

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 496**

51 Int. Cl.:

G01M 3/22 (2006.01)

F17C 13/12 (2006.01)

G01N 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2014 PCT/EP2014/075822**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15078972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14802918 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3074744**

54 Título: **Supervisión de un tanque estanco y térmicamente aislante**

30 Prioridad:

29.11.2013 FR 1361899

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

11.05.2020

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)
1, Route de Versailles
78470 Saint Rémy Lès Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**SPITTAEL, LAURENT;
DELETRE, BRUNO;
LOMBARD, FABRICE;
HAQUIN, NICOLAS;
DIOUF, ABDOULAYE;
BEAUVAIS, DAVID;
PRUNIER, RAPHAËL y
BIEDERMANN, ERIC**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 759 496 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

Supervisión de un tanque estanco y térmicamente aislante

Campo técnico

5 La invención se refiere al campo de la supervisión de los tanques estancos y térmicamente aislantes destinados a contener un gas combustible licuado a baja temperatura, en particular en el caso de un tanque de membrana en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque y una barrera térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora y en el que la barrera térmicamente aislante incluye unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo presión
10 relativa negativa mediante un dispositivo de aspiración conectado a la barrera térmicamente aislante.

Antecedentes tecnológicos

Pueden utilizarse unos tanques estancos y térmicamente aislantes para almacenar y/o transportar gases combustibles licuados a baja temperatura, por ejemplo un gas de alto contenido en metano llamado normalmente Gas Natural Licuado (GNL) cuyo punto de ebullición es de aproximadamente -162 °C a presión atmosférica.

15 En la tecnología de los tanques de membrana, una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora y que comprende al menos una membrana de estanquidad y al menos una barrera térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora. La o cada barrera térmicamente aislante incluye unos materiales sólidos aislantes que forman una superficie de soporte para la o cada membrana de estanquidad.

20 Con el fin de aumentar el poder aislante de la o cada barrera térmicamente aislante, se ha propuesto en la publicación FR-A-2535831 mantener la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante secundaria bajo una presión absoluta inferior a la presión atmosférica ambiente, es decir una presión relativa negativa.

25 Por otro lado, la utilización de un tanque de gas licuado de ese tipo supone garantizar condiciones de seguridad estrictas y en concreto detectar los eventuales defectos de estanquidad de una membrana tan eficazmente como sea posible.

Por ello, ciertas reglamentaciones exigen analizar el contenido de los espacios de aislamiento al menos cada 30 minutos.

30 El documento FR2317649 divulga un procedimiento para controlar las variaciones de porosidad de las membranas de estanquidad primaria y secundaria dispuestas en ambos lados de un espacio intermedio. La barrera de aislamiento térmico secundario se rellena con una mezcla de nitrógeno y de argón. El espacio intermedio entre las dos membranas de estanquidad es barrido por medio de una corriente de nitrógeno y los contenidos en metano y en argón se analizan en la corriente de nitrógeno de manera que se detecten fugas de la membrana de estanquidad primaria o de la membrana de estanquidad secundaria. El espacio intermedio se mantiene en depresión de manera que favorezca la migración del gas a través de las membranas de estanquidad.

35 **Sumario**

Una idea en la base de la invención es proporcionar procedimientos y dispositivos de supervisión adaptados para detectar de manera eficaz la presencia del gas combustible en la barrera térmicamente aislante, en especial cuando la fase gaseosa se mantiene bajo una presión relativa negativa.

40 Según un modo de realización, la invención proporciona un procedimiento de supervisión de un tanque estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura, en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque y una barrera térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora,
45 incluyendo la barrera térmicamente aislante unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo presión relativa negativa, incluyendo el procedimiento:

50 obtener una muestra de gas diluido por extracción de una muestra de la fase gaseosa bajo presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante a través de una canalización de extracción que desemboca en el exterior de la pared del tanque y por adición de una cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa que se ha extraído, comprimir, es decir elevar la presión de, la muestra de gas diluido hasta una presión de funcionamiento de un analizador de gas y
medir una concentración del gas combustible en la muestra de gas diluido con el analizador de gas.

Según los modos de realización, un procedimiento de supervisión de ese tipo puede incluir una o varias de las siguientes características.

Según un modo de realización no cubierto por la reivindicación 1, el procedimiento incluye además:
determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida y de la cantidad de gas inerte añadido a la fase gaseosa.

Según un modo de realización particular, el procedimiento incluye:

- 5 - determinar una tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa que se ha extraído en función de medidas de la presión y de la temperatura de la fase gaseosa que se ha extraído antes y después de la adición de la cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa; y
- 10 - determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida y de la tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad medida de gas inerte.

El gas combustible puede estar constituido por Gas Natural Licuado, Gas Licuado de Petróleo (GLP), etileno u otro.

La utilización de un gas inerte permite aumentar la cantidad de material en la muestra a analizar sin tener el riesgo de producir una mezcla explosiva. Por ejemplo, el gas inerte puede elegirse entre el grupo constituido por nitrógeno, helio, argón y sus mezclas.

- 15 Según unos modos de realización, la presión relativa negativa corresponde una presión absoluta inferior a 10 kPa, preferentemente inferior a 1 kPa.

Según los modos de realización, la presión de funcionamiento del analizador de gas está comprendida entre 80 kPa y 120 kPa, preferentemente entre 86 kPa y 108 kPa. Con estas presiones de funcionamiento, es posible utilizar analizadores de gas relativamente poco costosos y fácilmente disponibles.

- 20 La medida de concentración del gas combustible puede realizarse según diversas técnicas de detección conocidas. Por ejemplo, el analizador de gas puede incluir un detector de gas combustible elegido entre un grupo constituido por detectores de infrarrojo, concretamente aquellos que funcionan por medio de la absorbancia y/o de la transmitancia y detectores de célula electroquímica.

- 25 Pueden emplearse dos procedimientos para diluir la fase gaseosa a baja presión presente en la barrera aislante. Un primer procedimiento no cubierto por la reivindicación 1 consiste en mezclar el gas inerte en la fase gaseosa aguas arriba de la extracción de la muestra, es decir en la barrera aislante. Un segundo procedimiento consiste en mezclar el gas inerte en la fase gaseosa aguas abajo de la extracción de la muestra, es decir en el dispositivo de supervisión. Estos dos procedimientos pueden combinarse.

- 30 Según un modo de realización correspondiente al primer procedimiento anteriormente mencionado, la etapa de obtener la muestra de gas diluido incluye:

añadir una cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa en la barrera térmicamente aislante para aumentar la presión relativa de la fase gaseosa en la barrera térmicamente aislante desde un primer valor negativo hasta un segundo valor negativo y

- 35 extraer una muestra de la fase gaseosa bajo la presión relativa igual al segundo valor negativo en la barrera térmicamente aislante a través de la canalización de extracción que desemboca en el exterior de la pared del tanque para obtener la muestra de gas diluido y
- disminuir la presión relativa de la fase gaseosa en la barrera térmicamente aislante desde el segundo valor negativo hasta el primer valor negativo después de haber extraído la muestra de la fase gaseosa.

- 40 Según unos modos de realización, el primer valor negativo es inferior a 1 kPa, preferentemente inferior o igual a 0,1 kPa y el segundo valor negativo es superior o igual a 1 kPa.

Según un modo de realización correspondiente al segundo procedimiento anteriormente mencionado, la etapa de obtener la muestra de gas diluido incluye:

- 45 extraer una muestra de la fase gaseosa bajo la presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante a través de la canalización de extracción que desemboca en el exterior de la pared del tanque, y
- añadir una cantidad medida de gas inerte a la muestra de fase gaseosa extraída.

En este caso, las etapas de extraer, diluir y comprimir la muestra pueden efectuarse conjuntamente por medio de un dispositivo de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:

- 50 un conducto principal que presenta una entrada unida a una fuente del gas inerte bajo presión y una salida unida a un recinto de medición o a un recinto intermedio, y
- un conducto de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido a la canalización de extracción y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.

Según un modo de realización la etapa de extraer la muestra incluye: bombear la muestra de fase gaseosa a través

de la canalización de extracción hacia un recinto intermedio, y aislar el recinto intermedio de la barrera térmicamente aislante.

5 Según otro modo de realización correspondiente al segundo procedimiento anteriormente mencionado, la cantidad medida de gas inerte se añade en el recinto intermedio, incluyendo la etapa de comprimir la muestra de gas diluido: bombear la muestra de gas diluido desde el recinto intermedio hacia un recinto de medida conectado al analizador de gas.

10 En unos modos de realización, la etapa de comprimir la muestra de gas diluido, es decir de elevar la presión de la muestra de gas, puede incluir: almacenar la muestra de fase gaseosa extraída en un recinto intermedio unido a la canalización de extracción, y desplazar una pared móvil en el recinto intermedio para confinar la muestra de gas diluido en un recinto de medida de menor capacidad que el recinto intermedio.

Por ejemplo, el recinto de medida está constituido por una parte del extremo del recinto intermedio o de un recinto de menor tamaño unido al recinto intermedio.

15 Según un modo de realización, las etapas de diluir y comprimir la muestra se efectúan por medio de un dispositivo de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:

bajo presión y una salida unida a un recinto de medida, y un conducto de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido al recinto intermedio y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.

20 Según un modo de realización, la invención proporciona también un dispositivo de supervisión adecuado para un tanque estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura, en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque y una barrera térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora, incluyendo la
25 barrera térmicamente aislante unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo una presión relativa negativa, incluyendo el dispositivo de supervisión:

una canalización de extracción que une la barrera térmicamente aislante al exterior de la pared del tanque, estando equipada dicha canalización de extracción con una válvula de aislamiento;
30 un recinto intermedio unido a la barrera térmicamente aislante por la canalización de extracción;
un recinto de medida unido al recinto intermedio,
un analizador de gas conectado al recinto de medida para medir una concentración del gas combustible en el recinto de medida,
35 un dispositivo de bombeo conectado a la canalización de extracción y adecuado para extraer una muestra de la fase gaseosa bajo la presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante y para transferir la muestra de la fase gaseosa hacia el recinto de medida,
un depósito de gas inerte unido al recinto intermedio y dispuesto para añadir en el recinto intermedio una cantidad de gas inerte a la fase gaseosa que se haya extraído, y
un dispositivo de medida para medir la cantidad de gas inerte añadida a la fase gaseosa.

40 Según unos modos de realización, un dispositivo de supervisión de ese tipo puede incluir una o varias de las siguientes características.

Según un modo de realización, el recinto de medida se une directa o indirectamente a la canalización de extracción por medio de una válvula de aislamiento.

45 Según un modo de realización, el dispositivo incluye además un sistema de tratamiento de datos adecuado para determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida por el analizador de gas y de la cantidad de gas inerte añadida a la fase gaseosa.

Según un modo de realización, el sistema de tratamiento de datos es adecuado para determinar una tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa a extraer o que se ha extraído en función de medidas de la presión y de la temperatura de la fase gaseosa a extraer o que se ha extraído antes y
50 después de la adición de la cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa y para determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida por el analizador de gas y de la tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad controlada de gas inerte.

El dispositivo de bombeo puede realizarse de diversas maneras. Según un modo de realización el dispositivo de bombeo incluye una bomba de vacío, por ejemplo de tipo Roots u otra.

55 El dispositivo de bombeo puede estar dedicado al dispositivo de supervisión o, con finalidades de economía, el

dispositivo de bombeo puede compartirse entre el dispositivo de supervisión y un dispositivo de regulación de presión de la barrera aislante que sirve para mantener permanentemente la presión relativa negativa en la barrera aislante.

Según un modo de realización, el dispositivo de bombeo incluye un dispositivo de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:

- 5 un conducto principal que presenta una entrada unida al depósito de gas inerte y una salida unida al recinto de medida, y
 un conducto de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido a la canalización de extracción por medio del recinto intermedio y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.
 10

Según un modo de realización, la invención proporciona también un tanque estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura y equipado con un dispositivo de supervisión antes mencionado,

- 15 en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad primaria en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque, una membrana de estanquidad secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad primaria y la pared portadora, una barrera térmicamente aislante primaria dispuesta entre la membrana de estanquidad primaria y la membrana de estanquidad secundaria y una barrera térmicamente aislante secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared portadora, y en el que una o cada barrera térmicamente aislante incluye unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo una presión relativa negativa, incluyendo el dispositivo de supervisión un primer conducto de extracción que desemboca en la barrera térmicamente aislante primaria y un segundo conducto de extracción que desemboca en la barrera térmicamente aislante secundaria.
 20

Un tanque de ese tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo para almacenar GNL o instalarse en una estructura flotante, costera o de alta mar, principalmente un barco metanero, una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento remoto (FPSO) y otros.

- 25 Según un modo de realización, un barco para el transporte de un producto líquido frío incluye un doble casco y un tanque antes mencionado dispuesto en el doble casco.

Según un modo de realización, la invención proporciona también un procedimiento de carga o descarga de un barco de ese tipo, en el que se encamina un producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.

- 30 Según un modo de realización, la invención proporciona también un sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema el barco antes mencionado, unas canalizaciones aisladas dispuestas de manera que unan el tanque instalado en el casco del barco a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre y una bomba para arrastrar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.
 35

Ciertos aspectos de la invención parten de la idea de facilitar el análisis de la fase gaseosa disponible bajo una reducida presión y, en consecuencia en pequeña cantidad, limitando los costes de los medios de extracción y/o de los medios de análisis.

40 **Breve descripción de las figuras**

La invención se comprenderá mejor y surgirán más claramente otros objetos, detalles, características y ventajas de esta en el curso de la descripción que sigue de diversos modos de realización particulares de la invención, dados únicamente a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

- 45
- La figura 1 es una representación esquemática de un tanque de membrana y de un dispositivo de supervisión de este tanque.
 - La figura 2 es una representación esquemática de un recinto de medida utilizable en el dispositivo de supervisión de la figura 1.
 - La figura 3 es una representación análoga a la figura 1 que muestra un dispositivo de supervisión del tanque según otro modo de realización.
- 50
- La figura 4 es una representación ampliada en sección de la zona IV de la figura 4.
 - La figura 5 es una representación análoga a la figura 1 que muestra un dispositivo de supervisión del tanque según otro modo de realización.
 - La figura 6 es un diagrama temporal que muestra una variación de la presión que puede realizarse en la barrera

aislante del tanque de la figura 5.

- La figura 7 es una vista artística esquemática que representa un tanque de barco metanero abierto que puede estar equipado con un dispositivo de supervisión y un terminal de carga/descarga de este tanque.

Descripción detallada de modos de realización

5 Con referencia a la figura 1, se representa muy esquemáticamente en sección un tanque 1 de membrana. Incluye una estructura 2 portadora que define una cavidad en la que está construido el tanque, una barrera 3 aislante que incluye elementos aislantes fijados sobre las superficies interiores de la estructura 2 portadora y una membrana 4 estanca al líquido y al gas, por ejemplo una chapa metálica, que recubre toda la superficie interior del tanque.

10 Según un modo de realización representado en la figura 5, puede interponerse una membrana estanca secundaria entre la estructura 2 portadora y la membrana 4 estanca, de manera que separe las dos barreras aislantes de un lado y otro de la membrana estanca secundaria. Esta disposición no se ha representado en la figura 1.

15 La estructura 2 portadora se realiza igualmente de manera sustancialmente estanca al gas. De ese modo, la barrera 3 aislante se dispone en un espacio de aislamiento que está aislado de la presión ambiente por la membrana 4 estanca y por la estructura 2 portadora. Pueden emplearse unos dispositivos de regulación de presión no representados para mantener una reducida presión de gas en el espacio de aislamiento, por ejemplo del orden de 0,1 a 1 kPa, de manera que se reduzca también la conductividad térmica de la barrera 3 aislante.

20 Puede emplearse un dispositivo de supervisión para realizar la supervisión de la composición de la fase gaseosa en el espacio de aislamiento, con el fin de detectar una eventual fuga en la membrana 4 estanca. La supervisión del único espacio 3 de aislamiento que se describirá a continuación puede realizarse de la misma manera en cada uno de los espacios de aislamiento en el caso de un tanque que tenga varias membranas sucesivas.

25 Para ello, el dispositivo 10 de supervisión de la figura 1 incluye una canalización 11 de extracción que atraviesa la estructura 2 portadora y que desemboca en la barrera 3 aislante para poder aspirar una muestra de fase gaseosa en este lugar. Múltiples canalizaciones de extracción no representadas pueden disponerse de la misma manera en diferentes emplazamientos del tanque para poder muestrear la fase gaseosa en diversas zonas correspondientes de la barrera 3 aislante.

30 La canalización 11 de extracción une la barrera 3 aislante a un recinto 12 intermedio por medio de una bomba 13 de vacío y de una válvula 14 de aislamiento. El conducto 18 de enlace une por otro lado un depósito 15 de nitrógeno bajo presión al recinto 12 intermedio por medio de la válvula 16 de aislamiento. Se prevé un sistema 17 de captadores para poder medir una cantidad de nitrógeno introducida desde el depósito 15 de nitrógeno bajo presión en el recinto 12 intermedio. Unos captadores utilizables para ello son por ejemplo un caudalímetro conectado al conducto 18 de enlace y/o unos captadores de temperatura y de presión conectados al recinto 12 intermedio.

El recinto 12 intermedio puede utilizarse de la siguiente manera:

- Una muestra de la fase gaseosa presente en la barrera 3 aislante es transferida por la bomba 13 de vacío al recinto 12 intermedio. La muestra puede ser una muy pequeña cantidad de la fase gaseosa, en función de la potencia de la bomba 13 de vacío y/o del tiempo disponible para efectuar la extracción.
- La válvula 14 está cerrada para aislar el recinto 12 intermedio.
- Se añade una cantidad determinada de nitrógeno desde el depósito 15 al recinto 12 intermedio por medio de la válvula 16. Por ejemplo, la cantidad de nitrógeno puede medirse a través de las medidas de la presión y de la temperatura en el recinto 12 intermedio antes y después de añadir el nitrógeno. La adición de nitrógeno en el recinto 12 permite diluir la muestra para a la vez obtener una cantidad de material mayor a analizar y elevar un poco la presión de la fase gaseosa a analizar.

45 La presión en el recinto 12 intermedio es entonces superior a la que reina en la barrera 3 aislante. Es por ejemplo del orden de 1 a 10 kPa. Esto no es forzosamente suficiente para poder realizar fácilmente un análisis químico, dado que los analizadores de gas más corrientes funcionan a unas presiones próximas a la presión atmosférica. Es posible por tanto, o bien realizar el análisis del gas diluido directamente en el recinto 12 intermedio, o bien efectuar anteriormente una compresión suplementaria del gas diluido para poder utilizar un aparato de análisis de gas más rápido y/o menos costoso.

50 Para realizar esta compresión suplementaria, se ha representado en la figura 1 un conducto 24 de enlace que une el recinto 12 intermedio a un recinto 21 de medida de menor tamaño por medio de una segunda bomba 20 y de dos válvulas 22 y 23 de aislamiento. El conducto 24 de enlace puede utilizarse de la siguiente manera:

- Después de añadir nitrógeno en el recinto 12 intermedio, las válvulas 14 y 16 permanecen cerradas y las válvulas 22 y 23 se abren y la bomba 20 se activa para comprimir y transferir el gas diluido desde el recinto 12 intermedio al recinto 21 de medida.
- Cuando la presión en el recinto 21 de medida alcanza un valor suficiente para el funcionamiento del analizador 25 de gas, la válvula 23 se cierra y se mide la concentración de metano en el gas diluido con el analizador 25 de gas.

Unos analizadores 25 de gas que permiten medir una concentración de metano están disponibles por ejemplo en la sociedad sueca Consilium AB.

5 Puede utilizarse un sistema 30 de tratamiento de datos para calcular la concentración de metano en la barrera 3 aislante antes de la dilución, a partir de las señales de medida proporcionadas por el analizador 25 de gas, representadas esquemáticamente por la flecha 31, y unas señales de medida proporcionadas por el sistema 17 de captadores, representadas esquemáticamente por la flecha 32.

La concentración de metano en la barrera aislante puede calcularse en concreto sobre la base de la siguiente ecuación:

$$[C(\text{CH}_4)]_{\text{barrera aislante}} = \frac{[C(\text{CH}_4)]_{\text{medido}}}{\vartheta}$$

siendo:

- 10
- $[C(\text{CH}_4)]_{\text{barrera aislante}}$: la concentración de metano en la barrera aislante antes de la dilución;
 - ϑ : la tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa antes de ser extraída; y
 - $[C(\text{CH}_4)]_{\text{medido}}$: la concentración de metano medida por el analizador 25 de gas.

15 La tasa ϑ de dilución se calcula por medio de las señales medidas proporcionadas por el sistema 17 de captadores y que proporciona unas medidas de la presión y la temperatura en el recinto 12 intermedio antes y después de la adición de nitrógeno.

Según un modo de realización, la tasa de dilución ϑ puede calcularse por medio de la siguiente fórmula:

$$\vartheta = \frac{P_{\text{Antes dilución}}}{P_{\text{Después dilución}}}$$

siendo:

- 20
- $P_{\text{Antes dilución}}$: la presión (en Pa) en el interior del recinto intermedio antes de la dilución; y
 - $P_{\text{Después dilución}}$: la presión (en Pa) en el interior del recinto intermedio después de la dilución por adición de una cantidad controlada de gas inerte.

25 Según otro modo de realización, la tasa ϑ de dilución puede calcularse teniendo en cuenta la temperatura de la fase gaseosa que ha sido extraída, antes y después de la adición de gas inerte a la fase gaseosa, por medio de la siguiente fórmula:

$$\vartheta = \frac{P_{\text{Antes dilución}} \times T_{\text{Después dilución}}}{P_{\text{Después dilución}} \times T_{\text{Antes dilución}}}$$

siendo:

- 30
- $P_{\text{Antes dilución}}$: la presión (en Pa) en el interior del recinto intermedio antes de la dilución;
 - $P_{\text{Después dilución}}$: la presión (en Pa) en el interior del recinto intermedio después de la dilución por adición de una cantidad controlada de gas inerte;
 - $T_{\text{Antes dilución}}$: la temperatura (en K) que reina en el interior del recinto intermedio antes de la dilución; y
 - $T_{\text{Después dilución}}$: la temperatura (en K) que reina en el interior del recinto intermedio después de la dilución.

35 El sistema 30 de tratamiento de datos, por ejemplo un ordenador programado, puede cumplir además una función de alarma emitiendo una señal de alarma cuando la concentración de metano en la barrera 3 aislante sobrepasa un umbral predeterminado.

De la misma manera, se pueden buscar concentraciones de otros gases, principalmente de oxígeno, de vapor de agua o de otros hidrocarburos en la fase gaseosa extraída. Están disponibles en el mercado unos analizadores de gas correspondientes para producir estas medidas. Los productos hidrocarburos son detectables en general por medio de un analizador de infrarrojos.

40 En la figura 1, se han representado dos bombas 13 y 20 situadas una aguas arriba y la otra aguas abajo del recinto 12 intermedio. En una variante, se prevé una sola de las dos bombas 13 y 20 y sirve para efectuar todas las etapas, es decir la extracción de la muestra inicial y, posteriormente, la compresión de la muestra diluida. Una de las bombas 13 y 20 puede cumplir acumulativamente la función de mantener la baja presión de funcionamiento en el espacio 3 de aislamiento. Para ello, deben preverse un conducto de expulsión hacia la atmósfera y una válvula de control correspondiente.

45

En una variante, se prevé una bomba suplementaria no representada en la canalización 18 para transferir el nitrógeno.

La figura 2 representa otro modo de realización del dispositivo de supervisión, en el que la compresión suplementaria

del gas diluido puede efectuarse directamente en el recinto intermedio. Los elementos análogos o idénticos a los de la figura 1 llevan una cifra de referencia aumentada en 100 con relación a la figura 1.

5 En el modo de realización de la figura 2, el recinto 121 de medida es contiguo a un extremo del recinto 112 intermedio y se monta un pistón 120 móvil de manera estanca en el recinto 112 intermedio para poder empujar el gas diluido contenido en el recinto 112 intermedio hacia el recinto 121 de medida. La vista de la izquierda representa el pistón 120 al comienzo de la etapa de compresión y la vista de la derecha representa el pistón 120 al final de la etapa de compresión. En cuanto al resto, el funcionamiento es similar al dispositivo de supervisión de la figura 1.

10 Existen diferentes maneras de provocar la aspiración de la muestra a analizar a través de la canalización de extracción. En el modo de realización de la figura 3, se utiliza un dispositivo de aspiración de efecto Venturi, representado de manera ampliada en la figura 4, que permite realizar simultáneamente la aspiración de una cantidad de la fase gaseosa en la barrera aislante y la dilución de esta muestra en una cantidad de gas inerte. Los elementos análogos o idénticos a los de la figura 1 llevan una cifra de referencia aumentada en 200 con relación a la figura 1.

15 El dispositivo 220 de aspiración de efecto Venturi incluye un conducto 35 principal que tiene una geometría convergente-divergente y que presenta un lado de entrada unido por el conducto 218 de enlace al depósito 215 de nitrógeno bajo presión y un lado de salida unido por el conducto 224 de enlace al recinto 221 de medida. Se prevé una válvula 216 de aislamiento en el conducto 218 de enlace para controlar la distribución de nitrógeno desde el depósito 215. Se prevé un sistema 217 de captadores para medir la cantidad de nitrógeno introducida desde el depósito 215 de nitrógeno bajo presión en el conducto 35 principal. Se prevé una válvula 223 de aislamiento en el conducto 224 de enlace para poder cerrar el recinto 221 de medida durante la duración de la medida por parte del
20 analizador 225 de gas.

El funcionamiento es el siguiente:

- Cuando las válvulas 216 y 223 están abiertas, un flujo de nitrógeno bajo presión penetra en el lado de entrada del convergente-divergente, como se indica por las flechas 37 y provoca por efecto Venturi una depresión en la canalización 36 lateral del dispositivo 220 de aspiración de efecto Venturi que está unido a la canalización 211 de extracción. Se produce la aspiración de una cantidad de la fase gaseosa contenida en la barrera 203 aislante, como se indica por la flecha 38. El flujo de fase gaseosa aspirado y el flujo de nitrógeno se mezclan en el lado de salida del convergente-divergente, como se indica por las flechas 39 y se vierte al recinto 221 de medida a través del conducto 224 de enlace.
- Se procede a continuación al análisis de la muestra obtenida de gas diluido, en el recinto 221 de medida, de la misma manera que se ha descrito anteriormente.

35 Preferentemente, se prevé igualmente una válvula no representada en la canalización 211 de extracción que se abre solamente después de haber establecido un flujo de nitrógeno estable a una velocidad apropiada en el conducto 35 principal. Esto permite evitar un reflujo de nitrógeno en dirección a la barrera 203 aislante durante la fase de arranque del flujo de nitrógeno. Se puede cerrar de la misma manera esta válvula al final de la extracción antes de interrumpir el flujo de nitrógeno.

El dispositivo 220 de aspiración de efecto Venturi de la figura 4 puede emplearse también conjuntamente con un recinto intermedio situado aguas arriba de la canalización 36 lateral.

40 En un modo de realización correspondiente no representado, el dispositivo 210 de supervisión de la figura 3 está conectado al recinto 12 intermedio de la figura 1, de manera que la canalización 36 lateral del dispositivo 220 de aspiración de efecto Venturi tome el lugar de la canalización 24 del enlace de la figura 1. La función de la bomba 20 puede realizarse entonces por el dispositivo 220 de aspiración de efecto Venturi que sustituye a la bomba 20 y que realiza además la dilución de la muestra en el nitrógeno. En consecuencia, no es indispensable una adición previa de nitrógeno en el recinto 12 intermedio en este caso y el depósito 15 de la figura 1 puede suprimirse eventualmente.

45 Los modos de realización descritos anteriormente realizan una adición de nitrógeno en la muestra de fase gaseosa extraída en la barrera aislante. En una variante no cubierta por la reivindicación 1, puede realizarse un aporte de nitrógeno en la barrera aislante antes de la extracción de la muestra a analizar.

Un modo de realización que no corresponde a la invención reivindicada se describirá ahora con referencia a las figuras 5 y 6. Los elementos análogos o idénticos a los de la figura 1 llevan una cifra de referencia aumentada en 300 con relación a la figura 1.

50 La figura 5 pone de relieve un tanque 301 de doble membrana de estanquidad, en el que una membrana 40 de estanquidad secundaria separa la barrera aislante en una barrera aislante primaria dispuesta en un espacio 41 de aislamiento primario situado entre la membrana 304 primaria y la membrana 40 secundaria y en una barrera aislante secundaria dispuesta en un espacio 42 de aislamiento secundario situado entre la membrana 40 secundaria y las paredes 302 portadoras.

55 Se describe en primer lugar un dispositivo 310 de supervisión destinado a supervisar la composición de la fase gaseosa en el espacio 41 primario.

5 La canalización 311 de extracción desemboca por un lado en el espacio 41 primario y por el otro lado en un colector 46 de gas y lleva una válvula 45 de aislamiento. El colector 46 de gas está unido al lado de aspiración de una bomba 320 de vacío que permite de ese modo aspirar una muestra de la fase gaseosa presente en el espacio 41 primario cuando está abierta la válvula 45. El lado de descarga de la bomba 320 de vacío se une mediante el conducto 324 de enlace provisto de una válvula 323 al recinto 321 de medida equipado con el analizador 325 de gas. La válvula 323 permite cerrar el recinto 321 de medida después de la extracción de la muestra analizada y durante la duración de la medida.

10 Un conducto 47 de derivación provisto de una válvula 48 se empalma sobre el conducto 324 de enlace aguas arriba de la válvula 323 y permite dirigir el flujo de gas descargado por la bomba 320 hacia otras instalaciones distintas al recinto 321 de medida, particularmente hacia un mástil de desgasificación que desemboca en la atmósfera ambiente o cualquier otro sistema de evacuación, eventualmente a través de un sistema de reciclaje de los gases para evitar una contaminación. Esta disposición permite en concreto purgar y poner bajo vacío todo el circuito de extracción de gas antes de cada toma de muestras, con el fin de hacer a la vez más precisa y más rápida la operación de toma de la muestra y de análisis. Esta disposición puede preverse de la misma manera en los otros modos de realización descritos más arriba.

15 Un conducto 49 de evacuación provisto de una válvula 50 puede preverse igualmente para unir el recinto 321 de medida al mástil de desgasificación o a otro sistema de evacuación. Esta disposición permite soltar la muestra de gas después del análisis sin movilizar el conducto 47 de derivación. Permite también efectuar un barrido de gas a través del recinto 321 de medida, por ejemplo con un gas inerte con el fin de evitar la acumulación de trazas de gas susceptibles de falsear los análisis sucesivos.

El dispositivo 310 de supervisión puede utilizarse de la siguiente manera:

- 25 - Suponiendo que el circuito de extracción de gas se ha purgado inicialmente y que las válvulas 48 y 50 se han cerrado, la primera etapa es activar la bomba 320, salvo que funcione de manera continua, y abrir la válvula 45 y la válvula 323 para provocar la aspiración de una cantidad de la fase gaseosa del espacio 41 primario hacia el recinto 321 de medida.
- Cuando la presión en el recinto 321 de medida alcanza un valor compatible con el funcionamiento del analizador 325 de gas, la válvula 323 se cierra y se efectúa el análisis del gas extraído como se ha descrito anteriormente.
- Después del análisis, se purga el recinto 321 de medida haciendo el vacío.

30 El equipo 51 de análisis que comprende la bomba 320 de vacío, el analizador 325 de gas, el recinto 321 de medida y sus circuitos anexos puede realizarse en la forma de un aparato móvil portátil. El colector 46 de gas permite compartir el equipo 51 de análisis para varias canalizaciones de extracción que desembocan en diferentes zonas del espacio 41 primario y eventualmente del espacio 42 secundario. La figura 5 muestra así dos canalizaciones de extracción que desembocan en diferentes zonas del espacio 41 primario. La extracción de la muestra puede realizarse así sucesivamente en las diferentes zonas abriendo secuencialmente las diferentes válvulas 45.

35 La elevación de presión en el recinto 321 de medida puede ser muy lenta según la potencia de la bomba 320 de vacío y la presión del gas que reina en la barrera 3 aislante. Para limitar la duración del proceso de extracción y de análisis, es posible regular la presión en el espacio 41 primario de manera que aumente temporalmente la presión cada vez que debe extraerse una muestra a analizar.

40 Para ello, la figura 5 muestra un dispositivo de inyección que comprende un depósito 315 de nitrógeno bajo presión, un conducto 55 de inyección primaria provisto de una válvula 56 y que une el depósito 315 de nitrógeno al espacio 41 primario y un conducto 57 de inyección secundaria provisto de una válvula 58 y que une el depósito 315 de nitrógeno al espacio 42 secundario.

La válvula 56 puede controlarse de manera que regule la presión en el espacio primario de la manera ilustrada en la figura 6.

45 La figura 6 muestra la presión de gas 65 en el espacio primario en función del tiempo en el curso de un ciclo de extracción de una muestra a analizar. Fuera del periodo de extracción, la presión se mantiene a una presión baja P1, por ejemplo del orden de 0,1 a 1 kPa, con el fin de maximizar el aislamiento térmico.

50 Los medios utilizados para mantener esta presión pueden ser un sistema no representado completamente independiente del dispositivo de supervisión aquí descrito. Por ejemplo, se trata de bombas de vacío reguladas por un automático que tienen una consigna de presión y capaces de arrancar las bombas cuando esta consigna es superada por arriba y de detener las bombas cuando esta consigna es superada por abajo, preferentemente con una histéresis para mejorar la estabilidad del conjunto.

En un modo de realización, este mantenimiento de la baja presión puede ser por el contrario una segunda función de la bomba 320 de vacío, con el fin de realizar una economía de equipos.

55 Algunos instantes antes de la extracción efectiva de la muestra, el ciclo de extracción se inicia en el instante t0 desactivando los medios utilizados para mantener la baja presión, lo que provoca una primera elevación de la presión,

relativamente lenta, debido a las fugas naturales del espacio 41 primario, durante la duración 60.

En el instante t1, la válvula 56 se abre para provocar una inyección de nitrógeno gaseoso en el espacio 41 primario. Esta inyección se realiza hasta la obtención de una alta presión P2 en el instante t2. La válvula 56 se cierra entonces. Posteriormente se prevé una duración 61 de espera hasta el instante t3 para que la fase gaseosa se homogeneice suficientemente por difusión natural.

La presión P2 es una presión relativa negativa menos baja que P1, por ejemplo del orden de 0,5 a 10 kPa. Cuanto más elevada es la presión P2 más elevado será el gasto energético necesario para reponer el espacio 41 primario a la presión P1.

En el instante t3, se activa la bomba 30 de vacío y se abren la válvula 45 y la válvula 323 para provocar la aspiración de una cantidad de la fase gaseosa del espacio 41 primario hacia el recinto 321 de medida durante una fase 62 de toma de muestra. La presión en el espacio 41 primario comienza entonces a disminuir.

En el instante t4, la válvula 323 se cierra y los medios de mantenimiento de la presión se reactivan para hacer bajar la presión en el espacio 41 primario hasta el valor de presión P1 y mantenerla ahí hasta el próximo ciclo de extracción. Este ciclo de extracción puede reducirse a una duración total de algunos minutos.

Midiendo con precisión la presión y la temperatura en el espacio 41 primario por medio del sistema 317 de captadores, es posible medir con precisión la tasa de dilución provocada por la adición de nitrógeno en el espacio 41 primario y por tanto calcular a posteriori la concentración de gas antes de la dilución. Se emplea para ello el sistema 330 de tratamiento de datos. La medida de temperatura en el tanque puede efectuarse mediante un sistema de fibras ópticas u otro.

La supervisión del espacio 42 secundario puede realizarse de la misma manera con unos medios similares a los descritos con referencia al espacio 41 primario. Para ello puede realizarse un dispositivo de supervisión del espacio secundario de manera independiente del dispositivo de supervisión del espacio primario, como se esboza con la cifra 410. Como variante, pueden compartirse ciertos medios para la supervisión de los dos espacios 41 y 42. Por ejemplo, en un modo de realización no representado, el equipo 51 de análisis puede compartirse uniendo la canalización 69 de extracción provista con la válvula 68 al colector 46.

En un modo de realización no representado, el recinto 321 de medida del dispositivo 310 de supervisión puede realizarse de manera similar al recinto 112 intermedio de la figura 2, de manera que se efectúe una elevación de la presión del gas en el recinto 321 de medida antes de su análisis. Es posible una adición suplementaria de nitrógeno en el recinto 321 de medida pero no es obligatoria, de manera que la canalización 118 de la figura 2 puede suprimirse en este modo de realización. Este recinto de medida que integra el medio de compresión puede utilizarse en combinación con la bomba 320 de vacío o preferentemente sin bomba de vacío en absoluto, lo que permite reducir el coste del dispositivo de supervisión.

En un modo de realización, todo o parte del dispositivo de supervisión, en particular la bomba 320 de vacío, se dispone en el interior de un doble tabique transversal llamado ataguía que separa dos tanques de un barco metanero. Esta disposición facilita la compartición de la bomba con diversos puntos de extracción situados en diferentes emplazamientos de uno o de los dos tanques. En un modo de realización, se prevén ocho puntos de extracción por tanque, preferentemente unidos a un mismo colector de extracción.

Aunque la descripción anterior haga únicamente referencia al nitrógeno y al metano, pueden emplearse de manera similar otras parejas de gas combustible y gas inerte. El gas utilizado para diluir la fase gaseosa extraída debe elegirse de manera que se evite cualquier reacción química peligrosa, principalmente explosiva y que se evite perturbar la medida de concentración de las especies químicas buscadas.

Las técnicas descritas anteriormente para realizar un dispositivo de supervisión de los espacios de aislamiento pueden utilizarse en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo para supervisar el espacio primario y/o el espacio secundario de un depósito de GNL en una instalación terrestre o en una construcción flotante como un barco metanero u otro.

Con referencia a la figura 10, una vista abierta de un barco 70 metanero muestra un tanque 71 estanco y aislado de forma general prismática montado en el doble casco 72 del barco. La pared del tanque 71 incluye una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido en el tanque, una barrera estanca secundaria dispuesta entre la barrera estanca primaria y el doble casco 72 del barco y dos barreras aislantes dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

De manera conocida en sí misma, pueden conectarse unas canalizaciones 73 de carga/descarga sobre el puente superior del barco, por medio de conectores apropiados, a un terminal marítimo o portuario para transferir una carga de GNL desde o hacia el tanque 71.

La figura 10 representa un ejemplo de terminal marítimo que incluye una estación 75 de carga y de descarga, un conducto 76 submarino y una instalación 77 en tierra. La estación 75 de carga y de descarga es una instalación fija

- 5 marina que incluye un brazo 74 móvil y una torre 78 que soporta el brazo 74 móvil. El brazo 74 móvil lleva un haz de tuberías 79 flexibles aisladas que pueden conectarse a las canalizaciones 73 de carga/descarga. El brazo 74 móvil orientable se adapta a todos los tamaños de metaneros. Un conducto de enlace no representado se extiende en el interior de la torre 78. La estación 75 de carga y de descarga permite la carga y descarga del metaneros 70 desde o hacia la instalación 77 en tierra. Esto incluye unos tanques 80 de almacenamiento de gas licuado y unos conductos 81 de enlace unidos por el conducto 76 submarino a la estación 75 de carga o de descarga. El conducto 76 submarino permite la transferencia del gas licuado entre la estación 75 de carga o de descarga y la instalación 77 en tierra a una gran distancia, por ejemplo 5 km, lo que permite mantener el barco 70 metanero a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y descarga.
- 10 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan unas bombas embarcadas en el barco 70 y/o unas bombas que equipan la instalación 77 en tierra y/o unas bombas que equipan la estación 75 de carga y descarga.
- Aunque la invención se acaba de describir en conexión con diversos modos de realización particulares, es evidente que no está en ningún caso limitada por ellos.
- 15 El uso del verbo “constar”, “comprender” o “incluir” y de sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o de otras etapas a aquellas enunciadas en una reivindicación. La utilización del artículo indefinido “un” o “una” para un elemento o una etapa no excluye, salvo mención en contrario, la presencia de una pluralidad de dichos elementos o etapas.
- 20 En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no debería ser interpretado como una limitación de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de supervisión de un tanque (1, 201, 301) estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura,
 5 en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque y una barrera (3, 203, 41, 42) térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora, incluyendo la barrera térmicamente aislante unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo presión relativa negativa, incluyendo el procedimiento:
- 10 - medir una concentración del gas combustible en una muestra de gas diluido con un analizador (25, 125, 225, 325) de gas; estando dicho procedimiento **caracterizado porque** la muestra de gas diluido cuya concentración se mide se obtiene
 - por extracción de una muestra de la fase gaseosa bajo presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante a través de una canalización (11, 111, 211, 311, 69) de extracción que desemboca en el exterior de la pared del tanque;
- 15 por adición de una cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa que se ha extraído, por elevación de la presión de la muestra de gas diluido hasta una presión de funcionamiento del analizador (25, 125, 225, 325) de gas.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que incluye además:
- 20 - determinar una tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa que se ha extraído en función de medidas de la presión y de la temperatura de la fase gaseosa que se ha extraído, antes y después de la adición de la cantidad medida de gas inerte a la fase gaseosa; y
 - determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida y de la tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad medida de gas inerte.
- 25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el gas combustible está constituido por metano.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el gas inerte se elige entre el grupo constituido por nitrógeno, helio, argón y sus mezclas.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la presión relativa negativa corresponde una presión absoluta inferior a 10 kPa, preferentemente inferior a 1 kPa.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la presión de funcionamiento del analizador (25, 125, 225, 325) de gas está comprendida entre 80 kPa y 120 kPa, preferentemente entre 86 kPa y 108 kPa.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el analizador de gas incluye un detector de gas combustible elegido entre el grupo constituido por detectores de infrarrojo y detectores de célula electroquímica.
- 35 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la etapa de elevar la presión de la muestra de gas diluido incluye:
- almacenar la muestra de fase gaseosa extraída en un recinto (112, 321) intermedio unido a la canalización de extracción y
 - desplazar una pared móvil en el recinto intermedio para confinar la muestra de gas diluido en un recinto (121) de medida de menor capacidad que el recinto intermedio.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la etapa de obtener la muestra de gas diluido incluye:
- extraer una muestra de la fase gaseosa bajo la presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante a través de la canalización de extracción que desemboca en el exterior de la pared del tanque, y
 - añadir una cantidad medida de gas inerte a la muestra de fase gaseosa extraída.
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que las etapas de extraer, diluir y comprimir la muestra se efectúan por medio de un dispositivo (220) de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:
- 50 un conducto (35) principal que presenta una entrada unida a una fuente del gas inerte bajo presión y una salida unida a un recinto de medición o a un recinto intermedio, y
 - un conducto (36) de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido a la canalización de extracción y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal, de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, en el que la etapa de extraer la muestra incluye:
 bombear la muestra de fase gaseosa a través de la canalización (11, 111, 211, 311) de extracción hacia un recinto (12, 112, 221, 321) intermedio, y aislar el recinto intermedio de la barrera térmicamente aislante.
- 5 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la cantidad controlada de gas inerte se añade en el recinto (12, 112) intermedio, incluyendo la etapa de comprimir la muestra de gas diluido:
 bombear la muestra de gas diluido desde el recinto intermedio hacia un recinto (21, 121) de medida conectado al analizador de gas.
- 10 13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que las etapas de diluir y comprimir la muestra se efectúan por medio de un dispositivo (220) de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:
 un conducto (35) principal que presenta una entrada unida a una fuente del gas inerte bajo presión y una salida unida a un recinto de medida, y
 15 un conducto (36) de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido al recinto intermedio y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.
- 20 14. Dispositivo (10, 210) de supervisión adecuado para un tanque (1, 201) estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura, en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana de estanquidad en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque y una barrera (3, 203) térmicamente aislante dispuesta entre la membrana de estanquidad y la pared portadora, incluyendo la barrera térmicamente aislante unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo una presión relativa negativa, incluyendo el dispositivo de supervisión:
 una canalización (11, 111, 211) de extracción que une la barrera térmicamente aislante al exterior de la pared del tanque, estando equipada dicha canalización (11, 111, 211) de extracción con una válvula (14) de aislamiento;
 25 un recinto (21, 121, 221) de medida;
 un analizador (25, 125, 225) de gas conectado al recinto de medida para medir una concentración del gas combustible en el recinto de medida;
 un dispositivo (20, 112, 220, 320) de bombeo conectado a la canalización de extracción y adecuado para extraer una muestra de la fase gaseosa bajo la presión relativa negativa en la barrera térmicamente aislante y para transferir la muestra de la fase gaseosa hacia el recinto (21, 121, 221) de medida, estando dicho dispositivo de supervisión **caracterizado porque** incluye:
 30 un recinto (12, 112) intermedio unido a la barrera térmicamente aislante por la canalización de extracción y unido al recinto (21, 121, 221) de medida,
 35 un depósito (15, 215) de gas inerte unido al recinto (12, 112) intermedio y dispuesto para añadir en el recinto (12, 112) intermedio una cantidad de gas inerte a la fase gaseosa que se haya extraído, y
 un dispositivo (17, 217, 317) de medida para medir la cantidad de gas inerte añadida a la fase gaseosa.
- 40 15. Dispositivo según la reivindicación 14, que incluye además un sistema (30, 330) de tratamiento de datos adecuado para determinar una tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa que ha sido extraída en función de medidas de la presión y de la temperatura de la fase gaseosa que se ha extraído antes y después de la adición de la cantidad controlada de gas inerte a la fase gaseosa y para determinar una concentración del gas combustible en la fase gaseosa de la barrera térmicamente aislante en función de la concentración medida por el analizador de gas y de la tasa de dilución provocada por la adición de una cantidad controlada de gas inerte.
- 45 16. Dispositivo según la reivindicación 14 o 15, en el que el dispositivo de bombeo incluye una bomba (20) de vacío.
17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el dispositivo de bombeo incluye un dispositivo (220) de aspiración por efecto Venturi, incluyendo el dispositivo de aspiración por efecto Venturi:
 un conducto (35) principal que presenta una entrada unida al depósito de gas inerte y una salida unida al recinto de medida, y
 50 un conducto (36) de aspiración que presenta un lado aguas arriba unido a la canalización de extracción por medio del recinto intermedio y un lado aguas abajo que desemboca lateralmente en un convergente-divergente del conducto principal de manera que un flujo de gas inerte en el conducto principal produzca una depresión en el conducto de aspiración.
- 55 18. Tanque (71) estanco y térmicamente aislante destinado a contener un gas combustible licuado a baja temperatura y equipado con un dispositivo (10, 210, 310, 410) de supervisión según una de las reivindicaciones 14 a 17,

5 en el que una pared del tanque incluye una estructura multicapa montada sobre una pared (302) portadora, comprendiendo la estructura multicapa una membrana (304) de estanquidad primaria en contacto con el gas combustible licuado contenido en el tanque, una membrana (40) de estanquidad secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad primaria y la pared portadora, una barrera (41) térmicamente aislante primaria dispuesta
10 entre la membrana de estanquidad primaria y la membrana de estanquidad secundaria y una barrera (42) térmicamente aislante secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared portadora, y en la que una o cada barrera térmicamente aislante incluye unos materiales sólidos aislantes y una fase gaseosa mantenida bajo una presión relativa negativa, incluyendo el dispositivo de supervisión un primer conducto (311) de extracción que desemboca en la barrera térmicamente aislante primaria y un segundo conducto (69) de extracción que desemboca en la barrera térmicamente aislante secundaria.

19. Barco (70) para el transporte de un producto líquido frío, incluyendo el barco un doble casco (72) y un tanque (71) según la reivindicación 18 dispuesto en el doble casco.

15 20. Procedimiento de carga o descarga de un barco (70) según la reivindicación 19, en el que se encamina un producto líquido frío a través de las canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas desde o hacia una instalación (77) de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque (71) del barco.

20 21. Sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema el barco (70) según la reivindicación 19, unas canalizaciones (73, 79, 76, 81) aisladas dispuestas de manera que unan el tanque (71) instalado en el casco del barco a una instalación (77) de almacenamiento flotante o terrestre y una bomba para arrastrar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del barco.

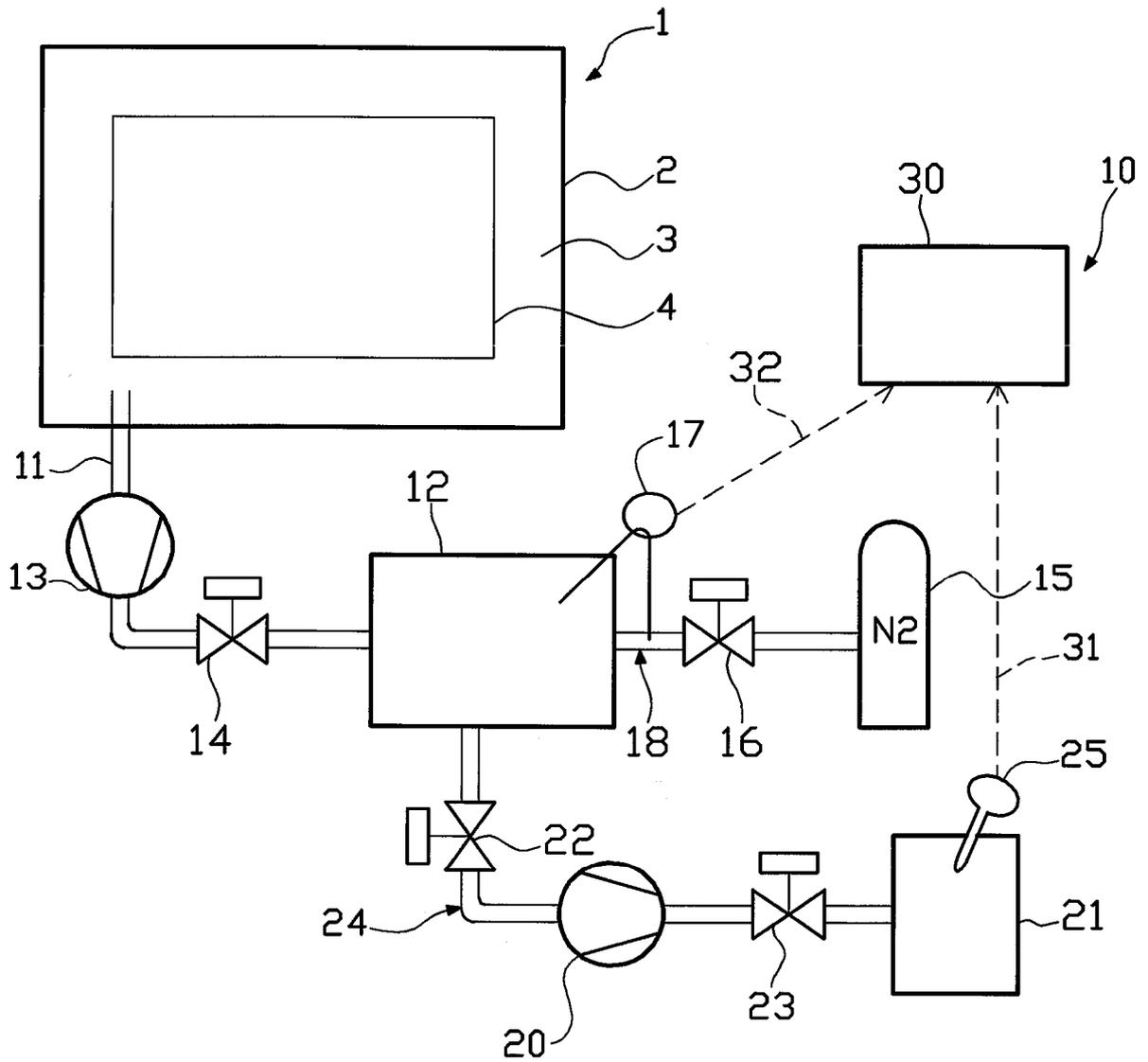


FIG.1

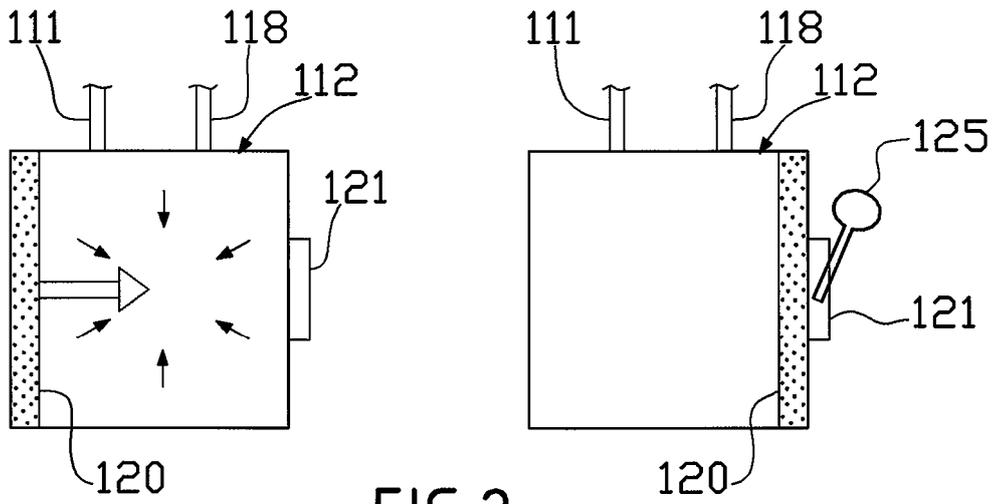


FIG. 2

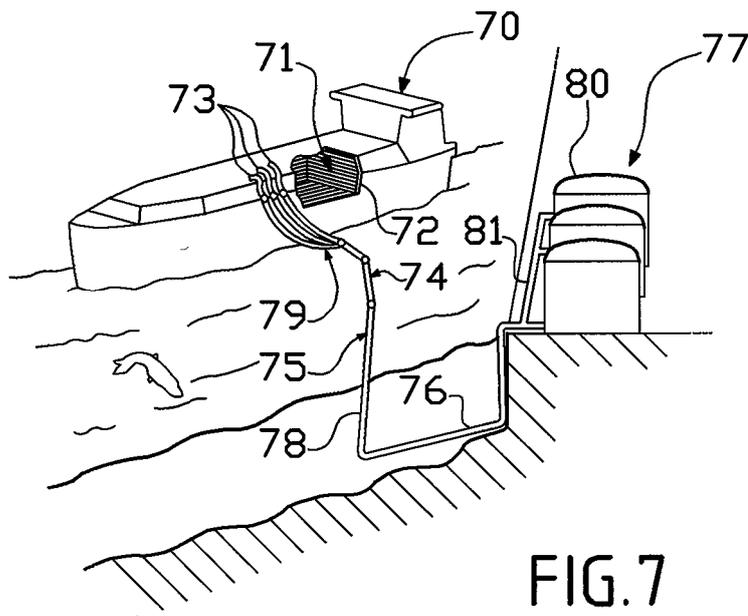


FIG. 7

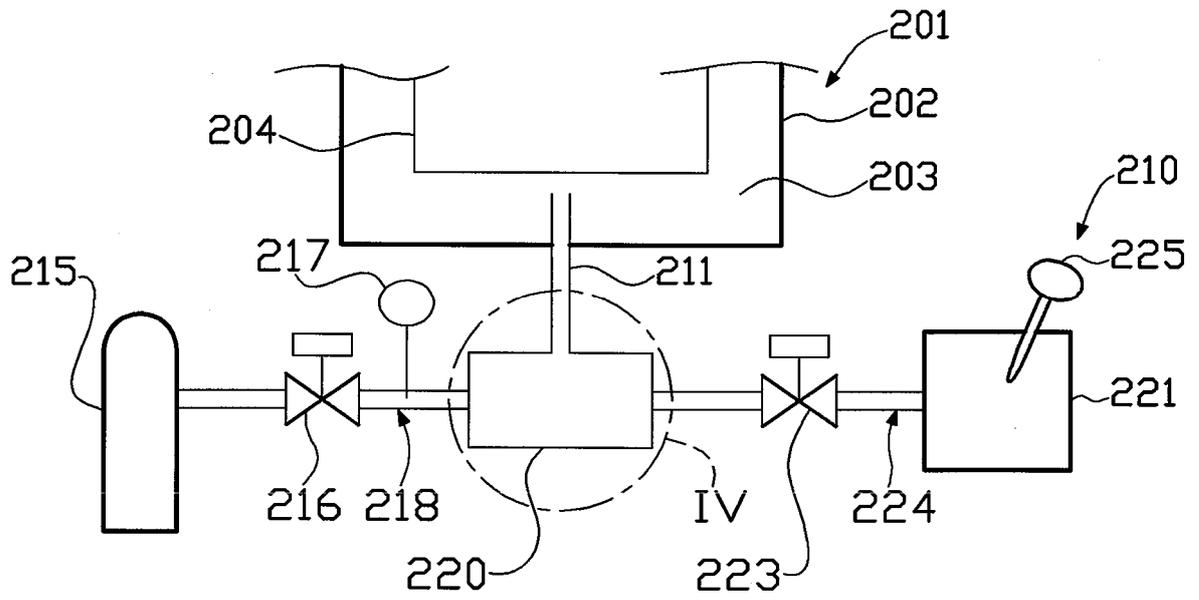


FIG. 3

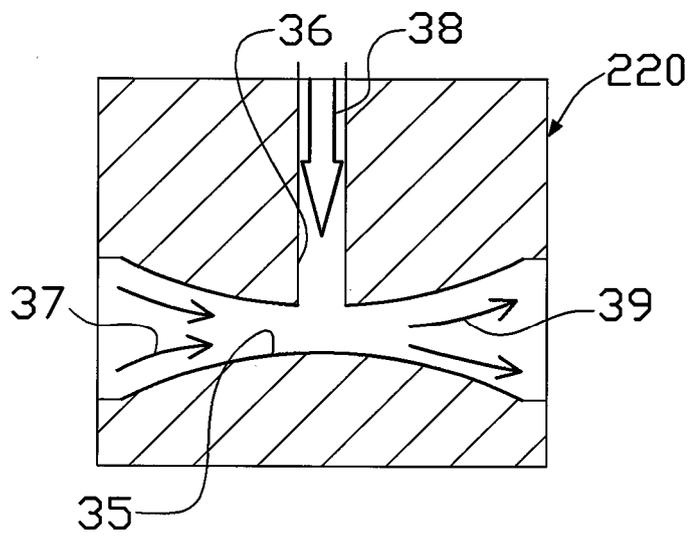


FIG. 4

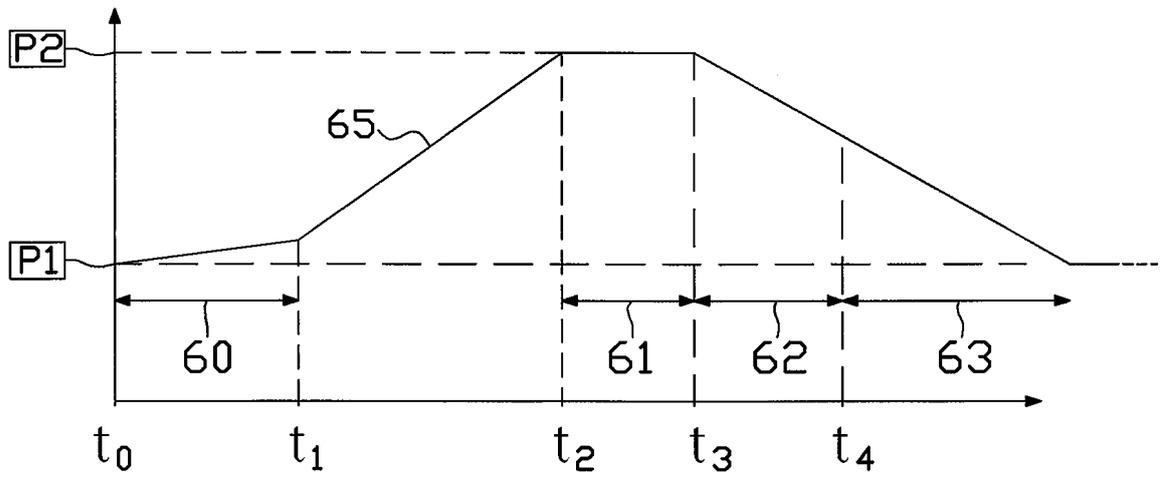


FIG.6

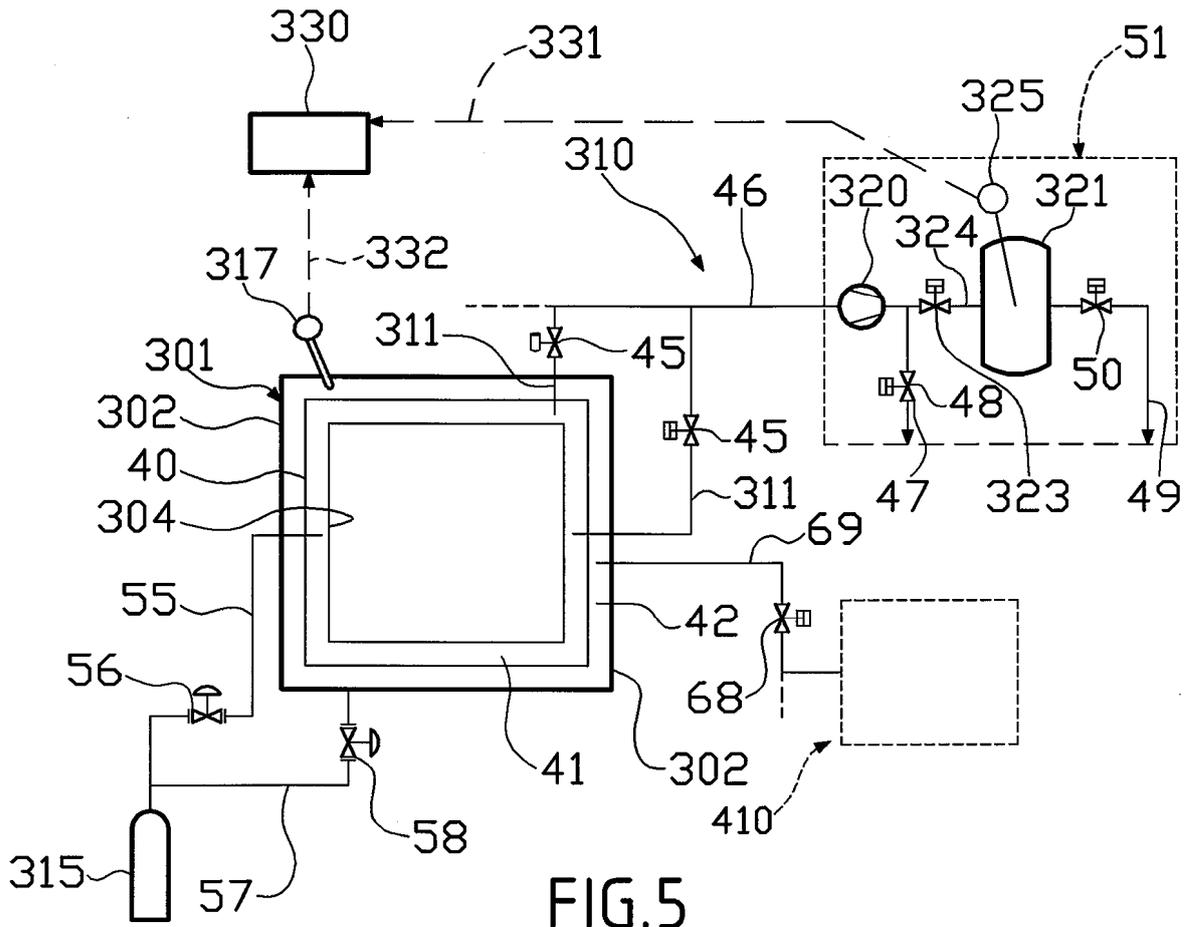


FIG.5

CUALQUIER REFERENCIA A LA FIGURA 10 DEBE CONSIDERARSE NO EXISTENTE