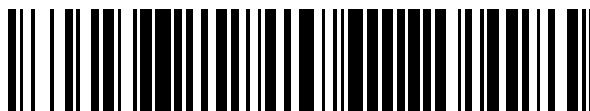


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 887**

51 Int. Cl.:

**F17C 13/00** (2006.01)

**F17C 13/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2015 PCT/EP2015/097015**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15155377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2015 E 15715321 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 3129700**

54 Título: **Tanque estanco y térmicamente aislante alojado en una obra flotante**

30 Prioridad:

**08.04.2014 FR 1453115**

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

**06.06.2019**

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)**

**1 Route de Versailles**

**78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**BLEOMELEN, MAEL;**

**JOLIVET, PIERRE;**

**PETITPAS, MATHIEU;**

**GLORY, JULIEN;**

**GONCALVES, JEAN-PAUL y**

**OLLIVIER, JULIEN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 715 887 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

Tanque estanco y térmicamente aislante alojado en una obra flotante

### Campo técnico

5 La invención está relacionada con el campo de los tanques estancos y térmicamente aislantes para almacenar un gas licuado a baja temperatura y, de manera más particular, con unos dispositivos y procedimientos para detectar unas fugas en una membrana de estanquidad secundaria de un tanque de este tipo.

### Antecedentes de la técnica

10 En un tanque de buque metanero, la pared superior del tanque presenta unas estructuras llamadas cúpula de vapor y cúpula de líquido que se presentan en forma de dos torretas o chimeneas que sobresalen sobre una superficie exterior de la pared portadora superior y destinadas a hacer pasar unos equipos de manutención de cargamento para realizar la manutención de una fase líquida y una fase vapor del gas licuado contenido en el tanque.

15 Debido a esta geometría, pueden hacerse fracasar unos métodos de detección de fugas basados en la observación de zonas anormalmente calientes o anormalmente frías, en concreto, a causa de la influencia de las condiciones climáticas exteriores y porque los campos de temperatura en y en las inmediaciones de estas torretas son demasiado complejos.

Se conocen por el documento francés FR2517802A1 un tanque destinado al almacenamiento de un gas licuado que incluye una detección de fuga y un procedimiento de detección de fuga correspondiente por medio de un gas trazador.

### Sumario

20 Una idea en la base de la invención es proporcionar unos dispositivos y procedimientos para detectar unas fugas en un tanque estanco y térmicamente aislante en y en las inmediaciones de estas estructuras que sobresalen.

25 Según un modo de realización, la invención proporciona una obra flotante que incluye un casco que consta de unas paredes portadoras que definen un espacio poliédrico en el interior del casco, incluyendo la obra flotante un tanque estanco y térmicamente aislante alojado en el espacio poliédrico para almacenar un gas licuado a baja temperatura, en la que una pared portadora superior del casco presenta una abertura y lleva una torreta que sobresale sobre una superficie exterior de la pared portadora superior alrededor de la abertura, estando la abertura y la torreta destinadas a hacer pasar unos equipos de manutención de cargamento para realizar la manutención de una fase líquida y/o una fase vapor del gas licuado contenido en el tanque,

30 en la que el tanque incluye una pluralidad de paredes de tanque fijadas sobre las paredes portadoras del casco, en la que una pared de tanque superior incluye una estructura de capa múltiple fijada sobre una superficie interior de la pared portadora superior, estando la estructura de capa múltiple formada por una membrana de estanquidad primaria destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque, una membrana de estanquidad secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad primaria y la pared portadora superior, una barrera aislante secundaria dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared portadora superior y una barrera aislante primaria dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la membrana de estanquidad primaria, en la que la torreta incluye:

40 una pared estanca interna que forma una funda acoplada a través de la abertura de la pared portadora superior y conectada de manera estanca con la membrana de estanquidad primaria de la pared de tanque superior todo alrededor de la funda,

una pared estanca externa dispuesta alrededor de la funda a distancia de la funda de manera paralela a la funda, estando la pared estanca externa conectada de manera estanca a la pared portadora superior alrededor de la abertura,

45 una pared de separación dispuesta entre la pared estanca externa y la pared estanca interna de la torreta y que divide el espacio definido entre la pared estanca externa y la pared estanca interna de la torreta en, por una parte, un espacio secundario que comunica a través de la abertura de la pared portadora superior con la barrera aislante secundaria de la pared de tanque superior dispuesta alrededor de la abertura y, por otra parte, un espacio primario que comunica a través de la abertura de la pared portadora superior con la barrera aislante primaria de la pared de tanque superior dispuesta alrededor de la abertura,

50 un dispositivo de escape primario que incluye una espita de sobrepresión primaria y una conducción de escape primaria que comunica directamente con el espacio primario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para permitir un escape de gas desde el espacio primario en respuesta a una apertura de la espita de sobrepresión primaria,

55 un dispositivo de escape secundario que incluye una espita de sobrepresión secundaria y una conducción de escape secundaria que comunica directamente con el espacio secundario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para permitir un escape de gas desde el espacio secundario en respuesta a una apertura de la espita de sobrepresión secundaria,

incluyendo la obra flotante, además:

5 un depósito de gas que contiene un gas trazador no condensable o que presenta una temperatura de condensación inferior a la temperatura baja del gas licuado contenido en el tanque, estando el depósito de gas conectado por medio de una válvula de control a uno de entre el dispositivo de escape primario, en concreto, la conducción de escape primaria y el dispositivo de escape secundario, en concreto, la conducción de escape secundaria y

un detector de gas adecuado para detectar el gas trazador, estando el detector de gas en comunicación con el otro de entre el dispositivo de escape primario, en concreto, la conducción de escape primaria y el dispositivo de escape secundario, en concreto, la conducción de escape secundaria.

10 Gracias a estas características, es posible detectar un defecto de estanquidad entre el espacio primario y el espacio secundario de la torreta y/o entre la barrera aislante primaria y la barrera aislante secundaria de la pared de tanque superior. Además, el uso de los dispositivos de escape primario y secundario para la inyección y la detección del gas trazador hacen la implementación de la detección de fuga de manera particular sencilla.

15 Según unos modos de realización, una obra flotante de este tipo puede incluir una o varias de las siguientes características.

20 Los dispositivos de escape pueden estar diseñados de diferentes maneras. Según un modo de realización, el dispositivo de escape primario o secundario incluye, además, una línea de control primaria o secundaria que comunica directamente con el espacio primario o secundario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para controlar la espita de sobrepresión primaria o secundaria en función de la presión que reina en el espacio primario o secundario y en el que el depósito de gas está en comunicación directa con la línea de control primaria o secundaria.

De manera alternativa, el depósito de gas puede estar conectado directamente a la conducción de escape primaria o secundaria.

25 Según un modo de realización, el dispositivo de escape primario o secundario incluye, además, una línea de control primaria o secundaria que comunica directamente con el espacio primario o secundario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para controlar la espita de sobrepresión primaria o secundaria en función de la presión que reina en el espacio primario o secundario y en el que el detector de gas está en comunicación directa con la línea de control primaria o secundaria.

30 De manera alternativa, el detector de gas puede estar conectado directamente a la conducción de escape primaria o secundaria.

Según un modo de realización, la torreta es una cúpula de vapor del tanque, siendo la funda acoplada a través de la abertura de la pared portadora superior una conducción colectora conectada a un colector principal de vapor de la obra flotante.

35 Gracias a estas características, es posible detectar un defecto de estanquidad entre el espacio primario y el espacio secundario de la cúpula de vapor y/o entre la barrera aislante primaria y la barrera aislante secundaria de la pared de tanque superior en las inmediaciones de la cúpula de vapor.

40 La cúpula de vapor puede estar diseñada de diferentes maneras. Preferentemente, en este caso, la pared de separación de la torreta forma una conducción de extracción primaria que se extiende de manera paralela a la conducción colectora en el espacio definido entre la pared estanca externa y la pared estanca interna de la torreta y que presenta un extremo interior que desemboca en la barrera aislante primaria de la pared de tanque superior y un extremo exterior que desemboca directamente en el dispositivo de escape primario, incluyendo el espacio primario de la torreta el espacio interior de la conducción de extracción primaria.

45 Según otro modo de realización, la torreta es una cúpula de líquido del tanque que incluye, además, una pared de cúspide dispuesta sobre un extremo superior de pared estanca externa de la cúpula de líquido y que presenta una abertura alineada con una zona central de la abertura de la pared portadora superior, siendo la funda formada por la pared estanca interna de la cúpula de líquido una membrana de estanquidad primaria que presenta un borde superior sujeto de manera estanca sobre un borde de la pared de cúspide todo alrededor de la abertura de la pared de cúspide.

50 Gracias a estas características, es posible detectar un defecto de estanquidad entre el espacio primario y el espacio secundario de la cúpula de líquido y/o entre la barrera aislante primaria y la barrera aislante secundaria de la pared de tanque superior en las inmediaciones de la cúpula de líquido.

55 La cúpula de líquido puede estar diseñada de diferentes maneras. Preferentemente, en este caso, la pared de separación incluye una membrana de estanquidad secundaria que se extiende todo alrededor de la funda entre la pared estanca externa y la funda y que presenta un extremo interior conectado de manera estanca a la membrana de estanquidad secundaria de la pared de tanque superior todo alrededor de la funda y un extremo exterior

conectado de manera estanca a la pared de cúspide todo alrededor de la abertura de la pared de cúspide de la cúpula de líquido.

Según un modo de realización, el tanque incluye los dispositivos anteriormente citados a la vez sobre la cúpula de líquido y la cúpula de vapor para poder detectar unas fugas en estas dos zonas del tanque.

- 5 Según un modo de realización, la pared de la cúpula de líquido incluye una estructura de capa múltiple fijada sobre una superficie interior de la pared estanca externa, estando la estructura de capa múltiple formada por la membrana de estanquidad primaria de la cúpula de líquido, la membrana de estanquidad secundaria de la cúpula de líquido, una barrera aislante secundaria de la cúpula de líquido dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared estanca externa y una barrera aislante primaria dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la
- 10 membrana de estanquidad primaria de la cúpula de líquido.

- Preferentemente, en este caso, la obra flotante incluye, además, una placa de conexión dispuesta entre el extremo exterior de la membrana de estanquidad secundaria de la cúpula de líquido y la pared de cúspide, incluyendo la placa de conexión una rama principal que se extiende de manera paralela a la pared estanca externa entre la pared estanca externa y la funda formada por la pared estanca interna de la cúpula de líquido, incluyendo la rama principal un extremo superior sujeto a la placa de cúspide y un extremo inferior que se prolonga por un reborde acodado hacia el interior de la cúpula de líquido con respecto a la rama principal, estando el extremo exterior de la membrana de estanquidad secundaria sujeto de manera estanca sobre el reborde,
- 15 en la que la barrera aislante secundaria de la cúpula de líquido incluye un relleno fibroso dispuesto entre la rama principal de la placa de conexión y la pared estanca externa y
- 20 en la que la conducción de escape secundaria desemboca en el relleno fibroso.

Gracias a estas características, la pérdida de carga inducida por el relleno fibroso en la zona del espacio secundario donde el gas trazador se inyecta o extrae es relativamente escasa, lo que facilita la circulación del gas trazador, en concreto, alrededor de la cúpula de líquido.

- Según un modo de realización correspondiente, la conducción de escape primaria atraviesa la rama principal de la placa de conexión y desemboca en la barrera aislante primaria entre la rama principal de la placa de conexión y la membrana de estanquidad primaria de la cúpula de líquido.
- 25

- Preferentemente, la obra flotante incluye, además, un sistema de distribución de nitrógeno que consta de un depósito de nitrógeno gaseoso y una red de distribución, incluyendo la red de distribución una conducción de distribución primaria que se extiende desde un puente superior de la obra flotante a través del espacio primario de la cúpula de líquido y a través de la barrera de aislamiento primario de una pared transversal del tanque hasta una zona de fondo del tanque y una conducción de distribución secundaria que se extiende desde el puente superior de la obra flotante a través del espacio secundario de la cúpula de líquido y a través de la barrera de aislamiento secundario de la pared transversal del tanque hasta la zona de fondo del tanque.
- 30

- Ventajosamente, el sistema de distribución de nitrógeno incluye, además, unos medios de regulación de presión para regular la presión que reina en la barrera de aislamiento primario y la barrera de aislamiento secundario de las paredes del tanque por medio de las conducciones de distribución primaria y secundaria.
- 35

Gracias a unos medios de regulación de presión de este tipo, es posible evitar dañar las barreras de estanquidad por el efecto de sobrepresiones accidentales.

- Según un modo de realización, estos medios de regulación de presión se usan para generar un desvío de presión entre la zona donde el gas trazador se inyecta y la zona donde el gas trazador se busca, de manera que se pongan más rápidamente de manifiesto las fugas o defectos de estanquidad.
- 40

- Un tanque de este tipo puede servir para almacenar cualesquiera clases de gases licuados de presión atmosférica, por ejemplo, butano, propano, etano, etileno, metano y otros. Según un modo de realización, el gas licuado contenido en el tanque es gas natural licuado (GNL), esto es, un gas de fuerte contenido de metano, almacenado a una temperatura de aproximadamente -162 °C.
- 45

Pueden usarse diferentes cuerpos químicos como gas trazador, en concreto, en función de la naturaleza y de la temperatura del gas licuado almacenado. Según un modo de realización, que es conveniente, en concreto, para un tanque de GNL, el gas trazador se selecciona de entre el argón, el helio y sus mezclas.

- Según un modo de realización, el depósito de gas trazador y/o el detector de gas están fijados de manera amovible al dispositivo de escape primario o secundario. Gracias a estas características, es posible desmontar el depósito de gas trazador y/o el detector de gas del acceso del dispositivo de escape sobre el que está fijado, por ejemplo, una conducción o una brida, de manera que se libere este acceso del dispositivo de escape para otro uso fuera de las fases donde se implementa la detección de fuga.
- 50

- La invención también proporciona un procedimiento de explotación de una obra flotante anteriormente citada, que incluye:
- 55

inyectar el gas trazador a través de uno de los dispositivos de escape primario y secundario en el espacio primario o secundario de la torreta sin rebasar la presión de apertura de la espita de sobrepresión primaria o secundaria,

- 5 detectar el gas trazador a través del otro de los dispositivos de escape primario y secundario en el espacio primario o secundario de la torreta y diagnosticar una fuga en la barrera de estanquidad secundaria de la pared superior de tanque y/o en la pared de separación de la torreta en respuesta a la detección del gas trazador.

- 10 Según un modo de realización, el gas trazador se inyecta en el espacio secundario a través del dispositivo de escape secundario y se detecta en el espacio primario a través del dispositivo de escape primario, incluyendo el procedimiento, además:  
mantener una presión total más elevada en el espacio secundario que en el espacio primario por inyección de nitrógeno gaseoso en el espacio secundario, sin rebasar la presión de apertura de la espita de sobrepresión secundaria.

- 15 Una explotación inversa también es posible, donde el gas trazador se inyecta en el espacio primario a través del dispositivo de escape primario y se detecta en el espacio secundario a través del dispositivo de escape secundario. Los niveles de presión pueden invertirse en este caso.

- 20 Según un modo de realización, la etapa de diagnosticar una fuga incluye una de las mediciones seleccionada en el grupo que consiste en registrar la presencia de una fuga, medir una cantidad o una concentración del gas trazador para determinar un flujo de la fuga y mediar un retardo temporal entre la inyección y la detección del gas trazador para determinar una posición de la fuga.

Un tanque de este tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo, para almacenar GNL o estar instalado en una estructura flotante, costera o en aguas profundas, en concreto, un buque metanero, una unidad flotante de almacenamiento y de regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento deportado (FPSO) y otros.

- 25 Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de una obra flotante de este tipo, en el que se dirige gas licuado a través de unas canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque estanco y térmicamente aislante.

- 30 Según un modo de realización, la invención también proporciona un sistema de transferencia para gas licuado a baja temperatura, incluyendo el sistema una obra flotante anteriormente citada, unas canalizaciones aisladas dispuestas de manera que se conecte el tanque estanco y térmicamente aislante 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 buque.

- 35 Algunos aspectos de la invención parten de la idea de limitar la distancia a recorrer por el gas trazador entre el punto de inyección y el punto de detección, de modo que la detección de las fugas en la zona de la torreta pueda implementarse relativamente de manera rápida y con una cantidad relativamente escasa de gas trazador con respecto al volumen del conjunto de las paredes del tanque. Algunos aspectos de la invención parten de la idea de proponer un procedimiento de prueba que puede ejecutarse en el mar con el tanque en frío, de manera que se evite inmovilizar la obra flotante en dique seco.

### **Breve descripción de las figuras**

- 40 La invención se comprenderá mejor y otras finalidades, detalles, características y ventajas de esta se pondrán de manifiesto de manera más clara en el transcurso de la siguiente descripción de varios 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 un esquema funcional de un tanque de buque metanero visto en corte según un eje longitudinal del buque.
  - La figura 2 es un diagrama funcional de una cúpula de líquido del tanque de la figura 1, vista desde arriba.
  - La figura 3 es una vista en perspectiva isométrica desollada de una pared transversal que delimita un lado delantero de la cúpula de líquido de la figura 2.
  - La figura 4 es una vista aumentada de la zona IV de la figura 1 según un modo de realización

50

    - La figura 5 es un diagrama funcional de una cúpula de vapor del tanque de la figura 1, vista desde arriba.
    - La figura 6 es una vista aumentada de la zona VI de la figura 1 según un modo de realización
    - La figura 7 es una representación esquemática desollada de un tanque de buque metanero y de una terminal de carga/descarga de este tanque.

**Descripción detallada de modos de realización**

Con referencia a la figura 1, se ha representado de manera esquemática un corte longitudinal del casco 2 de un buque metanero en el que está dispuesto un tanque estanco y aislante 1 realizado según la tecnología de los tanques con membrana.

5 El tanque 1 está dispuesto entre dos tabiques transversales 3 llamados de manera general "ataguía" que dividen el espacio interior del casco en una pluralidad de compartimentos poliédricos destinados a recibir cada uno un tanque respectivo. Un buque puede incluir, de este modo, uno o varios tanques similares, como se esboza a la derecha de la figura 1.

10 El casco 2 es una doble pared que delimita un espacio de lastre representado con la cifra 4 para la parte inferior del tanque. El tanque 1 está construido sobre la pared interna 5 del casco 2 que sirve de pared portadora. La pared superior 6 del tanque 1 la lleva de manera similar una pared portadora superior 7 que forma parte del casco 2.

15 El tanque 1 presenta una geometría globalmente poliédrica y todas las paredes del tanque están constituidas por una estructura de capa múltiple conocida, por otra parte, en la técnica de los tanques con membrana. Es suficiente con recordar que esta estructura de capa múltiple incluye sucesivamente una barrera aislante secundaria 10, una membrana estanca secundaria 11, una barrera aislante primaria 12 y una membrana estanca primaria 13 que contiene directamente el GNL almacenado en el tanque 1. Esta estructura de capa múltiple puede estar realizada según diversas técnicas, por ejemplo, unas técnicas comercializadas por la compañía depositante con el nombre Mark III®.

20 La figura 1 pone de manifiesto que la pared portadora superior 7 está interrumpida en dos ubicaciones donde la pared de tanque forma una estructura que sobresale en forma de torreta o de chimenea. La primera torreta es una cúpula de líquido 15 que sirve de punto de penetración para diversos equipos de mantenimiento del GNL, esto es, en el ejemplo representado, una línea de llenado 16, una línea de bombeo de emergencia 17, unas líneas de descarga conectadas a unas bombas de descarga 18, una línea de pulverización 20 y una línea de alimentación conectada a una bomba de pulverización 19. La segunda torreta es una cúpula de vapor 21 que sirve de punto de penetración para una conducción colectora de vapor 22. Por otra parte, se conoce el funcionamiento de estos equipos.

25 Con referencia a las figuras 2 a 4, en este momento, se van a describir de manera más precisa unas características de la cúpula de líquido 15. Los elementos análogos o idénticos a los de la figura 1 llevan la misma cifra de referencia aumentada en 100.

30 Como está visible mejor en la figura 2, la cúpula de líquido presenta una sección cuadrada formada por cuatro paredes verticales similares en las que se encuentra cada vez la estructura de capa múltiple anteriormente citada, esto es, pared portadora 103, barrera aislante secundaria 110, membrana estanca secundaria 111, barrera aislante primaria 112 y membrana estanca primaria 113.

35 Como las membranas de estanquidad 111 y 113 son unos elementos relativamente frágiles que no están diseñados para soportar unas fuerzas de arranque elevadas, la cúpula de líquido está equipada con un dispositivo de escape primario 25 para proteger la membrana estanca primaria 113 contra las sobrepresiones y con un dispositivo de escape secundario 35 para proteger la membrana estanca secundaria 111 contras las sobrepresiones.

40 De manera más precisa, el dispositivo de escape primario 25 incluye una conducción de escape I que desemboca de un lado en el interior de la barrera aislante primaria 112 de la cúpula de líquido y del otro lado en un mástil de escape hacia la atmósfera 30 dispuesto en el exterior sobre el puente del buque. Una espita de sobrepresión 27 está dispuesta sobre la conducción I, que está cerrada por defecto. La espita 27 se abre con el control de un piloto de espita 26 cuando la presión total en la barrera aislante primaria 112 rebasa un nivel predefinido, por ejemplo, 30 mbar, o sea, 3 kPa. El piloto de espita 26 está conectado a la presión de la barrera aislante primaria 112 por una línea de control N. De este modo, la fase gaseosa presente en la barrera aislante primaria 112 se escapa de manera automática hacia el mástil de escape 30 cuando su presión rebasa el nivel predefinido.

45 De la misma manera, el dispositivo de escape secundario 35 incluye una conducción de escape K que desemboca de un lado en el interior de la barrera aislante secundaria 110 de la cúpula de líquido y del otro lado en una línea de escape hacia la atmósfera 40. Una espita de sobrepresión 37 está dispuesta sobre la conducción K, que está cerrada por defecto. La espita 37 se abre con el control de un piloto de espita 36 cuando la presión total en la barrera aislante secundaria 110 rebasa un nivel predefinido, por ejemplo, 30 mbar, o sea, 3 kPa. El piloto de espita 36 está conectado a la presión de la barrera aislante secundaria 110 por una línea de control M. De este modo, la fase gaseosa presente en la barrera aislante secundaria 110 se escapa de manera automática hacia la línea de escape 40 cuando su presión rebasa el nivel predefinido. Las presiones de apertura de las espitas 27 y 37 pueden ser iguales o diferentes.

55 Con el fin de detectar unas fugas o unos defectos de estanquidad en la membrana estanca secundaria 111 al nivel de la cúpula de líquido 15, se implementa un dispositivo de inyección y de detección de un gas trazador en la cúpula de líquido 15. Este dispositivo incluye un depósito de gas trazador 41 que está conectado a la línea de control M por medio de una válvula 42, de manera que se pueda transferir gas trazador hacia la barrera aislante secundaria 110

cuando la válvula 42 está abierta. El gas trazador es, por ejemplo, argón o helio o cualquier otro gas o mezcla de gases que no corra el riesgo de licuarse durante la explotación.

5 Este dispositivo incluye, igualmente, un detector de gas 43 capaz de detectar el gas trazador y conectado a la conducción de escape I, de manera que se pueda detectar la presencia del gas trazador en la fase gaseosa presente en la barrera aislante primaria 112.

El principio fundamental de la detección es el siguiente: dado que se considera que la membrana estanca secundaria 111 aísla de manera estanca al gas la barrera aislante secundaria 110 de la barrera aislante primaria 112, una detección positiva del gas trazador en la barrera aislante primaria 112 mientras que este gas no se ha inyectado más que en la barrera aislante secundaria 110 revela necesariamente la existencia de una fuga.

10 De manera alternativa, el depósito 41 puede estar conectado sobre la canalización K y/o el detector 43 puede estar conectado sobre la canalización N sin cambiar el principio de funcionamiento.

15 La figura 2 también muestra unas líneas de alimentación de nitrógeno que penetran en el tanque al nivel de la cúpula de líquido para permitir controlar la presión total en las barreras aislantes secundaria 110 y primaria 112. Estas líneas de alimentación provienen de un depósito de dinitrógeno gaseoso simbolizado con la cifra 45. Constan de una línea de nitrógeno secundaria V que desemboca en la barrera aislante secundaria 110 abajo del tanque y de una línea de nitrógeno primaria 44 que se ramifica en una multitud de líneas de distribución de nitrógeno A, B, C, D, E, F, G, H, J, L que desembocan todas en la barrera aislante primaria 112 abajo del tanque.

20 La figura 3 muestra otras precisiones sobre la dirección posible de las líneas de alimentación de dinitrógeno gaseoso en la pared de tanque. Muestra, en concreto, que estas líneas desembocan abajo del tanque a distancia bastante grande de la cúpula de líquido y de la cúpula de vapor. Las líneas de alimentación de dinitrógeno gaseoso pueden servir, en concreto, para hacer inertes las paredes de tanque y para regular la presión total en estas, por medio de un sistema de regulación de presión que, por otra parte, se conoce.

Este sistema de regulación de presión puede aprovecharse para mejorar el funcionamiento de la detección de fuga. Según un modo de realización correspondiente, la detección de fuga puede implementarse de la siguiente manera:

- 25
- Inyectar el gas trazador en el espacio secundario 110 de la cúpula de líquido
  - Regular la presión a un nivel ligeramente más elevado en el espacio secundario 110 que en el espacio primario 112, preferentemente sin alcanzar la presión de apertura de la espita de escape secundaria 37 para evitar dañar la membrana secundaria 111. Estas dos etapas también pueden realizarse de manera simultánea o en otro orden.

30

  - Detectar la presencia del gas trazador en el espacio primario 112.

35 Gracias al ligero desvío de presión, la transferencia del gas trazador puede acelerarse, lo que permite reducir la duración de la prueba de detección de fuga. Por ejemplo, la presión en la barrera primaria se regula a 10 mbar (100 kPa) relativo y la presión en la barrera secundaria se regula a 17 mbar (170 kPa) relativo, esto es, un desvío de 70 kPa. Este desvío puede ser más elevado, por ejemplo, hasta 250 kPa, para acelerar la implementación de la prueba. La duración completa de la prueba puede ser, de este modo, inferior a 4 horas por cúpula y preferentemente del orden de 60 minutos.

En un modo no representado, las posiciones del detector de gas 43 y del depósito de gas trazador 41 se permutan y los desvíos de presiones se invierten.

40 El detector de gas puede ser un analizador de gas disponible en el mercado, que funciona según cualquier tecnología adaptada, por ejemplo, por espectrometría de masa u otro. Para perfeccionar el diagnóstico de las fugas, es preferible medir en el transcurso del tiempo la concentración de gas trazador presente en el espacio primario 112. De este modo, la duración y la cantidad de gas trazador permiten obtener unas informaciones sobre:

- La existencia de una fuga, si el gas trazador se detecta en cantidad no desdeñable,
- el flujo de la o de las fugas por integración de la cantidad de gas trazador en el transcurso del tiempo,

45

- la localización sobre la cúpula de líquido de la o de las fugas, por medición del instante de primera detección del gas trazador con respecto al tiempo de trayecto en las barreras 'aislantes.

Dado que la pared de tanque en la cúpula de líquido presenta un volumen relativamente pequeño con respecto al conjunto del tanque, por ejemplo, aproximadamente 2 m<sup>3</sup>, la prueba de estanquidad puede implementarse con un volumen relativamente pequeño de gas trazador, por ejemplo, aproximadamente 3 m<sup>3</sup> de argón.

50 La figura 4 muestra otros detalles de implementación de la cúpula de líquido 15 en un modo de realización que usa la tecnología Mark III®. En aras de la concisión, se ha representado una sola conducción para ilustrar la canalización K o M del dispositivo de escape secundario 35 y se ha representado una sola conducción para ilustrar la canalización N o I del dispositivo de escape primario 25. Además, estas conducciones se han representado en un mismo plano. No obstante, estas canalizaciones están bien en número de cuatro en una implementación real y no es

necesario que estén en un mismo plano, lo que muestra la figura 2. Además, es posible prever uno o varios puntos de inyección del gas trazador adicionales para mejorar la velocidad de ejecución de la prueba, en concreto, para una cúpula de líquido de gran tamaño. Estos puntos de inyección adicionales pueden estar repartidos de manera regular en la periferia de la cúpula de líquido 15.

5 En la cúpula de líquido 15 de la figura 4, la estructura portadora incluye una pared portadora vertical 103 llamada brazola que se eleva por encima del puente 107 del buque y una pared horizontal 46 en la cúspide de la pared portadora 103. La pared horizontal 46 se extiende todo alrededor de la cúpula de líquido y soporta una cubierta de tanque 47. La cubierta 47 está constituida sustancialmente por una pared metálica de cubierta 48 y por un aislamiento térmico 49 que se inserta en la cúspide de la cúpula de líquido.

10 La pared horizontal 46 lleva una placa metálica 48 perfilada en forma de L que está soldada sobre la cara interior de la pared 46 y se extiende hacia abajo. Unos paneles prefabricados están fijados a la pared portadora 103 para formar la barrera térmicamente aislante primaria, la barrera de estanquidad secundaria y la barrera térmicamente aislante secundaria.

15 En la zona de parada de la membrana secundaria 111, un estrato compuesto estanco flexible 50 conecta de manera estanca el estrato estanco del panel prefabricado al reborde acodado 51 de la placa 48. El pegado del estrato 50 sobre el reborde 51 está realizado con la ayuda de un pegamento apropiado, por ejemplo, de tipo poliuretano.

20 Un relleno de lana de vidrio 52 está insertado entre la placa metálica 48 y la pared portadora 103 para prolongar la barrera aislante secundaria 110, que está realizada sustancialmente de paneles de espuma aislante. Una capa de masilla 53, por ejemplo, de resina epoxi, está aplastada entre la cara inferior del reborde 51 y el último panel de espuma aislante para fijar y posicionar de manera precisa el panel. Una segunda capa de masilla 54, por ejemplo, igualmente, de resina epoxi, la lleva la cara superior del reborde 51 y se encuentra aplastada entre el reborde 51 y una viga de madera 55 que está dispuesta de manera horizontal a lo largo de la placa 48. La viga 55 puede estar empernada a la placa 20. Otros bloques de espuma aislante 56 están dispuestos entre la parte de arriba de la viga 55 y la pared horizontal 46 de la estructura portadora para prolongar la barrera de aislamiento primaria.

25 El extremo de la barrera de estanquidad primaria 113 está fijado de manera estanca a la estructura portadora por soldeo sobre una pieza perfilada 57 de sección en U que la lleva el extremo de la pared horizontal 46.

30 En este modo de realización, el relleno de lana de vidrio 52 que da toda la vuelta a la cúpula de líquido constituye una zona de paso privilegiada para el gas trazador que ha franqueado una fuga, por el hecho de la escasa pérdida de carga. De este modo, es posible detectar unas fugas en cualquier ubicación alrededor de la cúpula de líquido, incluso con uno solo o un pequeño número de puntos de detección del gas.

Los métodos descritos más arriba para realizar una detección de fuga en una cúpula de líquido pueden implementarse de manera análoga en una cúpula de vapor, como se describirá en este momento con referencia a las figuras 5 y 6.

35 Como está visible mejor en la figura 5, la cúpula de vapor presenta una sección circular en la que se encuentran, al menos funcionalmente, la estructura de capa múltiple anteriormente citada, esto es, pared portadora 203, barrera aislante secundaria 210, membrana estanca secundaria 211, barrera aislante primaria 212 y membrana estanca primaria 213.

40 Como las membranas de estanquidad 211 y 213 son unos elementos relativamente frágiles que no están diseñados para soportar unas fuerzas de arranque elevadas, la cúpula de vapor está equipada con un dispositivo de escape primario 125 para proteger la membrana estanca primaria 213 contra las sobrepresiones y con un dispositivo de escape secundario 135 para proteger la membrana estanca secundaria 211 contra las sobrepresiones.

45 De manera más precisa, el dispositivo de escape primario 125 incluye una conducción de escape Q que desemboca de un lado en el interior de la barrera aislante primaria 212 de la cúpula de vapor y del otro lado en el mástil de escape hacia la atmósfera 30 de la figura 2, como se simboliza por la flecha 130 de la figura 5. Una espita de sobrepresión 127 está dispuesta sobre la conducción Q, que está cerrada por defecto. La espita 127 se abre con el control de un piloto de espita 126 cuando la presión total en la barrera aislante primaria 212 rebasa un nivel predefinido, por ejemplo, 30 mbar, o sea, 3 kPa. El piloto de espita 126 está conectado a la presión de la barrera aislante primaria 212 por una línea de control R. De este modo, la fase gaseosa presente en la barrera aislante primaria 212 se escapa de manera automática hacia el mástil de escape 30 cuando su presión rebasa el nivel predefinido.

50 De la misma manera, el dispositivo de escape secundario 135 incluye una conducción de escape S que desemboca de un lado en el interior de la barrera aislante secundaria 210 de la cúpula de vapor y del otro lado en una línea de escape hacia la atmósfera 140. Una espita de sobrepresión 137 está dispuesta sobre la conducción S, que está cerrada por defecto. La espita 137 se abre con el control de un piloto de espita 136 cuando la presión total en la barrera aislante secundaria 210 rebasa un nivel predefinido, por ejemplo, 30 mbar, o sea, 3 kPa. El piloto de espita 136 está conectado a la presión de la barrera aislante secundaria 210 por una línea de control T. De este modo, la fase gaseosa presente en la barrera aislante secundaria 210 se escapa de manera automática hacia la línea de



escape 140 cuando su presión rebasa el nivel predefinido. Las presiones de apertura de las espitas 127 y 137 pueden ser iguales o diferentes.

5 Con el fin de detectar unas fugas o unos defectos de estanquidad en la membrana estanca secundaria 211 al nivel de la cúpula de vapor 21, se implementa un dispositivo de inyección y de detección de un gas trazador. Este dispositivo incluye un depósito de gas trazador 141 que está conectado a la conducción de escape S por medio de una válvula 142, de manera que se pueda transferir gas trazador hacia la barrera aislante secundaria 210 cuando la válvula 142 está abierta. El gas trazador es, por ejemplo, Argón o Helio o cualquier otro gas o mezcla de gases que no corra el riesgo de licuarse durante la explotación.

10 Este dispositivo incluye, igualmente, un detector de gas 143 capaz de detectar el gas trazador y conectado a la conducción de escape Q, de manera que se pueda detectar la presencia del gas trazador en la fase gaseosa presente en la barrera aislante primaria 212.

Para el resto, el funcionamiento de la detección de las fugas en la cúpula de vapor es idéntico al caso de la cúpula de líquido descrito más arriba.

15 La figura 6 muestra otros detalles de implementación de la cúpula de vapor 221 en un modo de realización que usa la tecnología Mark III®. Los elementos análogos o idénticos a los de la figura 1 llevan la misma cifra de referencia aumentada en 200.

20 En aras de la concisión, se ha representado una sola conducción para ilustrar la conducción S o T del dispositivo de escape secundario 135. Además, esta conducción se ha representado en un mismo plano que las canalizaciones R y Q del dispositivo de escape primario 125. No obstante, estas canalizaciones Q, R, S, T están bien en número de cuatro en una implementación real y no es necesario que estén en un mismo plano, lo que muestra la figura 5. Además, es posible prever uno o varios puntos de inyección del gas trazador adicionales para mejorar la velocidad de ejecución de la prueba, en concreto, para una cúpula de vapor de gran tamaño. Estos puntos de inyección adicionales pueden estar repartidos de manera regular en la periferia de la cúpula de vapor 221.

25 En la cúpula de vapor 221 de la figura 6, la pared portadora superior 207 incluye una abertura circular 31 alrededor de la que está soldado un tronco 32 que se extiende al exterior de la pared portadora superior 207. Una conducción metálica colectora de vapores 222 está anclada al interior del tronco 32 y está destinada a extraer los vapores producidos por la evaporación del fluido en el tanque. Para ello, la conducción colectora 222 atraviesa la pared de tanque en el centro de la abertura circular 31, así como las membranas estancas 211 y 213 y las barreras aislantes 210 y 212 para desembocar en el interior del tanque. Esta conducción colectora 222 está conectada, en concreto, a un colector de vapor en el exterior del tanque que extrae este vapor y que lo transmite, por ejemplo, al dispositivo de propulsión del buque para alimentar la propulsión del buque o a un dispositivo de licuefacción para reintroducir, a continuación, el fluido en el tanque.

30 La barrera de estanquidad primaria 213 está conectada de manera estanca a la conducción colectora 222. Asimismo, la barrera de estanquidad secundaria 211 está conectada de manera estanca a la conducción colectora 222, salvo en dos pasos 58 y 59 que permiten que el fluido presente entre las dos barreras de estanquidad circule hacia unas conducciones de extracción 60 y 61. La ausencia de la membrana estanca secundaria en este lugar está simbolizada por los trazos discontinuos en los pasos 58 y 59. De esta manera, el espacio entre la barrera estanca secundaria 211 y la barrera estanca primaria 213 forma un espacio primario estanco conectado a las dos conducciones de escape 60 y 61.

35 Por otra parte, el tronco 32 está conectado de manera estanca a la pared portadora superior 7 y a la conducción colectora 222. La conducción colectora incluye una capa aislante 62 repartida de manera uniforme sobre su asiento exterior que presenta un diámetro inferior a la abertura circular 31. De esta manera, el espaciado entre la capa aislante 62 y la abertura circular 31 permite la circulación de gas entre la barrera aislante secundaria 210 y un espacio intermedio 64 presente entre el tronco 32 y la capa de aislante 62, como se indica por la flecha 99. El espacio intermedio y la barrera aislante secundaria 210 forman, de este modo, un espacio estanco secundario.

40 Las dos conducciones de extracción 60 y 61 se extienden de manera paralela a la conducción colectora 222 en la capa aislante 62 desde el exterior del tronco 32 hasta el espacio estanco primario. La conducción 61 desemboca en la conducción Q de la figura 5 y permite realizar un paso entre el espacio estanco primario y la espita de sobrepresión no representada. La conducción 60 desemboca en la conducción R de la figura 5 y permite realizar un paso entre el espacio primario y el piloto de espita no representado. Otras dos conducciones representadas por la referencia S, T están soldadas al tronco 32 y desembocan en el interior del tronco 32 en el espacio estanco secundario para permitir también ellas la gestión de los fluidos y la medición de presión en el espacio estanco secundario.

45 Cabe señalar que, en el tronco 32 de la cúpula de vapor 221, la estructura de la pared de tanque no es rigurosamente una estructura de capa múltiple tal como existe en las paredes del tanque, puesto que el espacio primario está limitado, en el presente documento, a la sección de paso de dos conducciones de extracción 60 y 61 que pasan enteramente en el interior del espacio secundario. No obstante, la estructura permanece como la de un espacio primario y de un espacio secundario que se suponen que están aislados entre sí por una separación

estanca al gas, de modo' que las pruebas de detección de las fugas descritas más arriba conservan todo su sentido en esta estructura ligeramente diferente.

5 Los procedimientos de detección de fuga anteriormente citados pueden implementarse en la cúpula de vapor 221 de la figura 6 por inyección del gas trazador a través de la conducción S o T y la detección del gas trazador a través de la conducción Q o R. Las flechas 63 de la figura 6 ilustran de manera esquemática el trayecto del gas trazador en el espacio intermedio 64 entre la conducción S o T que inyecta el gas trazador y la barrera aislante secundaria 210 de la pared superior de tanque donde puede penetrar.

Otros detalles de implantación de una cúpula de vapor pueden encontrarse en la publicación francesa FR-A-2984454.

10 La técnica descrita más arriba para realizar un dispositivo de detección de fuga en una parte que sobresale de la pared de tanque puede usarse en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo, para constituir la cúpula de líquido o la cúpula de vapor de un depósito de GNL en una instalación terrestre o en una obra flotante, como un buque metanero u otro.

15 Con referencia a la figura 7, una vista desollada de un buque metanero 70 muestra un tanque estanco y aislado 71 de forma general prismática montado en el doble casco 72 del buque. 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 buque 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.

20 De manera conocida de por sí, se pueden conectar unas canalizaciones de carga/descarga 73 dispuestas sobre el puente superior del buque, por medio de conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transferir un cargamento de GNL desde o hacia el tanque 71.

25 La figura 7 representa un ejemplo de terminal marítima que incluye un puesto de carga y de descarga 75, una conducción submarina 76 y una instalación en tierra 77. El puesto de carga y de descarga 75 es una instalación fija extraterritorial que incluye 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 pueden conectarse a las canalizaciones de carga/descarga 73. El brazo móvil 74 orientable se adapta a todas las dimensiones de metaneros. Una conducción de conexión no representada se extiende en el interior de la torre 78. El puesto de carga y de descarga 75 permite la carga y la descarga del metanero 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Esta incluye unos tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y unas conducciones de conexión 81 conectadas por la conducción submarina 76 al puesto de carga o de descarga 75. La conducción submarina 76 permite la transferencia del gas licuado entre el puesto de carga o de descarga 75 y la instalación en tierra 77 sobre una gran distancia, por ejemplo, 5 km, lo que permite conservar el buque metanero 70 a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y de descarga.

35 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan unas bombas integradas a bordo en el buque 70 y/o unas bombas que equipan la instalación en tierra 77 y/o unas bombas que equipan el puesto de carga y de descarga 75.

40 Aunque se haya descrito la invención en relación con varios modos de realización particulares, es más que evidente que no se limita de ninguna manera a ellos y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención, tal como se define por las reivindicaciones.

El uso del verbo "incluir", "comprender" o "constar de" y de sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o de otras etapas distintos de los enunciados 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 elementos o etapas de este tipo.

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

## REIVINDICACIONES

1. Obra flotante que incluye un casco que consta de unas paredes portadoras (3, 5, 7) que definen un espacio poliédrico en el interior del casco, incluyendo la obra flotante un tanque estanco y térmicamente aislante (1) alojado en el espacio poliédrico para almacenar un gas licuado a baja temperatura,
- 5 en la que una pared portadora superior (7, 107) del casco presenta una abertura y lleva una torreta (15, 21, 221) que sobresale sobre una superficie exterior de la pared portadora superior alrededor de la abertura, estando la abertura y la torreta destinadas a hacer pasar unos equipos de manutención de cargamento (16, 22, 222) para realizar la manutención de una fase líquida y/o una fase vapor del gas licuado contenido en el tanque,
- 10 en la que el tanque incluye una pluralidad de paredes de tanque fijadas sobre las paredes portadoras del casco, en la que una pared de tanque superior incluye una estructura de capa múltiple fijada sobre una superficie interior de la pared portadora superior, estando la estructura de capa múltiple formada por una membrana de estanquidad primaria (13, 113, 213) destinada a estar en contacto con el gas licuado contenido en el tanque, una membrana de estanquidad secundaria (11, 111, 211) dispuesta entre la membrana de estanquidad primaria y la pared portadora superior, una barrera aislante secundaria (10, 110, 210) dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared portadora superior y una barrera aislante primaria (12, 112, 212) dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la membrana de estanquidad primaria,
- 15 incluyendo la obra flotante, además, un dispositivo de escape primario (25, 125) que incluye una conducción de escape primaria (I, Q), un dispositivo de escape secundario (35, 135) que incluye una conducción de escape secundaria (K, S),
- 20 un depósito de gas (41, 141) que contiene un gas trazador no condensable o que presenta una temperatura de condensación inferior a la temperatura baja del gas licuado contenido en el tanque, un detector de gas un detector de gas (43, 143) adecuado para detectar un gas trazador, **caracterizada porque** la torreta incluye:
- 25 una pared estanca interna que forma una funda (113, 222) acoplada a través de la abertura de la pared portadora superior (7, 107, 207) y conectada de manera estanca con la membrana de estanquidad primaria (13, 213) de la pared de tanque superior todo alrededor de la funda, una pared estanca externa (103, 32) dispuesta alrededor de la funda a distancia de la funda de manera paralela a la funda, estando la pared estanca externa conectada de manera estanca a la pared portadora superior alrededor de la abertura,
- 30 una pared de separación (111, 60, 61) dispuesta entre la pared estanca externa (103, 32) y la pared estanca interna (113, 222) de la torreta y que divide el espacio definido entre la pared estanca externa y la pared estanca interna de la torreta en, por una parte, un espacio secundario (110, 62, 64) que comunica a través de la abertura de la pared portadora superior con la barrera aislante secundaria (10, 210) de la pared de tanque superior dispuesta alrededor de la abertura y, por otra parte, un espacio primario (112, 60, 61) que comunica a través de
- 35 la abertura de la pared portadora superior con la barrera aislante primaria (12, 212) de la pared de tanque superior dispuesta alrededor de la abertura,
- incluyendo el dispositivo de escape primario (25, 125) una espita de sobrepresión primaria (27, 127), comunicando la conducción de escape primaria (I, Q) directamente con el espacio primario de la torreta y atravesando la pared estanca externa de la torreta para permitir un escape de gas desde el espacio primario en respuesta a una apertura de la espita de sobrepresión primaria,
- 40 incluyendo el dispositivo de escape secundario (35, 135) una espita de sobrepresión secundaria (37, 137), comunicando la conducción de escape secundaria (K, S) directamente con el espacio secundario de la torreta y atravesando la pared estanca externa de la torreta para permitir un escape de gas desde el espacio secundario en respuesta a una apertura de la espita de sobrepresión secundaria,
- 45 estando el depósito de gas conectado por medio de una válvula de control (42, 142) a uno de entre el dispositivo de escape primario y el dispositivo de escape secundario y estando el detector de gas en comunicación con el otro de entre el dispositivo de escape primario, en concreto, la conducción de escape primaria y el dispositivo de escape secundario, en concreto, la conducción de escape secundaria.
2. Obra flotante según la reivindicación 1, en la que el dispositivo de escape primario o secundario incluye, además,
- 50 una línea de control primaria o secundaria (M, N, R, T) que comunica directamente con el espacio primario o secundario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para controlar la espita de sobrepresión primaria o secundaria en función de la presión que reina en el espacio primario o secundario y en la que el depósito de gas (41, 141) está en comunicación directa con la línea de control primaria o secundaria.
3. Obra flotante según la reivindicación 1 o 2, en la que el dispositivo de escape primario o secundario incluye, además, una línea de control primaria o secundaria (M, N, R, T) que comunica directamente con el espacio primario o secundario de la torreta y que atraviesa la pared estanca externa de la torreta para controlar la espita de sobrepresión primaria o secundaria en función de la presión que reina en el espacio primario o secundario y en la que el detector de gas (43, 143) está en comunicación directa con la línea de control primaria o secundaria.
- 55
4. Obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la torreta es una cúpula de vapor (221) del tanque, siendo la funda acoplada a través de la abertura de la pared portadora superior una conducción colectora (22, 222) conectada a un colector principal de vapor de la obra flotante,
- 60

- 5 y en la que la pared de separación de la torreta forma una conducción de extracción primaria (60, 61) que se extiende de manera paralela a la conducción colectora en el espacio definido entre la pared estanca externa (32) y la pared estanca interna (222) de la torreta y que presenta un extremo interior (58, 59) que desemboca en la barrera aislante primaria de la pared de tanque superior y un extremo exterior (Q, R) que desemboca directamente en el dispositivo de escape primario (125), incluyendo el espacio primario de la torreta el espacio interior de la conducción de extracción primaria.
- 10 5. Obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la torreta es una cúpula de líquido (15) del tanque que incluye, además, una pared de cúspide (46) dispuesta sobre un extremo superior de pared estanca externa (103) de la cúpula de líquido y que presenta una abertura alineada con una zona central de la abertura de la pared portadora superior, siendo la funda formada por la pared estanca interna (113) de la cúpula de líquido una membrana de estanquidad primaria que presenta un borde superior sujeto de manera estanca sobre un borde (57) de la pared de cúspide todo alrededor de la abertura de la pared de cúspide,
- 15 y en la que la pared de separación incluye una membrana de estanquidad secundaria (111) que se extiende todo alrededor de la funda entre la pared estanca externa y la funda (113) y que presenta un extremo interior conectado de manera estanca a la membrana de estanquidad secundaria (11) de la pared de tanque superior todo alrededor de la funda y un extremo exterior (50) conectado de manera estanca a la pared de cúspide (46) todo alrededor de la abertura de la pared de cúspide de la cúpula de líquido.
- 20 6. Obra flotante según la reivindicación 5, en la que la pared de la cúpula de líquido (15) incluye una estructura de capa múltiple fijada sobre una superficie interior de la pared estanca externa, estando la estructura de capa múltiple formada por la membrana de estanquidad primaria (113) de la cúpula de líquido, la membrana de estanquidad secundaria (111) de la cúpula de líquido, una barrera aislante secundaria (110) de la cúpula de líquido dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la pared estanca externa y una barrera aislante primaria (112) dispuesta entre la membrana de estanquidad secundaria y la membrana de estanquidad primaria de la cúpula de líquido.
- 25 7. Obra flotante según la reivindicación 6, que incluye, además, una placa de conexión (48) dispuesta entre el extremo exterior (50) de la membrana de estanquidad secundaria de la cúpula de líquido y la pared de cúspide (46), incluyendo la placa de conexión una rama principal que se extiende de manera paralela a la pared estanca externa entre la pared estanca externa y la funda formada por la pared estanca interna de la cúpula de líquido, incluyendo la rama principal un extremo superior sujeto a la placa de cúspide (46) y un extremo inferior que se prolonga por un reborde (51) acodado hacia el interior de la cúpula de líquido con respecto a la rama principal, estando el extremo exterior (50) de la membrana de estanquidad secundaria sujeto de manera estanca sobre el reborde (51),
- 30 en la que la barrera aislante secundaria de la cúpula de líquido incluye un relleno fibroso (52) dispuesto entre la rama principal de la placa de conexión (48) y la pared estanca externa (103) y en la que la conducción de escape secundaria (K, M) desemboca en el relleno fibroso.
- 35 8. Obra flotante según la reivindicación 7, en la que la conducción de escape primaria (N, I) atraviesa la rama principal de la placa de conexión (48) y desemboca en la barrera aislante primaria entre la rama principal de la placa de conexión y la membrana de estanquidad primaria (113) de la cúpula de líquido.
- 40 9. Obra flotante según una de las reivindicaciones 5 a 8, que incluye, además, un sistema de distribución de nitrógeno que consta de un depósito de nitrógeno gaseoso (45) y una red de distribución, incluyendo la red de distribución una conducción de distribución primaria (44, A-G, L, J) que se extiende desde un puente superior de la obra flotante a través del espacio primario (112) de la cúpula de líquido y a través de la barrera de aislamiento primario (12) de una pared transversal del tanque hasta una zona de fondo del tanque, y una conducción de distribución secundaria (V) que se extiende desde el puente superior de la obra flotante a través del espacio secundario (110) de la cúpula de líquido y a través de la barrera de aislamiento secundario de la pared transversal del tanque hasta la zona de fondo del tanque y
- 45 en la que el sistema de distribución de nitrógeno incluye, además, unos medios de regulación de presión para regular la presión que reina en la barrera de aislamiento primario y la barrera de aislamiento secundario de las paredes del tanque por medio de las conducción de distribución primaria y secundaria.
- 50 10. Obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el gas trazador se selecciona de entre el argón, el helio y sus mezclas.
11. Obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el depósito de gas trazador (41, 141) está fijado de manera amovible al dispositivo de escape primario o secundario.
- 55 12. Procedimiento de explotación de una obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 11, que incluye:  
inyectar el gas trazador a través de uno de los dispositivos de escape primario y secundario (25, 125, 35, 135) en el espacio primario o secundario de la torreta (15, 221) de la obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 11, sin rebasar la presión de apertura de la espita de sobrepresión primaria o secundaria,  
detectar el gas trazador a través del otro de los dispositivos de escape primario y secundario (25, 125, 35, 135) en el espacio primario o secundario de la torreta y diagnosticar una fuga en la barrera de estanquidad secundaria

(11, 211) de la pared superior de tanque y/o en la pared de separación (111, 60, 61) de la torreta en respuesta a la detección del gas trazador.

- 5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que el gas trazador se inyecta en el espacio secundario a través del dispositivo de escape secundario (35, 135) y se detecta en el espacio primario a través del dispositivo de escape primario (25, 125), incluyendo el procedimiento, además:  
mantener una presión total más elevada en el espacio secundario (110, 210) que en el espacio primario (112, 212) por inyección de nitrógeno gaseoso en el espacio secundario, sin rebasar la presión de apertura de la espita de sobrepresión secundaria.
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que la etapa de diagnosticar una fuga incluye una de las mediciones seleccionada en el grupo que consiste en registrar la presencia de una fuga, medir una cantidad o una concentración del gas trazador para determinar un flujo de la fuga y mediar un retardo temporal entre la inyección y la detección del gas trazador para determinar una posición de la fuga.
- 15 15. Procedimiento de carga o descarga de una obra flotante (70) según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se dirige gas licuado a través de unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) hacia o desde el tanque estanco y térmicamente aislante (71) de la obra flotante según una de las reivindicaciones 1 a 11.
- 20 16. Sistema de transferencia para gas licuado a baja temperatura, incluyendo el sistema una obra flotante (70) según una de las reivindicaciones 1 a 11, unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas de manera que se conecte el tanque estanco y térmicamente aislante (71) a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) 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 buque.

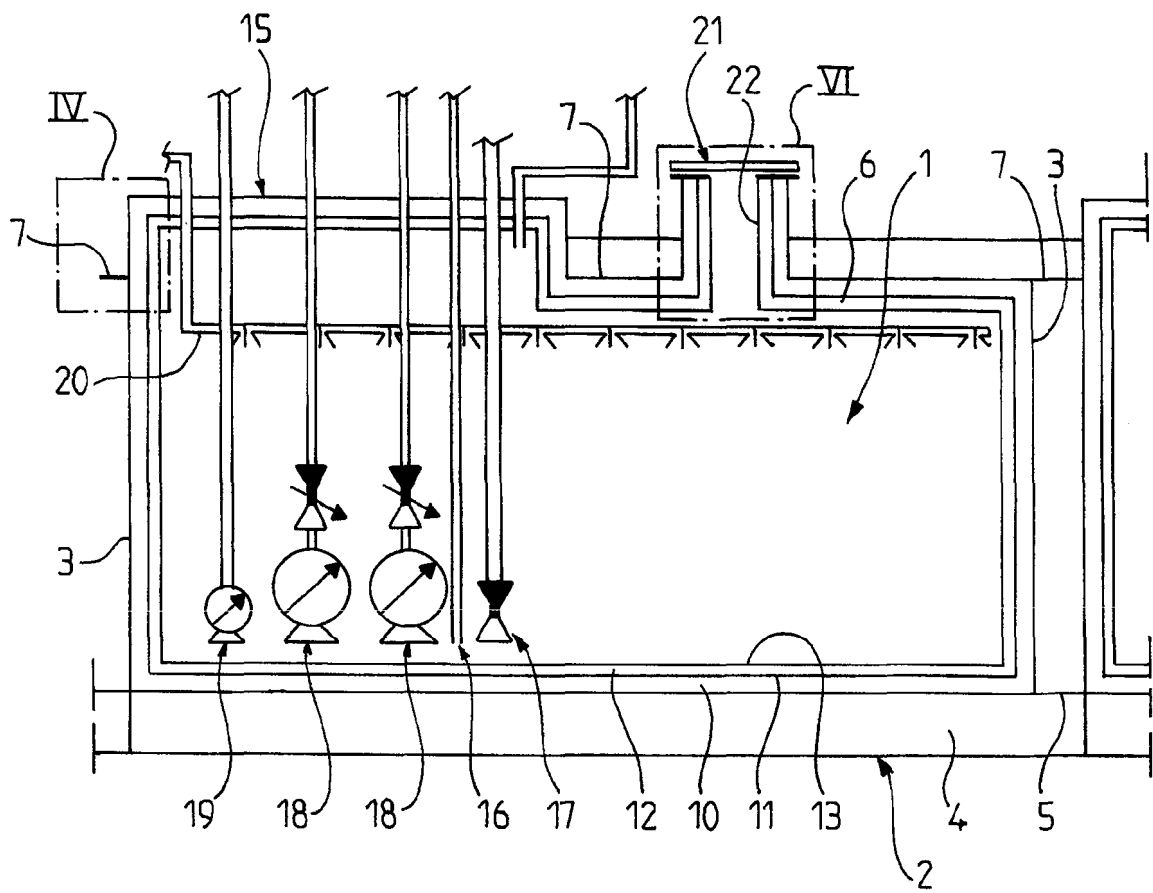


FIG.1

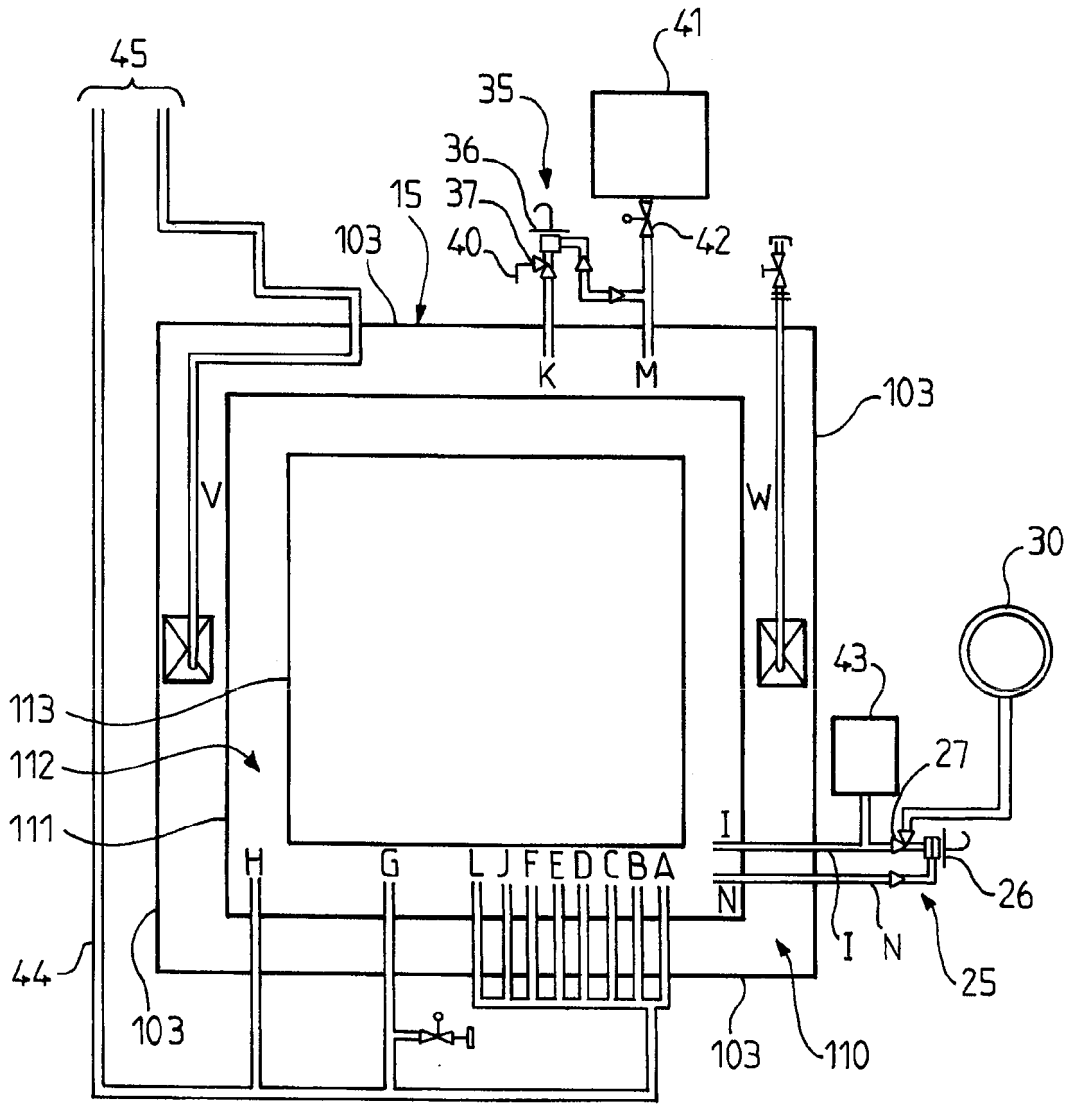


FIG. 2

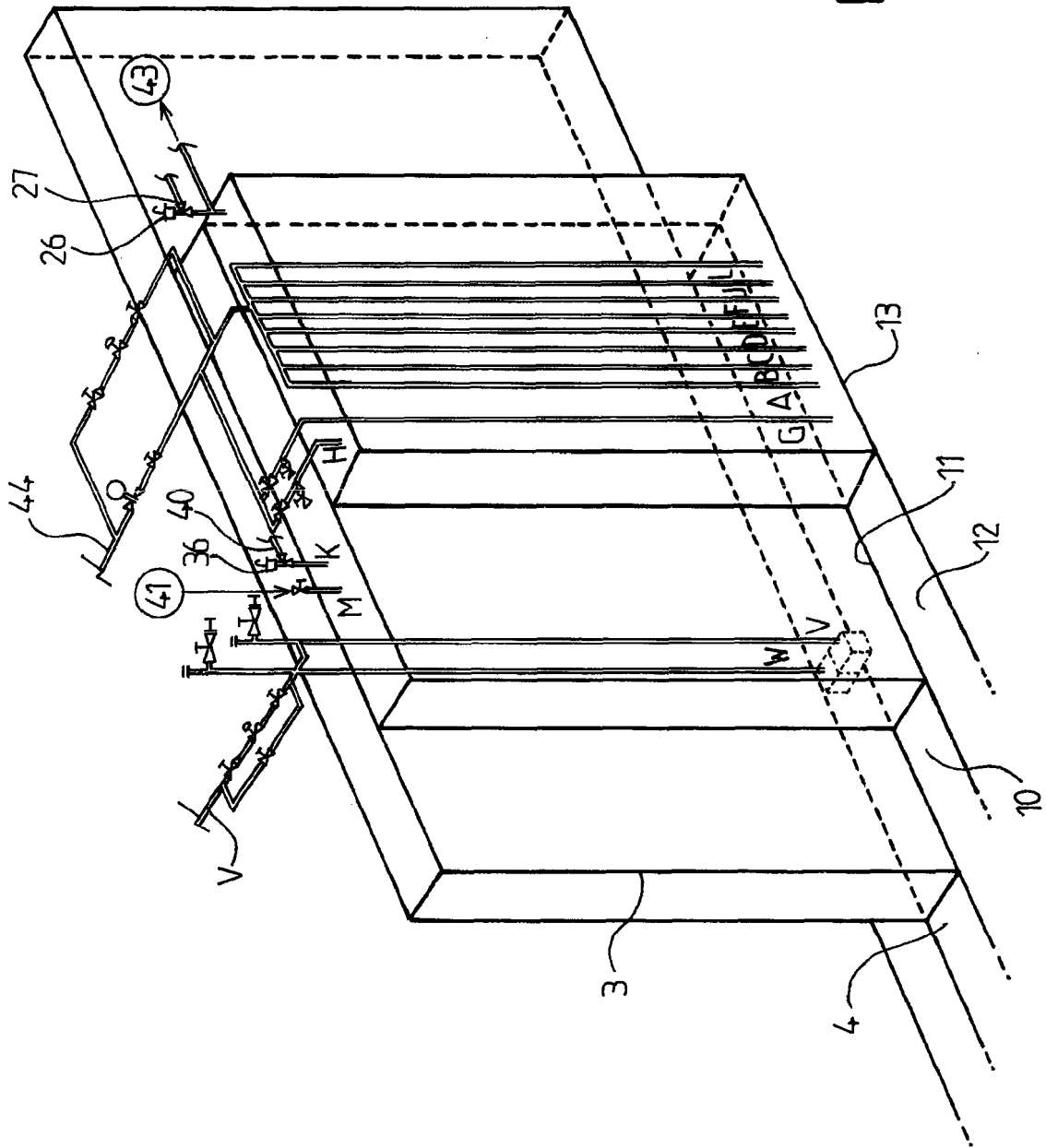


FIG. 3



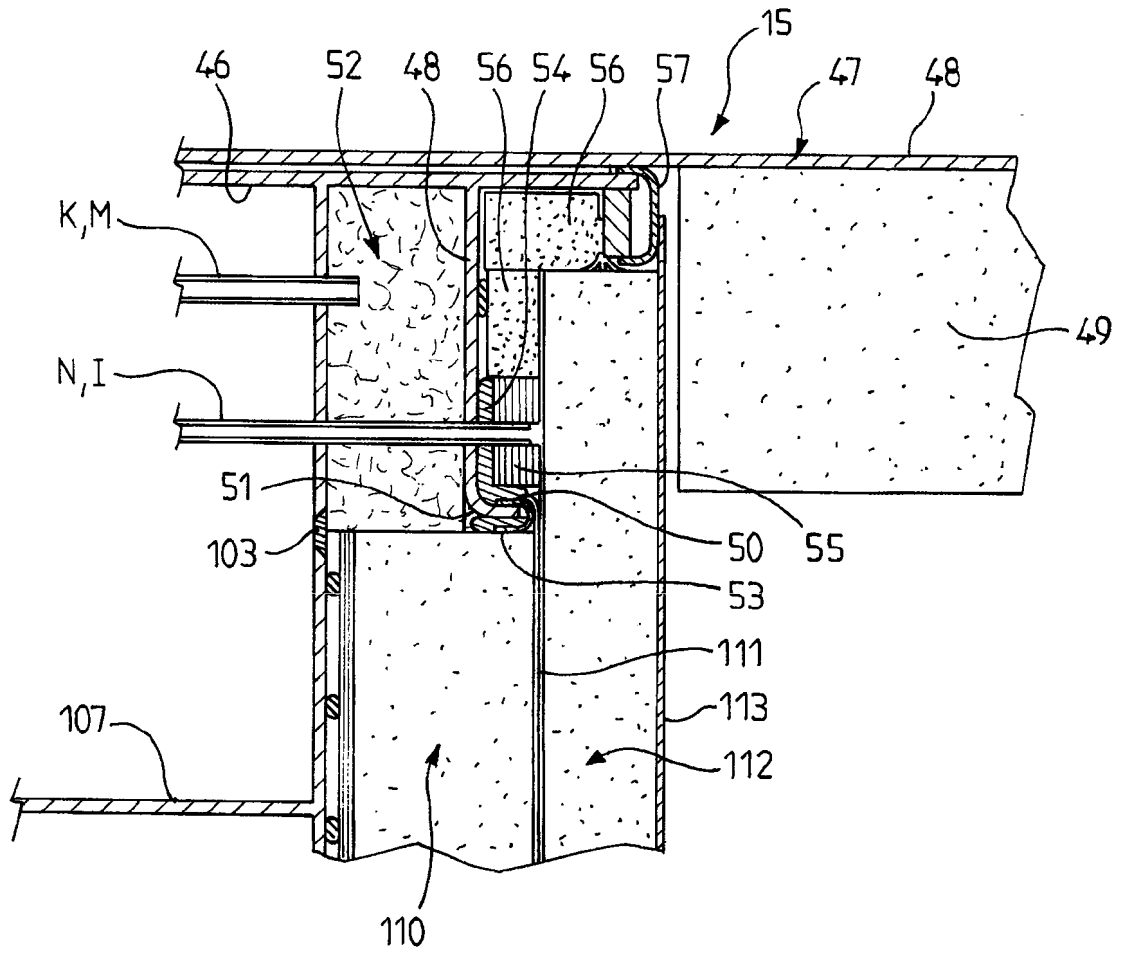


FIG.4

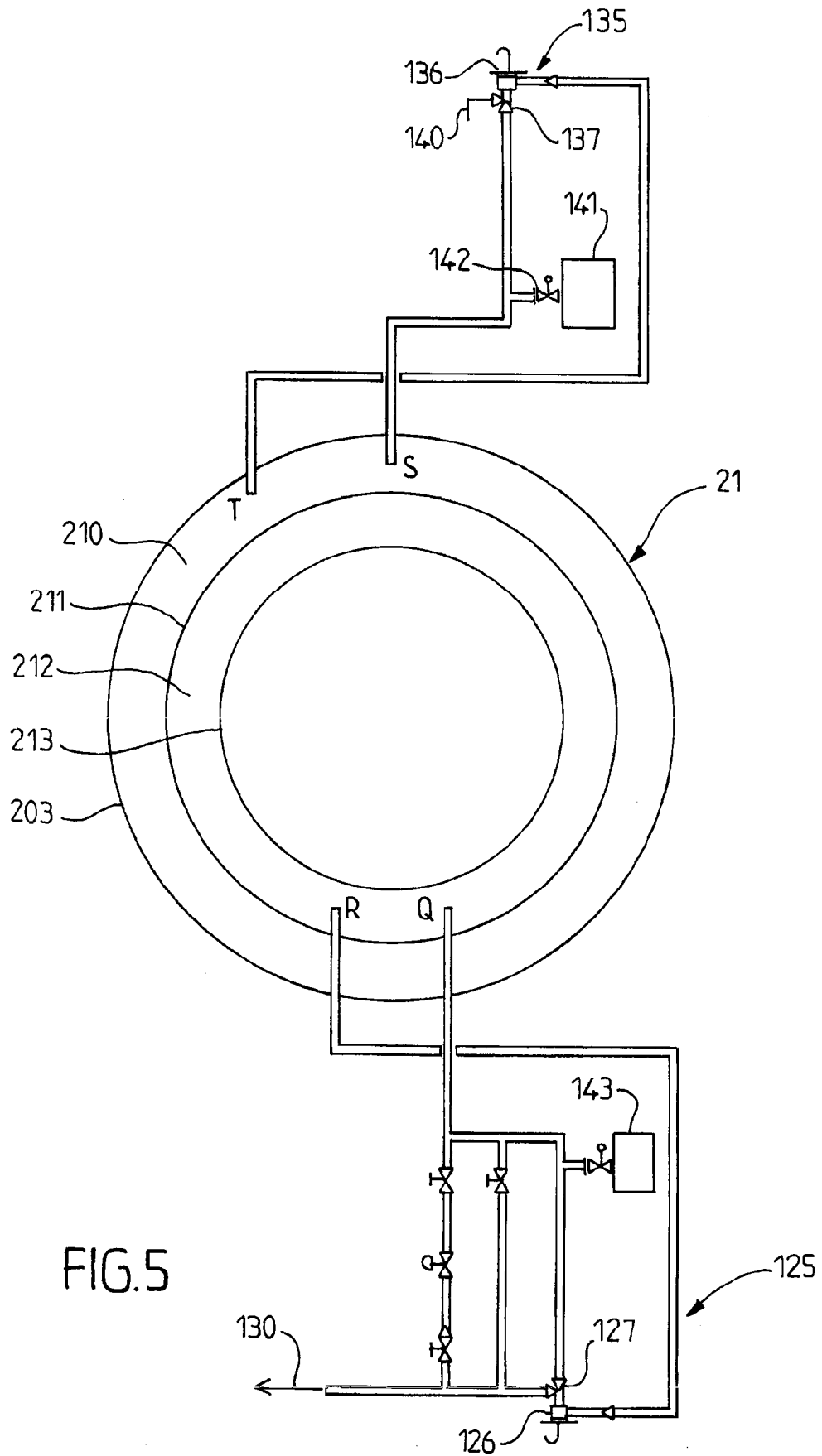


FIG.5

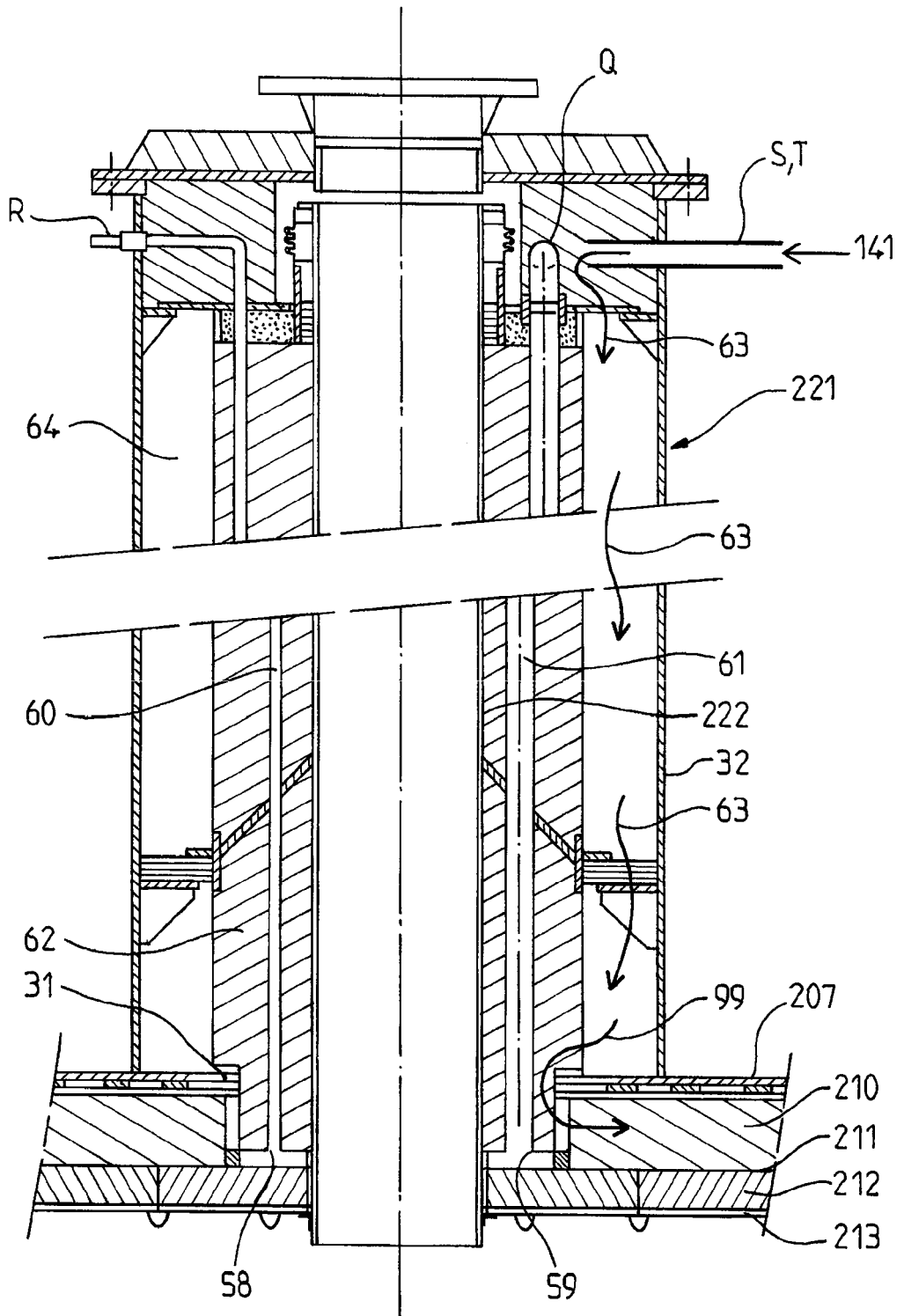


FIG. 6

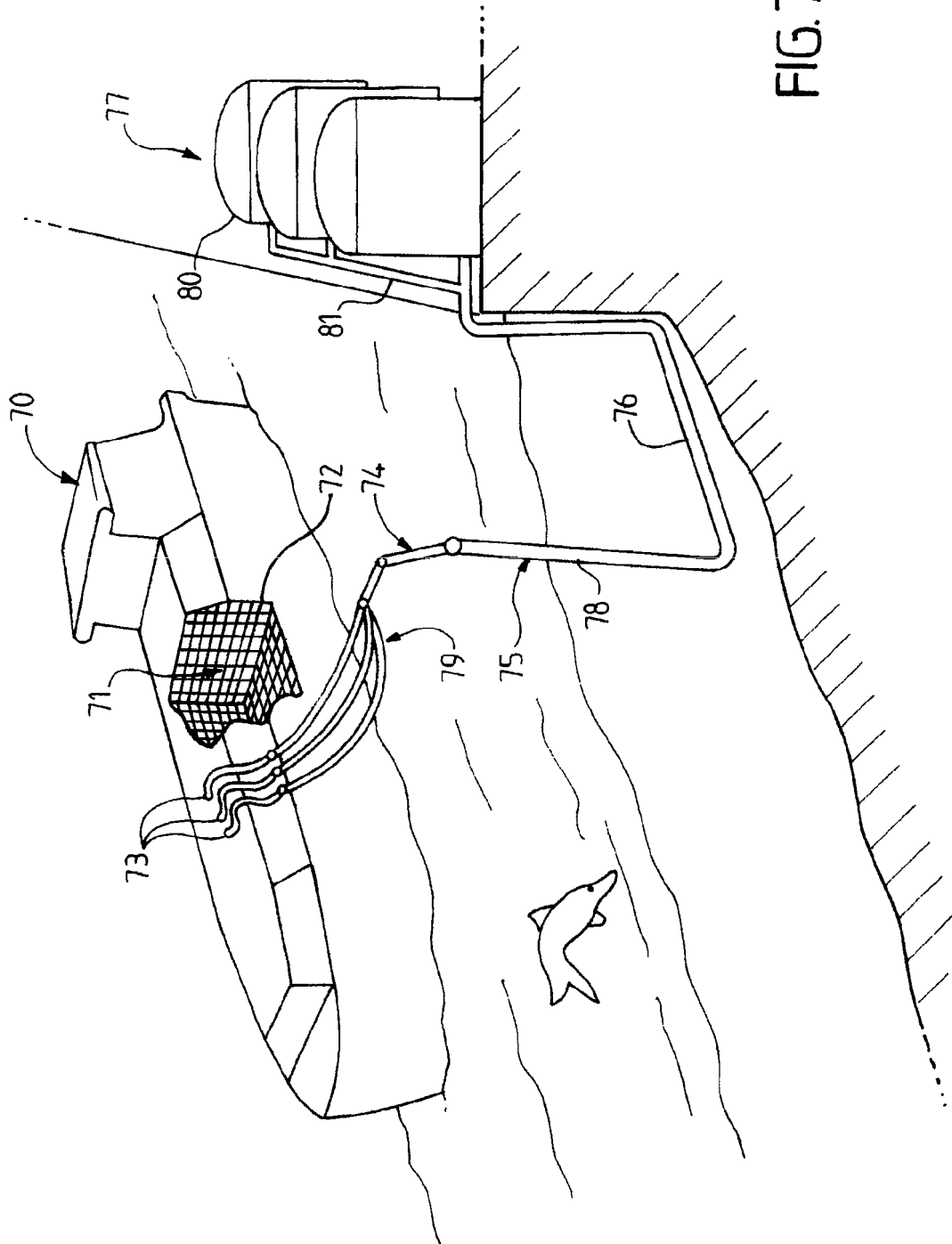


FIG.7