura 5, la instalación 1 comprende además una campana de vacío 20 alojada en el espacio interior del tanque 2. La campana de vacío 20 es un cuerpo hueco dispuesto en la parte superior del espacio interno del tanque 2 de manera que su parte superior está en contacto y llena con la fase gaseosa del gas almacenado en el tanque 2 y que su parte inferior está sumergida en la fase líquida del gas almacenado en el tanque 2. La campana de vacío 20 tiene aquí una forma cilíndrica de sección circular. Sin embargo, la campana de vacío 20 puede tener otras formas, por ejemplo, paralelepípedo de sección cuadrada o rectangular.

La admisión 11 del circuito de muestreo de gas en fase de vapor 9 se abre hacia la parte superior de la campana de vacío 20. Por lo tanto, la bomba de vacío 12 es capaz de generar en la parte superior de la campana de vacío un presión P1 inferior a la presión atmosférica lo que permite promover la vaporización del gas licuado dentro de la campana de vacío 20.

Se observará que, en tal realización, cuando la bomba de vacío 12 se controla para controlar un valor de presión medido a un punto de ajuste de presión, el sensor de presión se coloca ventajosamente en el interior de la parte superior de la campana de vacío 20.

El uso de tal campana de vacío 20 tiene las ventajas particulares de reducir las limitaciones de tamaño de la bomba de vacío 12 y de limitar el vacío que prevalece en el resto del espacio interior del tanque 2 de modo de limitar las tensiones ejercidas sobre la membrana impermeabilizante primaria 7 en el caso de un tanque de membrana, de tipo A, B o C. En otras palabras, la campana de vacío 20 permite limitar el ajuste en vacío de un solo elemento con dimensiones más pequeñas que las del tanque y cuyo diseño y tamaño se pueden optimizar para cumplir con el vacío objetivo sin que todo el tanque esté sujeto a esta restricción de diseño. Por lo tanto, el dimensionamiento del tanque se puede optimizar en función de una presión de funcionamiento interna, mientras que la campana de vacío se dimensiona en función del vacío objetivo.

Para el dimensionamiento de la campana de vacío, se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La resistencia a la depresión objetivo de la campana de vacío debe garantizarse utilizando espesores de material y posiblemente refuerzos razonables en vista de los costos de fabricación;

- la relación entre la superficie libre dentro de la campana de vacío 20, es decir, el área de la superficie de la zona de interfaz entre la fase líquida y la fase gaseosa en la campana de vacío, y la de la superficie libre en el resto del tanque se elige de modo que la aplicación del vacío objetivo dentro de la campana de vacío 20 dé como resultado un vacío admisible en el tanque 2.

El vacío generado en interior del tanque se puede estimar utilizando la siguiente relación:

$$\Delta P_{Cuve} \approx \frac{S_{Cloche}}{S_{Cuve}} * \Delta P_{Cloche}$$

con:

S_{Cloche} y S_{Cuve} la superficie libre del gas licuado en la campana y en el resto del tanque; y

ΔP_{Cuve} y ΔP_{Cloche} la presión relativa negativa de la fase de vapor en el recipiente y en la campana.

Por tanto, si uno desea limitar la presión negativa en el tanque a 1/10 de la presión negativa en la campana de vacío 20, la superficie libre dentro de la campana debe ser del orden de 1/10 de la superficie libre en el interior del tanque.

También cabe señalar que, en el caso de los tanques tipo C destinados a almacenar gas licuado a una presión sustancialmente mayor que la presión atmosférica, típicamente del orden de 3 a 9 bares, estos se dimensionan en función de la máxima presión de servicio interna a la que deben ser capaces de resistir. Para el almacenamiento de

gas natural licuado, la presión máxima de servicio interna es generalmente igual o inferior a 10 bares. Además, se puede establecer la siguiente relación entre la presión crítica de pandeo de tal tanque cuando se somete a un vacío interno y la presión interna máxima de servicio:

$$P_{Cr} = \frac{K^3 \times E}{4 \times \sigma^3 \times \sqrt{1 - \nu^2}} \times P_{max}^3$$

5 Con :

P_{Cr} : la presión crítica de pandeo;

$P_{m\acute{a}x}$: la presión máxima de servicio;

K: el coeficiente de seguridad > 1;

10 E: Módulo de Young del material de la membrana impermeabilizante del tanque;

ν : el coeficiente de Poisson de dicho material; y

σ : el límite elástico de dicho material.

15 Por tanto, la presión crítica de pandeo del tanque es sustancialmente proporcional al cubo de su presión máxima de servicio multiplicada por una constante que depende del material utilizado y del coeficiente de seguridad elegido por el diseñador. Para la mayoría de los materiales candidatos, esta constante es menor que 1 y, a menudo, menor que 0,1. Por tanto, la presión crítica de pandeo cuando el tanque se somete a vacío es a menudo más de 10 veces menor que la presión máxima de servicio.

20 A modo de ejemplo, para un tanque cilíndrico de tipo C dimensionado para soportar una presión de servicio máxima de 10 bares y una depresión objetivo dentro de la campana de vacío 20 del orden de 100 mbar, se puede elegir una relación entre la superficie libre dentro de la campana de vacío 20, y la de la superficie libre en el resto del tanque del orden de 10 para que el vacío reinante en el resto del tanque se limite a 10 mbar. En este caso, la campana de vacío 20 permite, por lo tanto, pasar el vacío que probablemente prevalezca en el resto de la fase gaseosa del tanque de 100 mbar a 10 mbar, lo que permite en particular limitar el espesor de la membrana del tanque. A modo de ejemplo, para un tanque cilíndrico de tipo C de 10 metros de diámetro y cuya membrana es de acero inoxidable, la campana de vacío 20 permite en el caso anterior limitar el espesor de la membrana a 25 mm mientras que debería haber sido de 29 mm en ausencia de la campana de vacío 20.

30 Para la mayoría de aplicaciones, la sección de la campana de vacío está ventajosamente entre 1/5 y 1/100 de la sección del tanque.

35 Para un tanque cilíndrico cuyos generadores son horizontales, la superficie libre del gas licuado dentro del tanque cambia en función del nivel de llenado del tanque. De hecho, la superficie libre es máxima cuando el tanque se llena hasta la mitad y disminuye cuando uno se acerca al nivel máximo de llenado del tanque. Así, el dimensionamiento de la campana de vacío 20 puede ser diferente dependiendo de si se considera como criterio de dimensionamiento la superficie máxima libre del gas licuado, es decir, la correspondiente a un depósito que se llena a media altura o una superficie libre de gas licuado cuando el tanque está cerca de su nivel máximo de llenado.

40 A modo de ejemplo, considerando una relación de presión de 10 entre la depresión de la fase de vapor en el tanque y en la campana, para un tanque cilíndrico de 20 metros de largo y 4 metros de radio, el radio de una campana de vacío cilíndrica sería de unos 2,25 metros considerando la superficie libre máxima del gas licuado. Sin embargo, dado que los tanques de los barcos de transporte de gas natural licuado están destinados a llenarse cerca de su nivel máximo de llenado, un radio de campana inferior del orden de 2 metros es suficiente y permite reducir el tamaño de la campana de vacío 20. En estas mismas condiciones, una campana de vacío de sección cuadrada puede tener una dimensión lateral de 4 metros.

45 De acuerdo con una realización, la campana de vacío 20 tiene una forma más compleja y su sección cambia progresivamente dependiendo de la altura del tanque de modo que la relación entre la superficie libre dentro de la campana de vacío 20 y la de la superficie libre en el resto del tanque permanece sustancialmente constante en toda la altura de la campana de vacío 20.

50 La campana de vacío 20 está hecha, por ejemplo, de metal para promover los intercambios de calor entre el gas presente dentro y fuera de la campana de vacío 20.

55 La campana de vacío 20 puede equiparse con elementos de refuerzo estructural que le permitan resistir el vacío objetivo. Los elementos de refuerzo pueden ser de todo tipo y, en particular, elementos de refuerzo huecos o macizos, que atraviesan transversalmente la campana o están dispuestos en la periferia dentro o fuera de la campana de vacío 20.

60

De acuerdo con una realización, la campana de vacío 20 puede ser atravesada por tubos huecos que se extienden sustancialmente en forma horizontal y que atraviesan dicha campana de vacío. Dichos tubos huecos permiten el paso de fluido y son capaces de promover intercambios térmicos entre el gas presente dentro y fuera de la campana de vacío 20. Además, dichos tubos huecos también pueden contribuir al refuerzo de la campana de vacío 20.

Cuando el tanque 2 está equipado con una torre de carga/descarga, no representada, la campana de vacío 20 puede ser soportada, en particular, por dicha torre de carga/descarga para resistir las fuerzas debidas a su peso y a los movimientos del gas licuado. Una torre de carga/descarga de este tipo se extiende sustancialmente por toda la altura del tanque y está suspendida de la pared del techo. La torre puede constar de una estructura de tipo trípode, es decir, puede estar compuesta por tres mástiles verticales. La torre de carga/descarga soporta una o más líneas de descarga y una o más líneas de carga, estando cada una de las líneas de descarga asociada con una bomba de descarga que, a su vez, está soportada por la torre de carga/descarga. Sin embargo, la campana de vacío 20 puede ser soportada por cualquier otro medio adecuado.

La campana de vacío 20 se sumerge lo suficientemente profundo dentro de la fase líquida para que su porción inferior permanezca sumergida en la fase líquida cuando el gas licuado se somete al fenómeno de "sloshing". Para ello, la campana de vacío 20 puede extenderse en particular más de 1 metro por debajo de la altura del tanque correspondiente a la altura máxima de llenado.

Con referencia a la Figura 4, hay una vista en corte de un transportador de GNL 70 equipado con dicha instalación de almacenamiento y refrigeración de gas natural licuado. La Figura 4 muestra un tanque 71 sellado y aislado en forma generalmente prismática montado en el doble casco 72 del barco. La pared del barco 71 comprende una membrana impermeable primaria destinada a estar en contacto con el gas natural licuado contenido en el barco, una membrana impermeable secundaria dispuesta entre la barrera impermeable primaria y el doble casco 72 del barco, y dos barreras termoaislantes dispuestas respectivamente entre la membrana impermeabilizante primaria y la membrana impermeabilizante secundaria y entre la membrana impermeabilizante secundaria y la doble capa 72.

De manera conocida per se, las tuberías de carga/descarga 73 dispuestas en la cubierta superior del barco se pueden conectar, mediante conectores adecuados, a una terminal marítima o portuaria para transferir una carga de gas natural licuado desde o hacia el tanque 71.

La Figura 4 también muestra un ejemplo de una terminal marina que comprende una estación de carga y descarga 75, una tubería submarina 76 y una instalación en tierra 77. La estación de carga y descarga 75 es una instalación fija offshore que comprende un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 lleva un haz de tubos flexibles aislados 79 que se pueden conectar a las canalizaciones de carga/descarga 73. El brazo móvil 74 se puede girar y se adapta a todas las plantillas de transporte de GNL. Una tubería de conexión, no mostrada, se extiende dentro de la torre 78. La estación de carga y descarga 75 permite la carga y descarga del transportador de GNL 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Esta última comprende tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y tuberías de conexión 81 conectadas por la tubería submarina 76 a la estación de carga o descarga 75. La tubería submarina 76 permite la transferencia del gas licuado entre la estación de carga o descarga 75 y la instalación en tierra 77 a una gran distancia, por ejemplo 5 km, lo que permite mantener el transportador de GNL 70 a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

Para generar la presión necesaria para el trasvase del gas licuado, se utilizan bombas a bordo del barco 70 y/o bombas instaladas en la instalación de tierra 77 y/o bombas instaladas en la estación de carga y descarga 75.

Aunque la invención ha sido descrita en conexión con varias realizaciones particulares, es obvio que no se limita de ninguna manera a las mismas y que incluye todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estos entran dentro del alcance de la invención.

El uso del verbo "abarcar", "comprender" o "incluir" y sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos u otras etapas distintos de los indicados en una reivindicación. El uso del artículo indefinido "un" o "una" para un elemento o una etapa no excluye, a menos que se indique lo contrario, la presencia de una pluralidad de tales elementos o etapas.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no puede interpretarse como una limitación de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para enfriar un gas licuado (8) almacenado en el espacio interior de un tanque (2) sellado y termoislante; estando almacenado dicho gas licuado (8) en el espacio interno del tanque (2) en un estado de equilibrio líquido-vapor bifásico y teniendo una fase líquida inferior y una fase de vapor superior separadas por una interfaz, caracterizado porque dicho procedimiento comprende las etapas de:
 - aspirar mediante una bomba de vacío un flujo de gas en fase de vapor en una zona de la fase de vapor en contacto con una zona de la interfaz, donde dicha etapa de aspiración de un flujo de gas en fase de vapor genera en dicha zona de la fase de vapor una presión P1 menor que la presión atmosférica de tal manera que se favorezca la vaporización de la fase líquida al nivel de la zona de interfaz y que el gas licuado en contacto con la zona de interfaz se coloque en un estado de equilibrio difásico líquido-vapor en el que el gas licuado tiene una temperatura por debajo de la temperatura de equilibrio líquido-vapor de dicho gas licuado a presión atmosférica; y
 - conducir el flujo de gas en fase de vapor aspirado a un circuito de utilización de gas en fase de vapor (13).
2. Procedimiento de enfriamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la presión P1 es superior a 120 mbar absolutos.
3. Procedimiento de enfriamiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la aspiración del flujo de gas en fase de vapor se obtiene mediante una bomba de vacío (12) y donde se controla dicha bomba de vacío (12) en función de un punto de ajuste de caudal generado por el circuito de utilización de gas en fase de vapor (13).
4. Procedimiento de enfriamiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la succión del flujo de gas en fase de vapor se obtiene mediante una bomba de vacío (12) y en el que la presión se mide en la zona de la fase de vapor y se controla dicha bomba de vacío (12) en función de un punto de ajuste de presión y de la presión medida.
5. Procedimiento de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la presión P1 está comprendida entre 750 mbar y 980 mbar absolutos.
6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tanque (2) comprende una estructura multicapa montada sobre una estructura de soporte (4), comprendiendo la estructura multicapa una membrana impermeabilizante en contacto (7) con el gas licuado contenido en el tanque y una barrera termoislante (6) dispuesta entre la membrana impermeabilizante (7) y la estructura de soporte (4), comprendiendo dicha barrera termoislante (6) bloques aislantes y una fase gaseosa, donde el procedimiento comprende la etapa de mantener la fase gaseosa de la barrera termoislante (6) a una presión P2 menor o igual que la presión P1.
7. Procedimiento de la reivindicación 6, donde la estructura multicapa comprende, desde el exterior hacia el interior del tanque (2), una barrera termoislante secundaria (3) que comprende bloques aislantes que descansan contra una estructura de soporte (4). y una fase gaseosa, una membrana impermeabilizante secundaria (5) apoyada contra los bloques aislantes de la barrera termoislante secundaria (3), una barrera termoislante primaria (6) que tiene elementos aislantes que descansan contra la membrana impermeabilizante secundaria (5) y una fase gaseosa y una membrana impermeabilizante primaria (7) destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque, comprendiendo el procedimiento la etapa de mantenimiento de la fase gaseosa de la barrera termoislante primaria (7) y la fase gaseosa de la barrera termoislante secundaria (3) a una presión P2 y a una presión P3, respectivamente, siendo dichas presiones P2 y P3 menores o iguales que la presión P1.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la presión P3 es mayor o igual que la presión P2.
9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el tanque (2) se llena con un gas combustible licuado (8) seleccionado de entre gas natural licuado, etano y gas de petróleo licuado.
10. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el tanque (2) está equipado con una campana de vacío (20) alojada en el espacio interior del tanque (2) y que tiene una parte superior dispuesta en la fase de vapor y una parte inferior sumergida en la fase líquida y en la que la zona de la fase de vapor en la que se extrae el flujo de gas en fase de vapor está definida por la parte superior de la campana de vacío (20).
11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la presión P1 se genera en una parte superior del tanque que contiene toda la fase de vapor.
12. Instalación para el almacenamiento y enfriamiento de un gas licuado que comprende:
 - un tanque (2) sellado y termoislante que tiene un espacio interior que comprende un gas licuado (8) almacenado en un estado de equilibrio de vapor líquido bifásico de manera que el gas licuado tiene una fase líquida inferior y una fase de vapor superior separadas por una interfaz; y
 - un circuito de muestreo de gas en fase de vapor (9) que comprende:

- una admisión (11) que se abre al espacio interior del tanque (2) por encima de una altura máxima de llenado del tanque para abrir, cuando el tanque está lleno, a una zona de la fase de vapor en contacto con un área de la interfaz; y
 - una bomba de vacío (12) configurada para aspirar por la admisión (11) un flujo de gas en fase de vapor presente en la zona de fase de vapor, para entregarlo a un circuito de utilización de gas en fase de vapor (13) y mantener en la zona de la fase de vapor una presión P1 inferior a la presión atmosférica de manera que se favorezca una vaporización de la fase líquida a nivel de la zona de interfaz y que el gas licuado en contacto con la zona de interfaz se coloque en un estado de equilibrio líquido-vapor bifásico en el que el gas licuado tiene una temperatura por debajo de la temperatura de equilibrio líquido-vapor de dicho gas licuado a presión atmosférica.

13. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende un sensor de medición del caudal capaz de emitir una señal representativa del caudal del flujo de vapor aspirado por la admisión y entregado al circuito de utilización y un dispositivo de control (18) configurado para controlar la bomba de vacío (12) en función de la señal representativa del caudal del flujo de vapor y de un punto de ajuste de flujo generado por el circuito de utilización de gas en fase de vapor (13).

14. Instalación de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende un sensor de presión capaz de emitir una señal representativa de la presión imperante en el espacio interior del tanque por encima de la altura máxima de llenado y un dispositivo de control (18) capaz de controlar la bomba de vacío (12) en función de la señal representativa de la presión y de un punto de ajuste de presión.

15. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, que además comprende un circuito de utilización de gas en fase de vapor (13) que comprende un equipo de producción de energía.

16. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en la que el tanque (2) comprende una estructura multicapa montada sobre una estructura de soporte (4), comprendiendo la estructura multicapa una membrana impermeabilizante (7) en contacto con el gas licuado (8) contenido en el tanque (2) y una barrera termoaislante (6) dispuesta entre la membrana impermeabilizante (7) y la estructura de soporte (4) y que comprende bloques aislantes y una fase gaseosa, donde la instalación comprende además una bomba de vacío (16) dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante (6) a una presión P2 menor o igual que la presión P1.

17. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en la que la estructura multicapa comprende, desde el exterior hacia el interior del depósito (2), una barrera termoaislante secundaria (3) que comprende bloques aislantes apoyados contra una estructura de soporte (4) y una fase gaseosa, una membrana impermeabilizante secundaria (5) apoyada contra los bloques aislantes de la barrera termoaislante secundaria (3), una barrera termoaislante primaria (6) que comprende elementos aislantes apoyados contra la membrana impermeabilizante secundaria (5) y una fase gaseosa y una membrana impermeabilizante primaria (7) destinada a estar en contacto con el gas licuado (8) contenido en el tanque (2), comprendiendo además la instalación una primera bomba de vacío (16) dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante primaria (6) a una presión P2 menor o igual a la presión P1 y una segunda bomba de vacío (14) dispuesta para mantener la fase gaseosa de la barrera termoaislante secundaria (3) a una presión P3 menor o igual que la presión P1.

18. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en la que el tanque está equipado con una campana de vacío (20) alojada en el espacio interior del tanque (2) y que comprende una parte superior destinada a ser colocada en contacto con la fase de vapor del gas licuado almacenado en el interior del tanque y una parte inferior destinada a ser sumergida en la fase líquida del gas licuado almacenado en el espacio interior del tanque y en el que la admisión (11) del circuito de muestreo de gas en fase de vapor se abre dentro de la parte superior de la campana de vacío (20).

19. Instalación de acuerdo con la reivindicación 18, que comprende un sensor de presión capaz de emitir una señal representativa de la presión imperante en la parte superior de la campana de vacío (20).

20. Barco (70) o equipo de licuefacción offshore que comprende una instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19.

21. Procedimiento de carga o descarga de un barco (70) de acuerdo con la reivindicación 20, en el que un fluido se transporta a través de canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) hacia o desde un tanque del barco (71).

22. Sistema de transferencia para un fluido, en el que el sistema comprende un barco (70) de acuerdo con la reivindicación 20, canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas para conectar el tanque (71) instalado en el casco del barco a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) y una bomba para conducir fluido a través de canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque del barco.

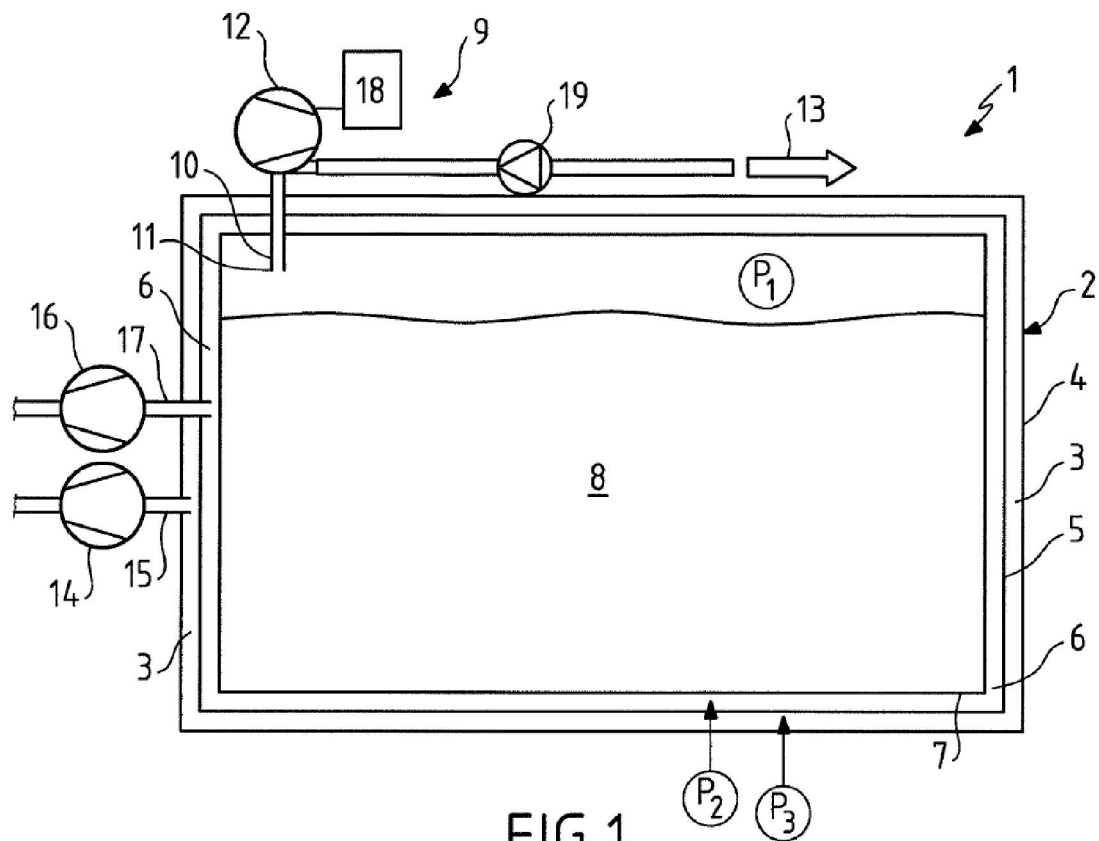


FIG.1

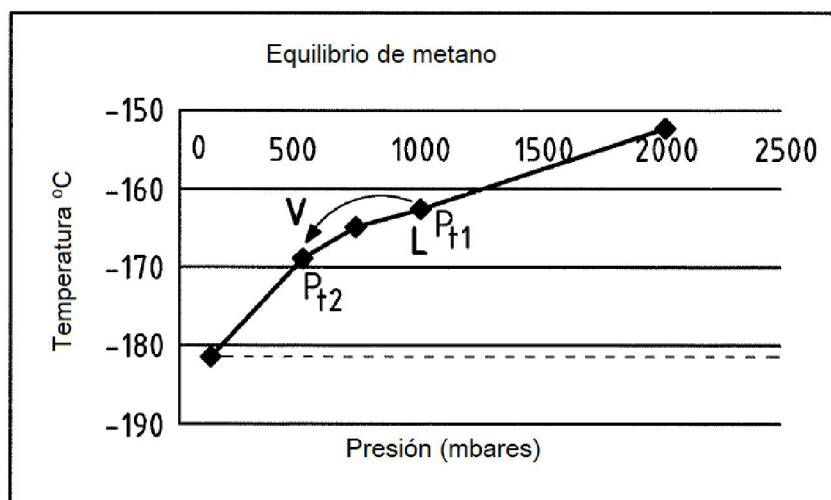


FIG.2

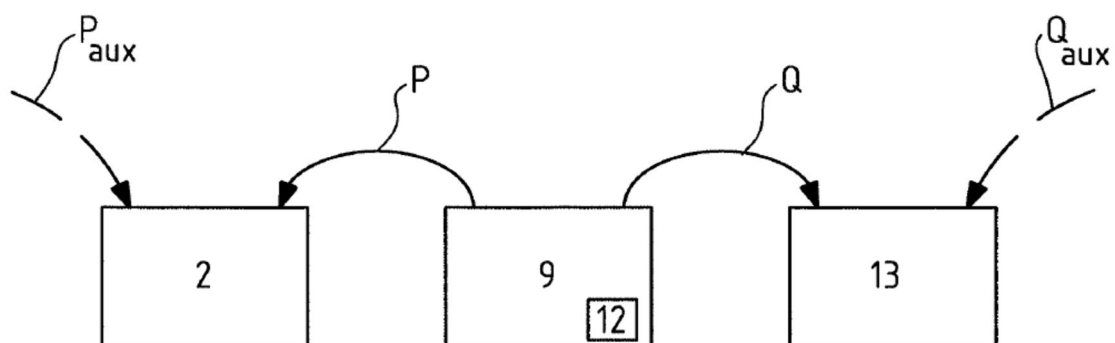


FIG.3

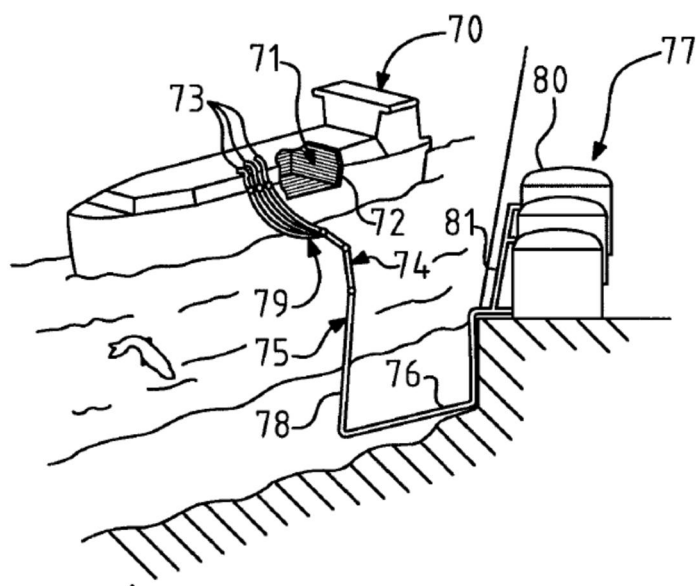


FIG.4

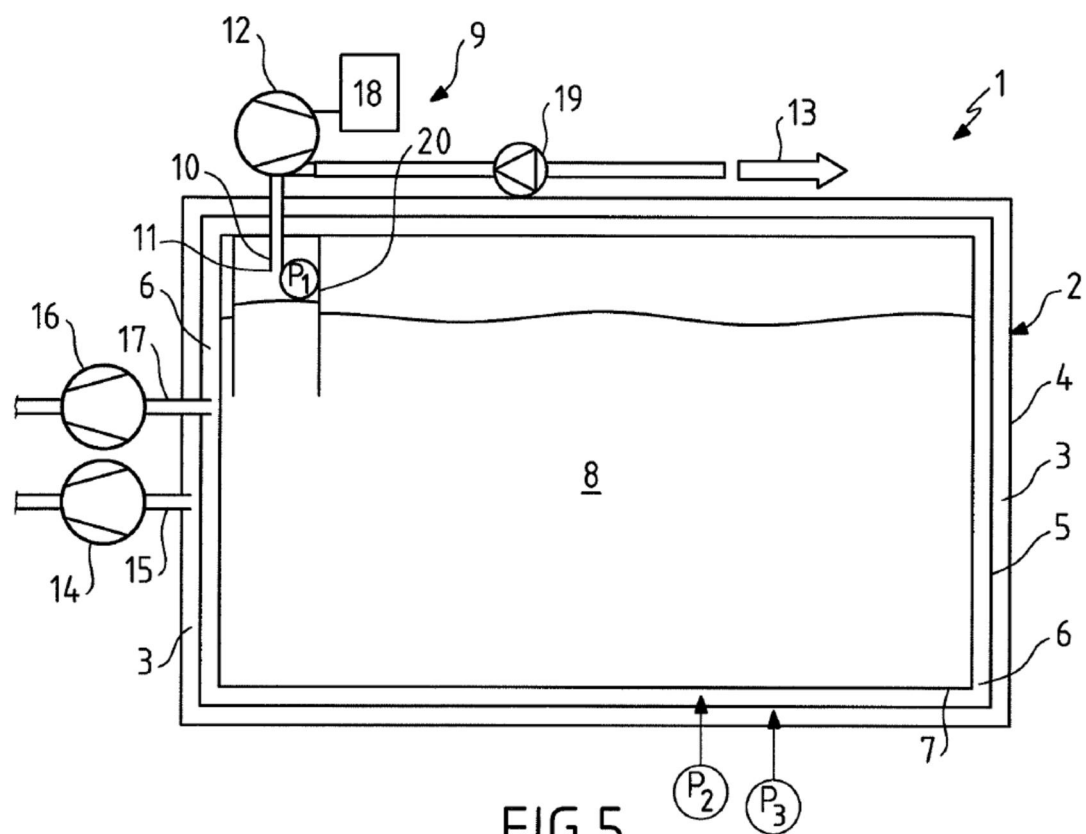


FIG.5