

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 624**

51 Int. Cl.:

**F17C 1/12** (2006.01)

**F17C 1/00** (2006.01)

**F17C 13/00** (2006.01)

**F17C 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2007 E 07017905 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 1956285**

54 Título: **Producto para tratar el vapor de gas en un transporte de GNL**

30 Prioridad:

**12.02.2007 KR 20070014405**

**30.04.2007 KR 20070042103**

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

**05.06.2019**

73 Titular/es:

**DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE  
ENGINEERING CO., LTD (100.0%)  
140 Daa-dong Jung-gu  
Seoul 100-180, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, JUNG HAN;  
MOON, YOUNG SIK;  
CHOI, JUNG HO;  
HAN, SUNG KON y  
CHOI, DONG KYU**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 715 624 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para tratar el vapor de gas en un transporte de GNL

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para tratar vapor de gas en un transporte de GNL. En particular, a un procedimiento para establecer una válvula de seguridad provista en un tanque de almacenamiento de GNL.

*Breve descripción de las figuras*

- Figura 1: vista esquemática que ilustra el concepto de la absorción de calor a la entrada de un tanque de almacenamiento de GNL en un transporte de GNL.
- Figura 2: diagrama esquemático que ilustra un tanque de almacenamiento de GNL en un transporte de GNL.
- 10 Figura 3: diagrama esquemático que ilustra una configuración para tratar el vapor de gas (BOG) en una terminal de descarga utilizando un tanque de almacenamiento de GNL para un transportador de GNL.
- Figura 4: diagrama que ilustra el desperdicio de vapor de gas de un transportador de GNL que básicamente mantiene una presión casi constante en un tanque de almacenamiento de GNL de acuerdo con la técnica anterior.
- 15 Figura 5: diagrama que ilustra los tipos de operación de presión de un tanque de almacenamiento de GNL para un transportador de GNL según la presión del tanque de almacenamiento de GNL en una terminal de descarga de GNL durante el viaje del transporte de GNL cargado con GNL.
- Figura 6: diagrama que ilustra un método para la inyección de vapor de gas desde una parte superior de un tanque de almacenamiento de GNL hacia el GNL en una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL.
- 20 Figura 7: diagrama que ilustra un sistema para mostrar en tiempo real una presión máxima establecida permitida actualizada de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL, recibiendo los datos relevantes en tiempo real y procesando y calculando adecuadamente los datos durante el viaje.
- Figura 8: ilustra un medidor de flujo de gas combustible de un transporte de GNL.
- Figura 9: ilustra un medidor de flujo de gas combustible de un transporte de GNL convencional.
- 25 Figura 10: ilustra el suministro de vapor de gas después de ser comprimido a una parte inferior de un tanque de almacenamiento de GNL.
- Figura 11: diagrama esquemático que ilustra un sistema de suministro de gas combustible de un transporte de GNL.

*Descripción de los signos de referencia relativos a las partes principales de las figuras*

- |  |  |
|--|--|
| 1: Tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL | 2: Tanque de almacenamiento de GNL para una terminal de descarga |
| 3: Compresor   | 4: Re-condensador  |
| 5: Vaporizador   | P: Bomba de alta presión   |
| 11: Bomba de GNL   | 13: Espray de GNL  |
| 21: Vapor de gas (BOG) boquilla de inyección                 | 23: compresor de vapor de gas (BOG)                              |

*Descripción detallada de la invención*

30 *Objetivo de la invención*

*Campo técnico de la invención y descripción de la técnica anterior*

La presente invención se refiere a un método para tratar el vapor de gas de un transporte de GNL que tiene medios para tratar el vapor de gas (BOG) generado en un tanque de almacenamiento de GNL, en particular, a un método para establecer una válvula de seguridad prevista en un tanque de almacenamiento de GNL.

35 En general, el gas natural (GN) se convierte en un líquido (también llamado gas natural licuado o GNL) en una planta de licuefacción, se transporta a grandes distancias en un transporte de GNL y se gasifica de nuevo al pasar por una unidad flotante de almacenamiento y re-gasificación (FSRU) o una terminal de descarga en tierra para ser suministrado a los consumidores.

40 Cuando el GNL es transportado por un buque de regasificación de GNL (GNL-RV), el GNL se vuelve a gasificar en el propio GNL-RV, sin pasar por una FSRU o una terminal de descarga en tierra, y luego se suministra directamente a los consumidores.

Dado que la licuefacción del gas natural se produce a una temperatura criogénica de aproximadamente -163°C a presión ambiente, es probable que el GNL se vaporice incluso cuando la temperatura del GNL sea ligeramente superior a -163°C

a presión ambiente. En el caso de un transportador de GNL existente que tenga un tanque de almacenamiento de GNL aislado térmicamente, dado que el calor se transmite continuamente desde el exterior al GNL en el tanque de almacenamiento de GNL, el GNL se vaporiza continuamente y se genera vapor de gas en el tanque de almacenamiento de GNL durante el transporte del GNL por el transporte de GNL existente.

- 5 Si el vapor de gas se genera en un tanque de almacenamiento de GNL como se ha descrito anteriormente, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL aumenta y se vuelve peligrosa.

Convencionalmente, para mantener la presión constante en un tanque de almacenamiento de GNL en un transporte de GNL, el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL solía consumirse como combustible para la propulsión del transporte de GNL.

- 10 Es decir, un transporte de GNL existente para transportar GNL en estado líquido criogénico, que básicamente mantiene la temperatura del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL en aproximadamente  $-163^{\circ}\text{C}$  a presión ambiente, es decir, que básicamente mantiene la temperatura y la presión casi constantes del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL, durante el transporte del GNL, aplicaba como tratamiento del vapor de gas generado la descarga al exterior de dicho vapor de gas.

- 15 Un sistema de propulsión de turbina de vapor impulsado por el vapor generado en una caldera que quema el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL tiene el problema de una baja eficiencia de propulsión.

- Además, un sistema de propulsión eléctrica diésel de combustible dual que el utiliza el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL como combustible para un motor diésel después de comprimir el vapor de gas, tiene mayor eficiencia de propulsión que el sistema de propulsión de turbina de vapor, pero presenta dificultades de mantenimiento debido a la complicada integración de un motor diésel de velocidad media y una unidad de propulsión eléctrica en el sistema. Además, este sistema, que debe suministrar vapor de gas como combustible, está obligado a emplear un método de compresión de gas que requiere grandes costes de instalación y operación que un método de compresión de líquidos.
- 20

- Además, tal método convencional que utiliza vapor de gas como combustible para la propulsión no logra la eficiencia de un motor diésel de dos tiempos de velocidad lenta, como los utilizados en los buques ordinarios.
- 25

También hay un método para re-licuar el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL y devolver el vapor de gas licuado al tanque de almacenamiento de GNL. Sin embargo, este método de re-licuefacción del vapor de gas tiene el problema de implicar instalar una planta de re-licuefacción de vapor de gas complicada en el transporte de GNL.

- 30 Además, cuando la cantidad de vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL excede la capacidad de un sistema de propulsión o de una planta de re-licuefacción de vapor de gas, el vapor de gas en exceso debe ser quemado por una unidad de combustión de gas. En consecuencia, dicho método tiene el problema de necesitar una unidad auxiliar, tal como una unidad de combustión de gas, para tratar el exceso de vapor de gas.

- Por ejemplo, como se ilustra en la Fig. 4, en caso de un transporte de GNL existente que básicamente mantiene una presión casi constante en el tanque de almacenamiento de GNL, el tanque de almacenamiento de GNL está algo caliente durante la primera vez (de 3 a 5 días después de la carga del GNL). En consecuencia, como se indica con la línea continua de la parte superior del diagrama, se genera una cantidad considerablemente grande de vapor de gas en exceso en comparación con la cantidad de vapor de gas natural (NBOG) durante el transporte del GNL y este vapor de gas en exceso supera la cantidad de combustible consumido por una caldera o por un sistema de propulsión dual eléctrica diésel.
- 35

- Así, debe quemarse en una unidad de combustión de gas (GCU) la cantidad de vapor de gas correspondiente a las líneas oblicuas, que muestran una diferencia con la línea de puntos en la parte inferior del diagrama que ilustra la cantidad de vapor de gas utilizada en una caldera o motor. Además, cuando un transporte de GNL atraviesa un canal (por ejemplo, entre los días 5 y 6 en la Fig. 4), debido a que no se consume vapor de gas en la caldera o motor (cuando el transporte de GNL está esperando para entrar en un canal) o a que se consume una pequeña cantidad de vapor de gas (cuando el transportador de GNL pasa por el canal), el vapor de gas en exceso que no se ha consumido para la propulsión del motor debe quemarse. Además, incluso cuando el transporte de GNL con GNL cargado está esperando para entrar en el puerto o está entrando en el puerto, no se consume ni una pequeña cantidad de vapor de gas y, por tanto, se debe quemar el vapor de gas en exceso.
- 40
- 45

- En el caso de un transporte de GNL que tiene una capacidad de  $150.000\text{ m}^3$ , el vapor de gas quemado descrito anteriormente equivale a 1.500 a 2.000 toneladas por año, con un coste de aproximadamente 700.000 dólares, y la quema de vapor de gas plantea un problema de contaminación ambiental.
- 50

Las Publicaciones de Patentes Coreanas públicas números KR 2001-0014021, KR 2001-0014033, KR 2001-0083920, KR 2001-0082235 y KR 2004-0015294 describen técnicas para suprimir la generación de vapor de gas en un tanque de almacenamiento de GNL manteniendo la presión del vapor de gas en el tanque de almacenamiento de GNL a una presión alta, de aproximadamente 200 bar (presión manométrica), sin instalar una pared de aislamiento térmico en el tanque de almacenamiento de GNL, a diferencia del tanque de baja presión descrito anteriormente. Sin embargo, este tanque de almacenamiento de GNL debe tener un grosor significativamente alto para almacenar vapor de gas a tal presión alta, de aproximadamente 200 bar, y por tanto presenta problemas en cuanto al aumento del coste de fabricación y la necesidad de componentes adicionales, como un compresor de alta presión, para mantener la presión del vapor de gas en aproximadamente 200 bar. También existe una técnica conocida como tanque de presión, que es diferente de la técnica mencionada anteriormente. Dado que se almacena líquido altamente volátil en un tanque de súper alta presión a temperatura ambiente, este tanque de súper alta presión no tiene el problema del tratamiento del vapor de gas, pero tiene otros problemas, ya que el tanque no puede ser grande, lo que incrementa los costes de fabricación.

Como se indicó anteriormente, convencionalmente, un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL que mantiene la presión del líquido criogénico constante cerca de la presión ambiental durante el transporte del GNL y permite generar vapor de gas, tiene el problema de consumir gran cantidad de vapor de gas o de la instalación de un aparato de re-licuefacción adicional. Además, un método para transportar GNL utilizando un tanque, tal como un tanque de presión, que soporta una presión alta a una temperatura algo alta, a diferencia de un tanque que transporta dicho líquido criogénico a presión atmosférica baja, no necesita tratar el vapor de gas, pero tiene una limitación en cuanto al tamaño del tanque y requiere un alto coste de fabricación.

En el documento WO2005/003621 se muestra un tanque de almacenamiento de GNL. El tanque de almacenamiento de GNL se utiliza para transportar GNL. El tanque de almacenamiento de GNL está provisto de una válvula de seguridad. La válvula de seguridad se encuentra en la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL.

Un objeto de la invención es proporcionar un método para permitir reducir el desperdicio de vapor de gas, en particular durante el transporte de GNL.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método para establecer una válvula de seguridad provista en un tanque de almacenamiento de GNL como se define en la reivindicación 1.

Otras características ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Se proporciona un tanque de presión algo alta (cerca a la presión ambiente) para transportar GNL en un estado líquido criogénico. Se proporciona un tanque de almacenamiento de GNL que tiene una gran capacidad, que se puede fabricar sin aumentar el coste de fabricación y que puede reducir el desperdicio de vapor de gas, así como un método para transportar GNL o un método para tratar el vapor de gas utilizando dicho tanque de almacenamiento de GNL.

Se proporciona un tanque de almacenamiento de GNL de cierta alta presión (cerca de la presión ambiente) para transportar GNL en un estado líquido criogénico, caracterizado porque se permite cierto grado de cambio en la presión en el tanque de almacenamiento de GNL durante el transporte del GNL.

En un transporte de GNL que tiene tratamiento de vapor de gas, se proporcionan medios para tratar el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL, un transporte de GNL y un método caracterizado porque la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL y la temperatura del GNL puede aumentar durante el transporte del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL.

En general, son conocidos los siguientes métodos como medios para tratar el vapor de gas: usar el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL en una caldera (por ejemplo una caldera de propulsión de turbina de vapor); usar el vapor de gas como combustible de un motor a gas, como DFDE y MEGI; usar el vapor de gas en una turbina de gas; y re-licuar el vapor de gas y devolver el vapor de gas re-licuado al tanque de almacenamiento de GNL (ver la Publicación de Patente Coreana Núm. 2004-0046836, Registros de Patentes Coreanas N°. 0489804 y 0441857 y la Publicación del Modelo de Utilidad Coreano N° 2006-0000158). Estos métodos tienen el problema de desperdiciar el vapor de gas en un medio de combustión de vapor de gas tal como una unidad de combustión de gas (GCU), superando el exceso de vapor de gas la capacidad de un medio de tratamiento general del vapor de gas (por ejemplo, después de la carga del GNL), o no pudiendo tratarse el vapor de gas cuando el vapor de gas no puede ser tratado por los medios de tratamiento de vapor de gas, por ejemplo cuando el transporte de GNL entra o sale del puerto y cuando atraviesa un canal.

La presente invención tiene la ventaja de eliminar tales residuos de vapor de gas mejorando la flexibilidad en el tratamiento del vapor de gas. El transporte de GNL puede no requerir una GCU o puede requerir una GCU para mejorar la flexibilidad del tratamiento o del manejo del vapor de gas en una emergencia.

El transporte de GNL está equipado con medios de tratamiento de vapor de gas, como una caldera, un aparato de re-licuefacción y un motor de gas, para tratar el vapor de gas generado en un tanque de almacenamiento de GNL mediante la descarga del vapor de gas fuera del tanque de almacenamiento de GNL.

5 En un método para controlar una válvula de seguridad provista en una parte superior de un tanque de almacenamiento de GNL en un transporte de GNL, se proporciona un método para configurar la válvula de seguridad caracterizado porque la presión establecida de la válvula de seguridad durante la carga del GNL difiere de la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje del transporte de GNL. También se proporciona una válvula de seguridad, un tanque de almacenamiento de GNL y un transporte de GNL con dicha característica.

10 Convencionalmente, la presión en un tanque de almacenamiento de GNL se manejaba de forma segura instalando una válvula de seguridad en la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL en el transporte de GNL que transporta el GNL en estado líquido criogénico. Algunos métodos conocidos para manejar de manera segura la presión en un tanque de almacenamiento de GNL son: protegerse contra una posible explosión de un tanque de almacenamiento de GNL mediante una válvula de seguridad; y tratar el vapor de gas generado desde el tanque de almacenamiento de GNL, después de cargar el GNL, mediante los métodos mencionados anteriormente, incluyendo el uso del vapor de gas para una caldera (por ejemplo una caldera de propulsión de turbina de vapor), utilizando el vapor de gas como combustible de un motor de gas, como DFDE y MEGl, usando el vapor de gas para una turbina de gas, y volviendo a licuar el vapor de gas y devolviéndolo re-licuado al tanque de almacenamiento de GNL. Estos métodos tienen el problema de que se desperdicia vapor de gas en el medio de combustión de vapor de gas, tal como una GCU para el exceso de vapor de gas que supera la capacidad de un medio de tratamiento de vapor de gas general después de cargar el GNL en un transporte de GNL, o el problema del gas de combustión cuando el transporte de GNL entra o sale del puerto y cuando pasa por un canal. La presión en el tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL se mantiene dentro de un rango predeterminado mediante tales métodos.

25 En tal transportador de GNL, cuando el valor establecido de la válvula de seguridad es de 0,25 bar, se carga con GNL un máximo de aproximadamente el 98% de la capacidad total del tanque de almacenamiento de GNL y el 2% restante se mantiene como espacio vacío. Si se carga con GNL más del 98% de la capacidad total del tanque de almacenamiento de GNL, cuando la presión del tanque de almacenamiento de GNL alcanza 0,25 bar, el GNL del tanque de almacenamiento de GNL puede desbordarse desde la bóveda en la parte superior del mismo. Si se permite aumentar la presión de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL continuamente después de cargar el GNL, incluso cuando se carga una pequeña cantidad de GNL, el GNL del tanque de almacenamiento de GNL puede desbordarse debido a la expansión del GNL causada por un aumento de su temperatura a la presión de ajuste de la válvula de seguridad. Por ejemplo, se ha encontrado que, cuando la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL es de 0,7 bar, incluso si se carga con GNL al 97% de la capacidad total del tanque de almacenamiento de GNL, el GNL del tanque de almacenamiento de GNL puede desbordarse. Esto resulta directamente en la reducción de la cantidad de GNL a cargar.

35 Por consiguiente, en lugar de fijar uniformemente la presión de ajuste de una válvula de seguridad provista en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL a una presión algo alta cercana a la presión ambiental, es posible reducir el desperdicio de vapor de gas o aumentar la flexibilidad del tratamiento del mismo sin reducir la carga inicial de GNL, fijando la presión establecida de una válvula de seguridad a una presión más baja, por ejemplo 0,25 bar, como en un transporte de GNL existente, durante la carga del GNL y luego aumentar la presión de ajuste de la válvula de seguridad, cuando la cantidad de GNL del tanque de almacenamiento de GNL se reduce utilizando el vapor de gas (por ejemplo usando el vapor de) gas como combustible para una caldera o motor) después de que el transporte de GNL comience el viaje. La presente invención, si se aplica a un transporte de GNL equipado con medios de tratamiento de vapor de gas (por ejemplo una caldera, un aparato de re-licuefacción o un motor de gas) para tratar el vapor de gas generado por un tanque de almacenamiento de GNL, la descargan del vapor de gas al exterior del tanque de almacenamiento de GNL tiene gran efecto en la eliminación de los residuos de vapor de gas.

45 La presión de ajuste de la válvula de seguridad se incrementa después de que la cantidad de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL se reduce descargando el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL al exterior del mismo: preferiblemente la presión de ajuste durante la carga del GNL se establece en 0,25 bar o menos; y la presión durante el viaje del transporte de GNL se establece desde más alta que 0,25 bar a 2 bar, y más preferiblemente desde más alta que 0,25 bar a 0,7 bar. Aquí, la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje de un transporte de GNL puede aumentar gradualmente, por ejemplo de 0,4 bar a 0,7 bar, según la cantidad de vapor de gas utilizado de acuerdo con las condiciones del viaje.

55 En consecuencia, en la presente descripción, la expresión "durante el viaje de un transporte de GNL" significa que el volumen de GNL en un tanque de almacenamiento de GNL se reduce en cierta medida por el uso de alguna cantidad de vapor de gas después de que el transporte de GNL inicie el viaje cargado con GNL. Por ejemplo, es deseable establecer la presión de ajuste de la válvula de seguridad en 0,25 bar cuando el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL es el 98,5%, a 0,4 bar cuando el volumen de GNL es el 98,0%, 0,5 bar cuando el volumen del GNL es el 97,7% y 0,7 bar cuando el volumen de GNL es el 97,1%.

## ES 2 715 624 T3

5 Se proporciona un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL, para transportar GNL en un estado líquido criogénico, caracterizado porque la presión de ajuste de una válvula de seguridad provista en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL se establece en desde más de 0,25 bar a 2 bar, preferiblemente de más de 0,25 bar a 0,7 bar y más preferiblemente a aproximadamente 0,7 bar. Se proporciona un método para configurar una válvula de seguridad, un tanque de almacenamiento de GNL y un transporte de GNL con dicha característica técnica.

10 Dado que este método tiene problemas del gran desperdicio de vapor de gas y del aumento del coste de fabricación de un transporte de GNL, se resuelve aumentando el valor de la presión establecido de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento de GNL, permitiendo así aumentos de presión y de la temperatura del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL durante el viaje de un transporte de GNL, desde después de la carga del GNL hasta antes de su descarga.

15 Se proporciona un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL, para transportar GNL en un estado líquido criogénico, caracterizado porque la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL se controla para estar cercana a la presión ambiente y porque la presión de vapor del GNL y la presión del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL se pueden aumentar durante el transporte del GNL. El tanque de almacenamiento de GNL también se caracteriza porque la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL varía de más de 0,25 bar a 2 bar, preferiblemente de más de 0,25 bar a 0,7 bar y con mayor preferencia es de aproximadamente 0,7 bar. Además, el tanque de almacenamiento de GNL se caracteriza porque el vapor de gas en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL se mezcla con el GNL en una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL para mantener una distribución de temperatura uniforme del GNL en el tanque de almacenamiento. Por un lado, dado que es probable que se vaporice más GNL cuando la temperatura de una parte del tanque de almacenamiento de GNL sea mayor que la de la otra parte del mismo, es deseable mantener una distribución de temperatura uniforme del GNL o del vapor de gas en el tanque de almacenamiento de GNL. Por otro lado, como el vapor de gas en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL tiene una capacidad calorífica menor que el GNL en la parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL, un fuerte aumento local de la temperatura en la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL por la entrada de calor desde el exterior al tanque de almacenamiento de GNL puede resultar en un aumento brusco de la presión en dicho tanque. El fuerte aumento de la presión en el tanque de almacenamiento de GNL se puede evitar mezclando el vapor de gas de la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL con el GNL de la parte inferior del tanque.

30 La presión de vapor en un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL se puede controlar de forma que coincida con la presión de un tanque de almacenamiento de GNL para recibir el GNL en una terminal de GNL. Por ejemplo, en caso de que la presión en el tanque de almacenamiento de GNL para recibir el GNL en una terminal de descarga de GNL, GNL-RV o FSRU, sea alta (por ejemplo aproximadamente de 0,4 a 0,7 bar), la presión en el tanque de almacenamiento de GNL en el transporte de GNL aumenta continuamente durante su viaje; en caso de que la presión en el tanque de almacenamiento de GNL sea baja (aproximadamente 0,2 bar), gracias a la recepción de GNL en una terminal de descarga de GNL como en la técnica anterior, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL para el transporte de GNL puede coincidir con la presión en el tanque de almacenamiento recibir el GNL utilizando la flexibilidad del tratamiento del vapor de gas, reduciendo el desperdicio de vapor de gas.

35 Se proporciona un método para transportar GNL en un estado líquido criogénico que tiene dicha característica técnica y un transportador de GNL que tiene dicho tanque de almacenamiento de GNL.

40 En particular, el tanque de almacenamiento de GNL de membrana que tiene una presión algo alta cercana a la presión ambiental para transportar GNL en un estado líquido criogénico se caracteriza porque se permite cierto grado de cambio en la presión en el tanque de GNL durante su transporte. El tanque de membrana es un espacio de carga de un tanque de GNL como se define en el Código IGC (2000). Más específicamente, un tanque de membrana es un tanque no autoportante que tiene una pared de aislamiento térmico formada en un cuerpo y que tiene una membrana en una parte superior del tanque. En la presente solicitud, el tanque de membrana se utiliza incluyendo un tanque de semi-membrana. Ejemplos de tanque de membrana son GTT NO 96-2 y Mark III, como se describe a continuación, y los tanques descritos en las patentes coreanas nº 499710 y 644217.

45 Un tanque de membrana se puede diseñar para soportar una presión de hasta 0,7 bar (presión manométrica) reforzando el tanque, pero generalmente se prescribe que un tanque de membrana debe estar diseñado para tener una presión que no exceda 0,25 bar. Todos los tanques de membrana existentes cumplen esta regulación y se controlan de manera que la presión de vapor en el tanque sea de 0,25 bar o inferior y que la temperatura y la presión del GNL sean casi constantes durante el viaje. Por el contrario, a una presión de 0,25 bar o superior, preferiblemente superior a 0,25 bar a 2 bar o menos, y más preferiblemente de más de 0,25 bar a 0,7 bar o menos, se permite aumentar la presión en el tanque y la temperatura del GNL. Además, el método para tratar el vapor de gas el uso del tanque de almacenamiento de GNL es mantener una distribución de temperatura uniforme en el tanque de almacenamiento de GNL.

55 Se proporciona un transporte de GNL grande, y un transporte de GNL que tiene una capacidad de almacenamiento de GNL de preferiblemente 100.000 m<sup>3</sup> o más. En caso de un transporte de GNL con una gran capacidad, para fabricar el

tanque de almacenamiento de GNL en un tanque de alta presión, los costes de fabricación aumentan considerablemente debido al aumento del grosor del tanque. En el caso de fabricar un tanque con una presión relativa de aproximadamente 1 bar, cerca de la presión atmosférica, los costes de fabricación no aumentan considerablemente y también el tanque puede transportar GNL, soportando sustancialmente la presión generada por el vapor de gas y sin tratarlo.

5 El tanque de almacenamiento de GNL es aplicable a un transporte de GNL, a una unidad flotante y de regasificación de GNL (FSRU), a un terminal de descarga en tierra y a un dispositivo de regasificación de GNL (GNL-RV), etc. El tanque tiene la ventaja de reducir el desperdicio de vapor de gas, permitiendo el aumento de la presión y de la temperatura en el tanque de almacenamiento de GNL y resolviendo el problema de tratar el vapor de gas y aumentando la flexibilidad en el tratamiento del GNL, como su transporte y almacenamiento, ya que es posible almacenar el GNL en todos los tipos citados de tanques de almacenamiento de GNL durante mucho tiempo, teniendo en cuenta la demanda de GNL.

10 La Fig. 1 muestra el concepto de la absorción de la entrada del calor en un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL. En la técnica anterior, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL se mantiene dentro de un rango predeterminado y, en consecuencia, la mayor parte de la entrada de calor desde el exterior al tanque de almacenamiento de GNL contribuye a generar vapor de gas, que debe ser tratado en el transporte de GNL. Por el contrario, se permite aumentar la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL, lo que aumenta la temperatura de saturación y, por tanto, la mayor parte del calor es absorbido por la sensibilidad al aumento de calor del GNL o gas natural (NG) del tanque de almacenamiento, que se debe al aumento de la temperatura de saturación, lo que reduce notablemente la generación de vapor de gas. Por ejemplo, cuando la presión del tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL aumenta a 0,7 bar desde una presión inicial de 0,06 bar, la temperatura de saturación aumenta en aproximadamente 6 K.

15 La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL. En un tanque de almacenamiento de GNL (1) de un transporte de GNL con una pared de aislamiento térmico, en caso de que el GNL se cargue normalmente, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL (1) es de aproximadamente 0,06 bar (presión manométrica) cuando el transporte de GNL comienza el viaje, aumentando la presión gradualmente debido a la generación de vapor de gas durante el viaje del transporte de GNL. Por ejemplo, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL (1) en el transporte de GNL es de 0,06 bar justo después de cargar el GNL en el tanque de almacenamiento (1) en la localización donde se produce el GNL y puede aumentar hasta a 0,7 bar cuando el transporte de GNL llega a su destino después de aproximadamente 15-20 días de viaje.

25 Con respecto a la temperatura, un GNL que generalmente contiene muchas impurezas tiene un punto de ebullición más bajo que un líquido de metano puro. El metano puro tiene un punto de ebullición de aproximadamente -161°C a 0,06 bar y un GNL para el transporte que contiene impurezas, como nitrógeno, etano, etc., tiene un punto de ebullición de aproximadamente -163°C. Con respecto al metano puro, el GNL de un tanque de almacenamiento de GNL después de cargarse en el mismo tiene una temperatura de aproximadamente -161°C a 0,06 bar. Si la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL se controla para ser de 0,25 bar, teniendo en cuenta la distancia a transportar y el consumo de vapor de gas, la temperatura del GNL se incrementa a aproximadamente -159°C; si la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL se controla para ser de 0,7 bar, la temperatura del GNL es de aproximadamente -155°C; si la presión de vapor en el tanque de almacenamiento de GNL se controla para ser de 2 bar, la temperatura del GNL se incrementa hasta aproximadamente -146°C.

30 El tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL comprende una pared de aislamiento térmico y está diseñado teniendo en cuenta el aumento de presión causado por la generación de vapor de gas. Es decir, el tanque de almacenamiento de GNL está diseñado para tener una resistencia suficiente para soportar el aumento de presión causado por la generación de vapor de gas. Por consiguiente, el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL (1) para un transporte de GNL se acumula en el mismo durante el viaje del transporte.

35 El tanque de almacenamiento de GNL (1) para un transporte de GNL comprende preferiblemente una pared de aislamiento térmico y está diseñado para soportar una presión de más de 0,25 bar a 2 bar (presión manométrica) y preferentemente una presión de 0,6 a 1,5 bar (presión manométrica). Teniendo en cuenta la distancia a transportar el GNL y el actual Código IGC, es conveniente diseñar el tanque de almacenamiento de GNL para soportar una presión de más de 0,25 bar a 0,7 bar, en particular de aproximadamente 0,7 bar. Sin embargo, el que la presión sea demasiado baja no es deseable cuando la distancia a transportar el GNL es demasiado corta y también una presión demasiado alta dificulta la fabricación del tanque de almacenamiento de GNL.

40 Además, dado que el tanque de almacenamiento de GNL (1) para un transporte de GNL puede conseguirse de forma suficiente diseñando un tanque de almacenamiento de GNL (1) de forma que tenga un gran grosor en un diseño inicial, o simplemente reforzando adecuadamente un GNL genérico existente, el tanque de almacenamiento para un transporte de GNL al que se añade un refuerzo sin realizar un gran cambio en el diseño de un tanque almacenamiento de GNL ya existente es económico en a la vista del coste de fabricación.

Son conocidos en la técnica relacionada diversos tanques de almacenamiento de GNL convencionales para transportes de GNL que cuentan con una pared de aislamiento térmico, tal como se describe a continuación. En consecuencia, la pared de aislamiento térmico se omite en la Fig. 1.

5 El tanque de almacenamiento de GNL instalado en un transporte de GNL se puede clasificar en un tanque de tipo independiente y un tanque de tipo membrana, y se describe en detalle a continuación.

Se cambió el nombre de GT y TGZ a GTT NO 96-2 y GTT Mark III en la Tabla 1 a continuación, respectivamente, cuando la Corporación Gaz Transport (GT) y la Corporación Technigaz (TGZ) se incorporaron a la Corporación GTT (Gaztransport & Technigaz) en 1995.

Tabla 1 Clasificación de los tanques de almacenamiento de GNL

	Tipo membrana		Tipo independiente	
	GTT Mark III	GTT NO 96-2	MOSS	IHI-SPB
Material del tanque-espesor	SUS 304L – 1,2 mm	Acero Invar -0,7 mm	Aleación acero-Al (5083) -- 50 mm	Aleación acero-Al (5083) -- Max. 30 mm
Material disipador de calor-espesor	Espuma de poliuretano reforzada -- 250 mm	Caja contrachapado +Perlita -- 530 mm	Espuma de poliuretano -- 250 mm	Espuma de poliuretano -- 250 mm

10 Los tanques tipo GT y tipo TGZ se describen en las patentes US N° US 6.035.795, US 6.378.722 y US 5.586.513, en la publicación de patente US 2003-0000949, en la publicación de patente coreana abierta a inspección pública n° KR 2000-0011347 y KR 2000-0011346. Las patentes coreanas números 499710 y 0644217 describen paredes de aislamiento térmico incorporadas como otros conceptos. La técnica anterior describe tanques de almacenamiento de GNL para transportes de GNL que tienen varios tipos de paredes de aislamiento térmico, las cuales deben evitar la generación de vapor de gas tanto como sea posible.

15 Los presentes ejemplos pueden aplicarse a tanques de almacenamiento de GNL convencionales para transportes de GNL que tienen varios tipos de funciones de aislamiento térmico como se indicó anteriormente. La mayoría de estos tanques de almacenamiento de GNL para transportes de GNL están diseñados para resistir una presión de 0,25 bar o inferior y consumen el vapor de gas generado en los tanques de almacenamiento de GNL como combustible para la propulsión de los transportes de GNL o re-licuan el vapor de gas para mantener la presión en el tanque de almacenamiento de GNL a 0,2 bar o menos, por ejemplo 0,1 bar, y queman parte o la totalidad del vapor de gas cuando la presión en el tanque de almacenamiento de GNL aumenta más allá de este valor. Además, estos tanques de almacenamiento de GNL tienen una válvula de seguridad en su interior y si se produce un fallo los tanques de almacenamiento de GNL al controlar la presión que se indica anteriormente, el vapor de gas se descarga al exterior de los tanques de almacenamiento de GNL a través de la válvula de seguridad (principalmente, habiéndose fijado la presión a 0,25 bar).

20 Además, el tanque de almacenamiento de GNL está configurado para reducir la presión en el tanque de almacenamiento de GNL reduciendo el aumento local de temperatura y de presión del tanque de almacenamiento de GNL. El tanque de almacenamiento de GNL mantiene una distribución uniforme de la temperatura rociando el GNL, que tiene una temperatura más baja, en una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL, hacia el vapor de gas, que tiene una temperatura más alta, en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL e inyectando el vapor de gas, que tiene una temperatura más alta, en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL, hacia el GNL, que tiene una temperatura más baja, en una parte más baja del tanque de almacenamiento de GNL.

25 En la Fig. 2, el tanque de almacenamiento de GNL (1) para un transporte de GNL está provisto en una parte inferior del mismo, con una bomba de GNL (11) y una boquilla de inyección de vapor de gas (21) y, en una parte superior del mismo, de pulverizador de GNL (13) y un compresor de vapor de gas (23). La bomba de GNL (11) y el compresor de vapor de gas (23) se pueden instalar en una parte superior o inferior del tanque de almacenamiento de GNL. Se suministra el GNL con una temperatura más baja de una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1) al pulverizador de GNL (13) provisto en la parte superior del mismo mediante la bomba de GNL (11) y luego se pulveriza hacia la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1), que tiene una temperatura más alta, y vapor de gas que tiene una temperatura más alta en la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1) se suministra a la boquilla de inyección (21) de vapor de gas provista en una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1) mediante el compresor de vapor de gas (23) y luego se inyecta hacia la parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1), que tiene una temperatura más baja, manteniendo así una distribución uniforme de la temperatura en del tanque de almacenamiento de GNL (1) y, en última instancia, reduciendo la generación de vapor de gas. Dicha reducción de la generación de vapor de gas es particularmente útil para aumentar gradualmente la presión en el tanque de almacenamiento de GNL, ya que la generación de vapor de gas en un transporte de GNL que no dispone de medios de tratamiento de este vapor de gas tiene una

relación directa con el aumento de presión en el tanque de almacenamiento de GNL. En caso de que el transporte de GNL tenga medios para el tratamiento del vapor de gas, cuando aumenta la presión en el tanque de almacenamiento de GNL, se descarga cierta cantidad de vapor de gas al exterior, controlando así la presión en el tanque de almacenamiento de GNL y, en consecuencia, la pulverización de GNL o la inyección de vapor de gas puede no ser necesaria durante el viaje del transporte.

Además, si el GNL se carga en un estado líquido subenfriado en el transporte de GNL en una terminal de producción, donde se produce el GNL, es posible reducir aún más la generación de vapor de gas (o el aumento de la presión) durante el transporte del GNL a un destino. La presión en el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL puede ser una presión negativa (0 bar o menos) después de cargar el GNL en un estado líquido subenfriado en una terminal de producción. Para evitar que la presión disminuya a una presión negativa, una zona de vapor del tanque de almacenamiento de GNL puede llenarse con nitrógeno.

A continuación se describe un método para tratar el vapor de gas usando un tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL.

Durante el viaje de un transporte de GNL, el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL permite un aumento de la presión en el tanque de almacenamiento de GNL (1) sin tratar el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL (1), aumentando así la temperatura dentro del tanque de almacenamiento de GNL (1) y acumulándose la mayor parte del flujo de calor como energía interna en el GNL y GN en el tanque de almacenamiento de GNL, y luego tratando el vapor de gas acumulado en el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL en una terminal de descarga cuando el transporte llega a su destino.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente una configuración para tratar el vapor de gas en una terminal de descarga utilizando el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL.

La terminal de descarga se instala con una pluralidad de tanques de almacenamiento de GNL (2) para una terminal de descarga, un compresor de alta presión (3a), un compresor de baja presión (3b), un re-condensador (4), una bomba de alta presión (P) y un vaporizador (5).

Cuando se acumula una gran cantidad de vapor de gas en el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL, el vapor de gas del tanque de almacenamiento de GNL (1) generalmente se comprime a 70-80 bar mediante el compresor de alta presión (3a) en los terminales de descarga y luego se suministra directamente al consumidor. Parte del vapor de gas acumulado en el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL generalmente se puede comprimir a aproximadamente 8 bar mediante el compresor de baja presión (3b), que luego se re-condensará pasando al re-condensador (4) y entonces es re-gasificado por el vaporizador (5) para ser suministrado a los consumidores.

Cuando se descarga el GNL del tanque de almacenamiento de GNL para ser cargado en un transporte de GNL, dentro de los tanques de almacenamiento de GNL, en un terminal de descarga, se genera vapor de gas adicional debido a la entrada de GNL, que tiene una presión más alta en los tanques de almacenamiento de GNL en la terminal de descarga, ya que la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL es mayor que la del tanque de almacenamiento de GNL en la terminal de descarga. Para minimizar la generación de vapor de gas adicional se puede suministrar GNL al consumidor llevando el GNL desde el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL directamente a la entrada de una bomba de alta presión en la terminal de descarga. El tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL, debido a que la presión en el tanque de almacenamiento de GNL es alta durante la descarga del GNL, tiene la ventaja de acortar el tiempo de descarga entre un 10 y un 20% con respecto a los tanques de almacenamiento de GNL convencionales.

En lugar de suministrarse a los tanques de almacenamiento de GNL (2) de una terminal de descarga en una terminal de descarga, el GNL almacenado en el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL puede suministrarse al re-condensador (4) para volver a condensar el vapor de gas y luego volver a gasificarse con el vaporizador (5), suministrándose entonces directamente a los consumidores.

Por otra parte, si no se instala un condensador en la terminal de descarga, el GNL se puede suministrar directamente a un puerto de succión de la bomba de alta presión (P).

Como se ha indicado anteriormente, si la pluralidad de tanques de almacenamiento de GNL (2) de la terminal de descarga se instalan en una terminal de descarga y el GNL se distribuye uniformemente desde el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL a cada uno de la pluralidad de tanques de almacenamiento de GNL (2) de la terminal de descarga, el efecto de la generación de vapor de gas en los tanques de almacenamiento de GNL de la terminal de descarga se puede minimizar debido a la dispersión de la generación de vapor de gas a la pluralidad de los tanques de almacenamiento de GNL (2) de la terminal de descarga. Dado que la cantidad de vapor de gas generado en los tanques

de almacenamiento de GNL de la terminal de descarga es pequeña, el vapor de gas generalmente se comprime con el compresor de baja presión (3b) a aproximadamente 8 bar y luego se vuelve a condensar al pasar el re-condensador (4), siendo luego re-gasificado por el vaporizador (5) para ser suministrado a los consumidores.

5 Además, dado que el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL se opera a una presión más alta que a una presión nominal, no se requiere un proceso de llenado de vapor de gas o vapor de GN en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL para mantener la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL durante la descarga de GNL.

10 Además, si se modifica un tanque de almacenamiento de GNL convencional de una terminal de GNL o de una unidad de almacenamiento y regasificación flotante (FSRU), o un tanque de almacenamiento de GNL nuevo de un terminal de descarga o de almacenamiento flotante y regasificación, la unidad (FSRU) se construye de manera que la presión de almacenamiento en el tanque de almacenamiento de GNL se corresponda con la presión del tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL, no generándose vapor de gas adicional durante la descarga del GNL desde el transporte de GNL y, en consecuencia, se puede aplicar una técnica de descarga existente.

15 Una unidad flotante de almacenamiento y regasificación de GNL (FSRU, por sus siglas en inglés) aporta más flexibilidad en el manejo del vapor de gas y, por tanto, puede no ser necesario un re-condensador.

La generación rápida de gas durante la descarga a la unidad de almacenamiento y regasificación flotante de GNL (FSRU) desde el CGNL se reducirá en gran medida o no existirá, y el tiempo de operación se reducirá en gran medida debido al ahorro de tiempo de la gestión del gas instantáneo. Y, en consecuencia, hay mucha más flexibilidad para la presión del tanque de carga del CGNL de descarga.

20 Un recipiente de re-gasificación de GNL (GNL-RV) puede tener las ventajas tanto de un transporte de GNL como de una unidad flotante de almacenamiento y regasificación de GNL (FSRU) como se indicó anteriormente.

25 La Fig. 5 ilustra los tipos de operación de presión de un tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL durante su viaje cargado con GNL, de acuerdo con la presión en el tanque de almacenamiento de GNL, a un terminal de descarga de GNL. El modo F indica el viaje de un transporte de GNL donde, por ejemplo, si la presión permitida en el tanque de almacenamiento de GNL en la terminal de descarga varía de 0,7 bar a 1,5 bar o menos, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL puede aumentar continuamente a 0,7 a 1,5 bar o menos, la misma que la presión permitida del tanque de almacenamiento de GNL en la terminal de descarga de GNL. Este modo es particularmente útil para un transporte de GNL sin medios de tratamiento del vapor de gas.

30 El modo S o V es apropiado cuando la presión permisible en un tanque de almacenamiento de GNL en una terminal de descarga es de 0,4 bar o inferior. Los modos S y V son aplicables a un transporte de GNL con medios de tratamiento del vapor de gas. El modo S indica el viaje de un transporte de GNL donde se permite que la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL se incremente de manera uniforme y gradual, es decir, aumente continuamente a 0,4 bar o menos, la misma que la presión permitida en el tanque de almacenamiento de GNL de una terminal de descarga de GNL.

35 El modo V es aumentar el rango de operación de la presión en el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL y tiene la ventaja de reducir el desperdicio de vapor de gas al almacenar el vapor de gas en exceso, que supera la cantidad de vapor de gas consumido por los medios de tratamiento de vapor de gas, en el almacenamiento de GNL de un transporte de GNL. Por ejemplo, cuando un transporte de GNL pasa por un canal, el vapor de gas no se consume debido a que no están operativos los medios de propulsión que usan el vapor de gas como combustible, tales como DFDE, MEG1 y una turbina de gas. Por consiguiente, el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL puede almacenarse en éste, por lo que puede aumentar la presión del tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL a 0,7 a 1,5 bar o menos. Después de que el transporte de GNL pase el canal, los medios de propulsión que usan vapor de gas como combustible están totalmente operativos, lo que aumenta el consumo de vapor de gas y disminuye la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL a 0,4 bar o inferior.

45 Los tipos de operación de presión de un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL pueden variar dependiendo de si se dispone de una instalación de tratamiento de gas instantáneo para tratar una gran cantidad de gas instantáneo en una terminal de descarga de GNL. En caso de que se instale una instalación de tratamiento de gas instantáneo para tratar una gran cantidad este gas en una terminal de descarga de GNL, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL se opera en modo F; en caso de que no se disponga una instalación de tratamiento de gas instantáneo para tratar una gran cantidad de este gas en una terminal de descarga de GNL, la presión en el tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL se opera en modo S o V.

La Fig. 6 ilustra un aparato para reducir el aumento de presión en un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL mediante la inyección del vapor de gas en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL hacia el GNL en una parte inferior del mismo.

5 El aparato para reducir el aumento de presión en el tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL como se ilustra en la Fig. 6 está configurado para comprimir el vapor de gas en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1) de un transporte de GNL y luego inyectar el vapor de gas comprimido hacia el GNL en la parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1).

10 Este aparato comprende un puerto de succión de vapor de gas (31) provisto en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL del transporte de GNL, un tubo (33) con un extremo conectado al puerto de succión de vapor de gas (31) y el otro extremo conectado a la zona inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1), así como un compresor (35) provisto en una parte de la tubería (33).

Como se ilustra en el lado izquierdo de la Fig. 6, la tubería (33) se puede instalar en el tanque de almacenamiento de GNL (1). Si la tubería (33) está instalada en el tanque de almacenamiento de GNL (1), es deseable que el compresor (35) sea un compresor de tipo sumergido provisto en una parte inferior de la tubería (33).

15 Como se ilustra en el lado derecho de la Fig. 6, el tubo (33) se puede instalar fuera del tanque de almacenamiento de GNL (1). Si la tubería (33) se instala fuera del tanque de almacenamiento de GNL (1), el compresor (35) es un compresor ordinario provisto en la tubería (33).

Es deseable que se proporcionen medios de prevención de succión de líquidos en el puerto de succión de vapor de gas (31). Un ejemplo de medio de prevención de succión de líquidos es un desnebulizador.

20 El aparato para reducir el aumento de presión en el tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL está configurado para reducir el aumento de la temperatura y la presión del tanque de almacenamiento de GNL, reduciendo así la presión en el tanque de almacenamiento de GNL. La generación de vapor de gas se puede reducir inyectando el vapor de gas, que tiene una temperatura más alta, en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL hacia una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL que tiene una temperatura más baja, manteniendo así una distribución uniforme de la temperatura en el tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL, es decir, evitando el aumento local de la temperatura en el tanque de almacenamiento de GNL.

30 La Fig. 7 ilustra un diagrama de un sistema para mostrar en tiempo real la presión establecida máxima permitida actualmente de un tanque de almacenamiento de GNL para un transporte de GNL mediante la recepción de datos relevantes en tiempo real durante el viaje del transporte de GNL y procesando adecuadamente y calculando los datos. El sistema puede controlar de manera segura una válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL.

35 En el caso de un transporte de GNL provisto de una válvula de alivio de seguridad (SRV) o de una válvula de seguridad en el tanque de almacenamiento de GNL en el mismo, la presión establecida de la válvula de seguridad se establece inicialmente baja para maximizar la carga, pero puede aumentarse durante el viaje según la disminución del volumen de GNL debida al consumo de vapor de gas.

Una configuración para la SRV aumentada se puede obtener a partir del volumen y la densidad del GNL remanente de acuerdo con el código IGC 15.1.2. La densidad del GNL se puede calcular con precisión midiendo las temperaturas del GNL.

40 Dado que los valores medidos, tales como el nivel de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL, cambian con frecuencia durante el viaje, se proporciona un sistema para eliminar el ruido exterior y la fluctuación causada por el movimiento dinámico de un barco mediante un procesamiento de datos apropiado, un sistema para calcular la presión de ajuste permitida de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL mediante el cálculo del volumen real de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1) utilizando los datos procesados y un aparato para mostrar los resultados.

45 La Fig. 7 ilustra en el lado derecho los datos relevantes medidos para calcular el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1). El nivel de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL se mide con un indicador de nivel existente (no mostrado), la temperatura del tanque de almacenamiento de GNL se mide mediante un sensor de temperatura existente (no mostrado), la presión del tanque de almacenamiento de GNL se mide mediante un sensor de presión existente (no mostrado), el cabeceo del transporte de GNL se mide mediante un sensor de cabeceo existente (no mostrado) y la escora del transporte de GNL se mide mediante un sensor de escora existente (no mostrado). El cabeceo

del transporte de GNL indica un gradiente de adelante hacia atrás del transporte de GNL y la escora del transporte de GNL indica un gradiente de izquierda a derecha del transporte de GNL.

5 El sistema para confirmar una presión establecida de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL, como se ilustra en el lado izquierdo de la Fig. 7, comprende un módulo de procesamiento de datos (61) para procesar los datos medidos como se ilustra en el lado derecho de la Fig. 7.

Es deseable procesar los datos en el módulo de procesamiento de datos (61) utilizando un método de mínimos cuadrados, de promedio móvil o un filtrado de paso bajo, etc.

10 Además, el sistema para confirmar la presión establecida de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL comprende un módulo de cálculo de volumen de GNL (63) para calcular el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1) calculando los datos procesados en el módulo de procesamiento de datos (61).

El sistema para confirmar la presión de ajuste de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL calcula la presión de ajuste permitida de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL (1) a partir del volumen del GNL calculado por el módulo de cálculo de volumen de GNL (63).

15 Por otro lado, es posible medir el caudal del gas combustible suministrado desde el tanque de almacenamiento de GNL (1) a los medios de propulsión de gas combustible de un transporte de GNL, comparando la carga inicial de GNL con la cantidad de vapor de gas usado como combustible para calcular el volumen real de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL y reflejar el volumen de GNL calculado a partir del caudal del gas combustible medido como se describe anteriormente en el volumen de GNL calculado por el módulo de procesamiento de volumen de GNL (63).

20 La presión de ajuste permitida de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL y el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL calculado como se describe anteriormente se muestran en un panel de visualización (65).

La Fig. 8 ilustra un medidor de flujo de gas combustible para medir la tasa de flujo del gas combustible de un transporte de GNL.

25 Se emplea un medidor de flujo de presión diferencial para medir el caudal de gas combustible de un transporte de GNL. En el medidor de flujo, el rango de medida es limitado y puede obtenerse un gran error de medida para el caudal fuera de dicho rango. Para cambiar el rango de medida, debería reemplazarse el propio orificio, lo que es una tarea molesta y peligrosa.

30 Convencionalmente, solo se instaló un orificio y, por consiguiente, el rango de medición era limitado, pero si se disponen en serie dos orificios que tienen diferentes rangos de medida, el rango de medida efectivo se puede ampliar simplemente seleccionando y utilizando los valores de medida apropiados de los orificios de acuerdo con el caudal.

35 Es decir, para medir un amplio rango de caudal de gas combustible, el rango de medida efectivo puede aumentarse simplemente disponiendo al menos dos orificios en serie, cada orificio con un rango de medida diferente, y seleccionando y utilizando los valores medidos apropiados de los orificios de acuerdo con el caudal. En la Fig. 8, los orificios (71, 71'), cada uno con un rango de medida diferente, están dispuestos en serie en medio de un tubo de la línea de suministro de combustible (70), para suministrar un gas combustible desde el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL a los medios de propulsión de gas combustible. Los medidores de presión diferenciales (73) están conectados a la tubería de la línea de suministro de combustible (70) de las partes delantera y trasera de cada uno de los orificios (71, 71'). Estos medidores de presión diferencial (73) están conectados selectivamente al medidor de flujo (77) mediante un selector (75), que se puede seleccionar de acuerdo con el rango de medida.

40 El rango de medida efectivo se puede ampliar simplemente instalando el selector (75), que se puede seleccionar de acuerdo con el rango de medida descrito anteriormente, entre el medidor de presión diferencial (73) y el medidor de flujo (77) y seleccionando y usando los valores de medida apropiados de los orificios de acuerdo con el caudal.

45 En un sistema convencional, la capacidad de un orificio de gas combustible se establece cerca del VGN (vapor de gas natural). En consecuencia, en el caso de un transporte de GNL cuyo consumo de vapor de gas es pequeño, la precisión de las mediciones es baja. Para compensar esta inexactitud, se proporciona un método para instalar adicionalmente pequeños orificios en serie.

Este método puede medir el nivel de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL, midiendo así el nivel o volumen de GNL del tanque de almacenamiento de GNL a partir de la cantidad de GNL consumido.

Además, la técnica anterior no conoce la composición del vapor de gas, lo que es un factor adicional para reducir la precisión en las mediciones. Para compensar esto, puede considerarse la composición del vapor de gas añadiendo una cromatografía de gases.

5 Además, si la medición del nivel de GNL en el almacenamiento de GNL se vuelve más precisa mediante los métodos mencionados anteriormente, se puede mejorar la eficiencia del método de suministro de vapor de gas y el aparato que mantiene la presión del tanque de almacenamiento de GNL en comparación con la técnica anterior. Es decir, la medición precisa del volumen de GNL en un tanque de almacenamiento de GNL puede facilitar el cambio de la configuración de una válvula de seguridad del tanque de almacenamiento de GNL a múltiples configuraciones y reducir el consumo de vapor de gas.

10 La figura 9 ilustra un medidor de flujo de gas combustible convencional para un transporte de GNL. El medidor de flujo de gas combustible convencional comprende un único orificio (71) para medir el caudal a los diferentes tipos de presión diferencial del gas combustible y, por consiguiente, tiene la desventaja de obtener un valor de medición efectivo dentro de un rango de medida específico.

15 La Fig. 10 ilustra un suministro de vapor de gas a una parte inferior de un tanque de almacenamiento de GNL después de comprimir el vapor de gas.

20 Un transporte de GNL que cuenta con medios de propulsión de gas combustible que usan como combustible de propulsión vapor de gas comprimido, comprimiendo el vapor de gas en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL, no puede utilizar dicho gas combustible cuando pasa por un canal como el Canal de Suez, y, por ello, existe una gran posibilidad de un aumento local de la temperatura y la presión del tanque de almacenamiento de GNL. Puede ser necesario un aparato de extracción de vapor de gas adicional para resolver este problema. Es decir, como se ilustra en la Fig. 10, una pequeña cantidad de vapor de gas se extrae y comprime mediante un compresor de vapor (aproximadamente 3 a 5 bar) y luego se lleva a una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL (1).

25 Para hacer esto, se instala una línea de derivación de vapor de gas (L2) para retornar el vapor de gas al tanque de almacenamiento de GNL (1) en medio de la línea de suministro de gas combustible (L1) para comprimir el vapor de gas de salida en una parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1) de un transporte de GNL y suministrar el vapor de gas comprimido a los medios de propulsión de gas combustible. Además, se instala un compresor (41) en el medio de la línea de suministro de gas combustible (L1) aguas arriba de un punto de encuentro entre la línea de suministro de gas combustible (L1) y la línea de derivación del vapor de gas (L2).

30 Un tanque de reserva (43) está instalado en el medio de la línea de derivación del vapor de gas (L2). Dado que hay una diferencia entre la presión del vapor de gas que pasa por el compresor (41) y la presión del tanque de almacenamiento de GNL (1), es deseable almacenar temporalmente el vapor de gas que pasa por el compresor (41) en el tanque de reserva (43) y controlar la presión del vapor de gas para que coincida con la presión en el tanque de almacenamiento de GNL (1) y luego devolver el vapor de gas al tanque de almacenamiento de GNL (1).

35 Es deseable operar un aparato para reducir el aumento de presión en el tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL en un intervalo de aproximadamente 10 minutos cada 2 horas.

Ejemplos de los medios de propulsión de gas combustible son un sistema de propulsión eléctrica diésel de doble combustible (DFDE), un motor de inyección de gas y una turbina de gas.

40 Un transporte de gas natural licuado, al que se aplica un DFDE, un motor de inyección de gas o una turbina de gas, utiliza el concepto de comprimir el vapor de gas mediante un compresor de vapor de gas y luego enviar el vapor de gas comprimido a un motor para quemar el vapor de gas. Sin embargo, un transporte de GNL que está configurado para eliminar o reducir la descarga del vapor de gas de un tanque de almacenamiento de GNL, si no se consume o se consume una cantidad pequeña de gas combustible en los medios de propulsión de gas combustible, para evitar un aumento severo de la presión debido a un aumento local de la temperatura en el tanque de almacenamiento de GNL, se comprime el vapor de gas y luego se devuelve el vapor de gas comprimido a una parte inferior del tanque de almacenamiento de GNL a través de una línea de derivación de vapor de gas, sin enviar el vapor de gas comprimido al motor de gas.

45 Se proporciona un sistema de suministro de gas combustible para gasificar el GNL del tanque de almacenamiento de GNL y suministrar un GNL gasificado como un medio de propulsión de gas combustible al gas combustible. Es decir, en la técnica anterior, los medios de propulsión de gas combustible usan vapor de gas como combustible usando un compresor de alta presión, pero este ejemplo no usa vapor de gas.

50 En su lugar, se puede agregar un aparato de re-licuefacción de vapor de gas que utiliza energía fría de GNL. Es decir, el vapor de gas se comprime e intercambia calor con el GNL de la línea de suministro de gas combustible, por lo que se

- 5 enfría (mediante el re-condensador, no hay refrigerador de N<sub>2</sub>). En este caso, solo el 40-60% del VGN se vuelve a licuar, pero no constituye un problema ya que el transporte de GNL está configurado para eliminar o reducir la descarga de vapor de gas en el tanque de almacenamiento de GNL. Además, si es necesario, se puede instalar un pequeño aparato de re-licuefacción de vapor de gas con una capacidad de aproximadamente 1 tonelada/hora, especialmente para viajes en lastre.
- El tanque de almacenamiento de GNL (1) para un transporte de GNL utilizado en el sistema de suministro de gas combustible está diseñado con una resistencia que soporta el aumento de presión debido al vapor de gas, permitiendo un aumento de presión debido al vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL durante el viaje del transporte de GNL.
- 10 El sistema de suministro de gas combustible en la Fig. 11 comprende una línea de suministro de gas combustible (L11) para extraer GNL del tanque de almacenamiento de GNL de un transporte de GNL y suministrar el GNL extraído a los medios de propulsión de gas combustible, y un intercambiador de calor (53) provisto en el medio de la línea de suministro de gas combustible (L11), donde el intercambiador de calor (53) intercambia calor entre el GNL y el vapor de gas extraído del tanque de almacenamiento de GNL (1). Una primera bomba (52) está instalada en la línea de suministro de gas combustible (L11) aguas arriba del intercambiador de calor (53), para suministrar GNL que ha sido comprimido a los
- 15 medios de propulsión de gas combustible con el fin de satisfacer el caudal y las demandas de presión de los medios de propulsión de gas combustible.
- Una línea de licuefacción de vapor de gas (L12) pasa por el intercambiador de calor (53) para extraer el vapor de gas de la parte superior del tanque de almacenamiento de GNL (1) y devolver el vapor de gas extraído a uno lado del tanque de almacenamiento de GNL (1).
- 20 El GNL cuya temperatura aumenta al intercambiar calor con el vapor de gas en el intercambiador de calor (53) se suministra al medio de propulsión de gas combustible y se devuelve el vapor de gas que se ha licuado intercambiando calor con el GNL al tanque de almacenamiento de GNL (1).
- Una segunda bomba (54) se instala en la línea de suministro de gas combustible (L11) aguas abajo del intercambiador de calor (53) para suministrar GNL a los medios de propulsión de gas combustible después de que el GNL intercambia calor con el vapor de gas en el intercambiador de calor (53) y se comprime para cumplir con el caudal y las demandas de presión de los medios de propulsión de gas combustible.
- 25 Un calentador (55) está instalado en la línea de suministro de gas combustible (L11) aguas abajo de la segunda bomba (54) para calentar el GNL que intercambia calor con el vapor de gas en el intercambiador de calor (53) para suministrar el GNL a los medios de propulsión de gas combustible.
- 30 Un compresor de vapor de gas (56) y un enfriador (57) se instalan secuencialmente en la línea de licuefacción del vapor de gas (L12) aguas arriba del intercambiador de calor (53) para comprimir y enfriar el vapor de gas extraído del tanque de almacenamiento de GNL y luego intercambiar calor entre el vapor de gas y el GNL.
- En caso de que la demanda de presión de gas combustible de los medios de propulsión de gas combustible sea alta (por ejemplo 250 bar), el GNL se comprime a 27 bar con la primera bomba (52), la temperatura del GNL mientras pasa el intercambiador de calor (53) se incrementa de aproximadamente -163°C a aproximadamente -100°C y el GNL se suministra en estado líquido a la segunda bomba (54) y es comprimido a aproximadamente 250 bar por la segunda bomba (54) (como está en un estado supercrítico, no hay división entre estado líquido y gas), luego se gasifica mientras se calienta en el calentador (55) y posteriormente se suministra al medio de propulsión de gas combustible. En este caso,
- 35 aunque aumenta la temperatura del GNL mientras pasa el intercambiador de calor (53), el GNL no se gasifica debido a que la presión de GNL suministrada al intercambiador de calor es alta.
- 40 Por otra parte, en caso de que la demanda de presión de gas combustible del medio de propulsión de gas combustible sea baja (por ejemplo 6 bar), el GNL se comprime a 6 bar por la primera bomba (52), parte del GNL se gasifica mientras pasando el intercambiador de calor (53), es suministrado al calentador (55) y calentado en el calentador (55) y luego se suministra al medio de propulsión de gas combustible. En este caso, la segunda bomba (54) no es necesaria.
- 45 Según este sistema de suministro de gas combustible de un transporte de GNL, el GNL se extrae del tanque de almacenamiento de GNL, el GNL extraído se comprime para cumplir con el caudal y las demandas de presión de los medios de propulsión de gas combustible y se suministra el GNL comprimido a los medios de propulsión de gas combustible, pero el suministro de GNL a los medios de propulsión de gas combustible se realiza después del intercambio de calor entre el GNL y el vapor de gas extraído del tanque de almacenamiento de GNL. Por consiguiente, el sistema de suministro de gas combustible tiene las ventajas de simplificar la configuración, reducir la potencia requerida y evitar un
- 50

aumento severo de la presión del tanque de almacenamiento de GNL debido a la acumulación de vapor de gas en el mismo, cuando suministra gas combustible a los medios de propulsión de gas combustible de un transporte de GNL.

5 Aunque aquí se han mostrado y descrito ejemplos específicos, debe entenderse que los expertos en la técnica pueden tener en cuenta modificaciones, variaciones o correcciones, y por tanto, la descripción y las figuras en este documento deben interpretarse con propósito ilustrativo.

Como se indicó anteriormente, estos ejemplos tienen las ventajas de reducir el desperdicio de vapor de g ebullición y aumentar la flexibilidad en el tratamiento del vapor de gas permitiendo un aumento de la presión de vapor y la temperatura del GNL en un tanque de almacenamiento de GNL de transporte de GNL que tiene un medio de tratamiento de vapor de gas durante el transporte del GNL.

10 En particular, incluso cuando la cantidad de vapor de gas generado durante el transporte de GNL excede la cantidad de vapor de gas consumida, el exceso de vapor de vapor de gas se puede mantener en el tanque de almacenamiento de GNL sin pérdida de vapor de gas, mejorando así la eficiencia económica. Por ejemplo, en caso de un transporte de GNL provisto de un motor para tratar el vapor de gas como se ilustra en la Fig. 4, el exceso de vapor de gas generado durante unos pocos días después de cargar el GNL en el transporte de GNL, o el exceso de vapor de gas generado que sobrepasa la cantidad de vapor de gas consumida en un motor cuando el transporte de GNL pasa por un canal o está en espera o  
15 maniobra para entrar a un puerto con el GNL cargado en su interior, es quemado principalmente por una GCU de la técnica anterior, pero este desperdicio de vapor de gas se puede reducir.

Además, en caso de que el transporte de GNL utilice un motor de inyección de gas combustible doble o una turbina de gas, el gas combustible puede ser suministrado por una bomba de líquido, no por un compresor de vapor de gas, lo que  
20 reduce considerablemente el coste de instalación y operación.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para establecer una válvula de seguridad provista en la parte superior de un tanque de almacenamiento de GNL (1), caracterizado porque el tanque de almacenamiento de GNL (1) está instalado en un transporte de GNL para transportar GNL y la presión establecida de la válvula de seguridad durante la carga de GNL difiere de la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje del transporte de GNL, siendo la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje del transporte de GNL mayor que la presión establecida de la válvula de seguridad durante la carga de GNL.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, donde la presión de ajuste de la válvula de seguridad aumenta después de que la cantidad de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1) se reduce descargando el GNL o el vapor de gas generado en el tanque de almacenamiento de GNL (1) al exterior del mismo.
- 15 3. Método según la reivindicación 2, donde la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante la carga de GNL se establece en 0,25 bar o menos y la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje del transporte de GNL se establece desde más de 0,25 bar a 2 bar.
- 20 4. Método según la reivindicación 2, donde la presión de ajuste de la válvula de seguridad durante el viaje del transporte de GNL se establece desde más de 0,25 bar a 0,7 bar.
- 25 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende: medir el nivel de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL, la temperatura en el tanque de almacenamiento de GNL (1), la presión en el tanque de almacenamiento de GNL (1), el cabeceo del transporte de GNL y la escora del transporte de GNL y procesar y calcular los datos medidos para calcular el volumen del GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1).
- 30 6. Método según la reivindicación 5, donde los datos se procesan mediante un módulo de procesamiento de datos (61).
- 35 7. Método según la reivindicación 6, donde el módulo de procesamiento de datos (61) procesa los datos mediante un método de mínimos cuadrados, una media móvil o un filtrado de paso bajo.
- 40 8. Método según la reivindicación 7, donde los datos procesados en el módulo de procesamiento de datos (61) se calculan mediante un módulo de cálculo de volumen de GNL (63) para calcular el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1).
- 45 9. Método según la reivindicación 8, que comprende además: medir el caudal de gas combustible suministrado desde el tanque de almacenamiento de GNL (1) a los medios de propulsión de gas combustible del transporte de GNL; comparar la carga de GNL inicial con la cantidad de vapor de gas usado y calcular el volumen real de GNL contenido en el tanque de almacenamiento de GNL (1); y reflejar el volumen de GNL calculado a partir del caudal medido de gas combustible en el volumen de GNL calculado por el módulo de cálculo de volumen de GNL (63).
- 50 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende: disponer en serie al menos dos orificios (71, 71'), cada uno con un rango de medida diferente, en el medio de una tubería de la línea de suministro de combustible (70) para suministrar un gas combustible desde el tanque de almacenamiento de GNL (1) de un transporte de GNL hasta los medios de propulsión de gas combustible; seleccionando el valor de medida de un orificio apropiado de al menos dos orificios (71, 71') de acuerdo con el caudal; medir la tasa de flujo de gas combustible del transporte de GNL para medir la tasa de flujo del gas combustible usado; y calcular el volumen de GNL en el tanque de almacenamiento de GNL (1).
- 55 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde se proporciona un medidor de flujo de gas combustible del tipo de presión diferencial (77) como dispositivo para medir el caudal del gas combustible del transporte de GNL, donde al menos dos orificios (71, 71'), cada uno con un rango de medida diferente, están dispuestos en serie en el centro de la tubería de la línea de suministro de combustible (70) para suministrar un gas combustible desde el tanque de almacenamiento de GNL (1) del transporte de GNL a un medio de propulsión de gas combustible.

Fig. 1

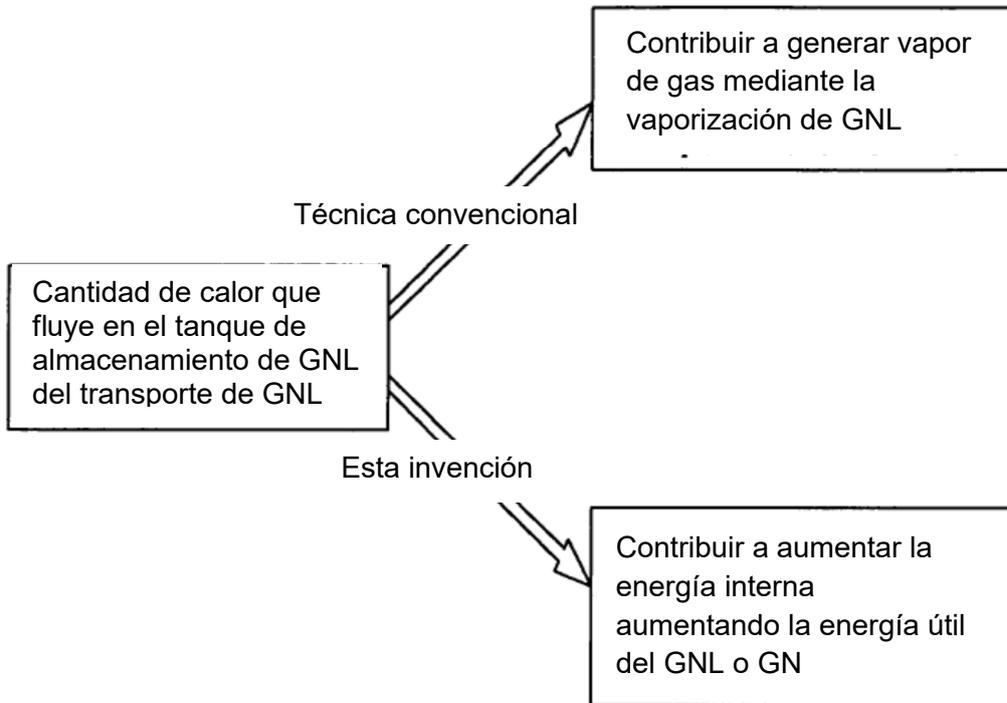
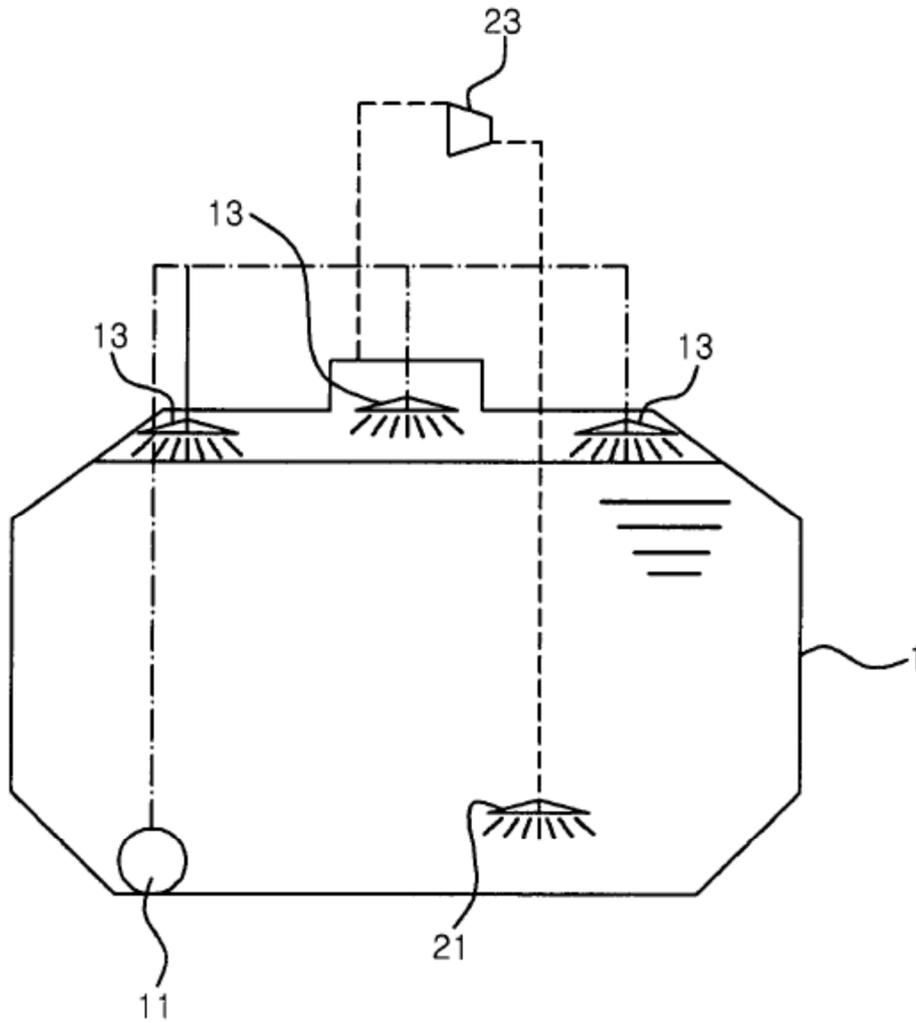


Fig. 2



----- Línea de vapor de gas  
----- Línea GNL

Fig. 3

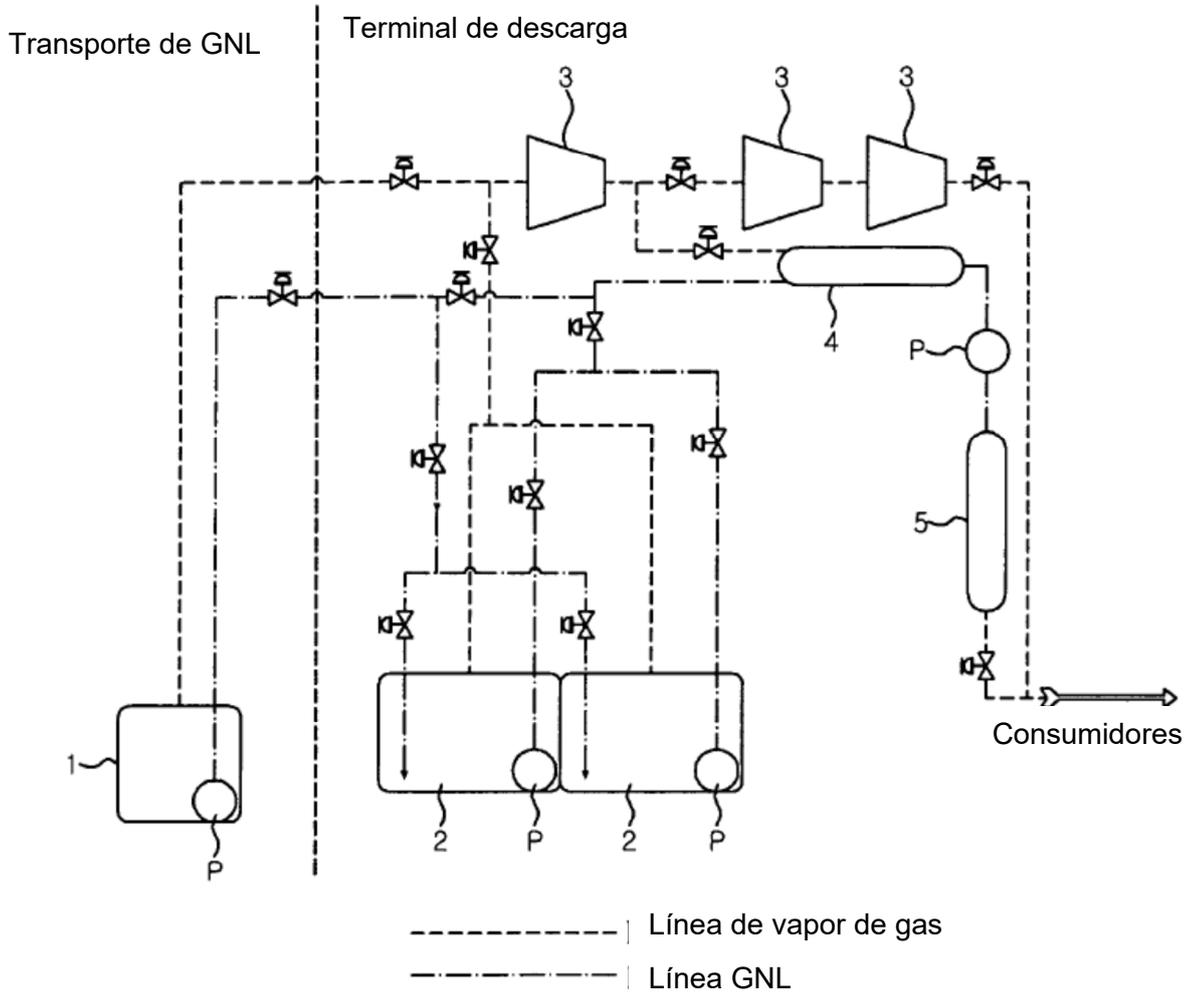


Fig. 4

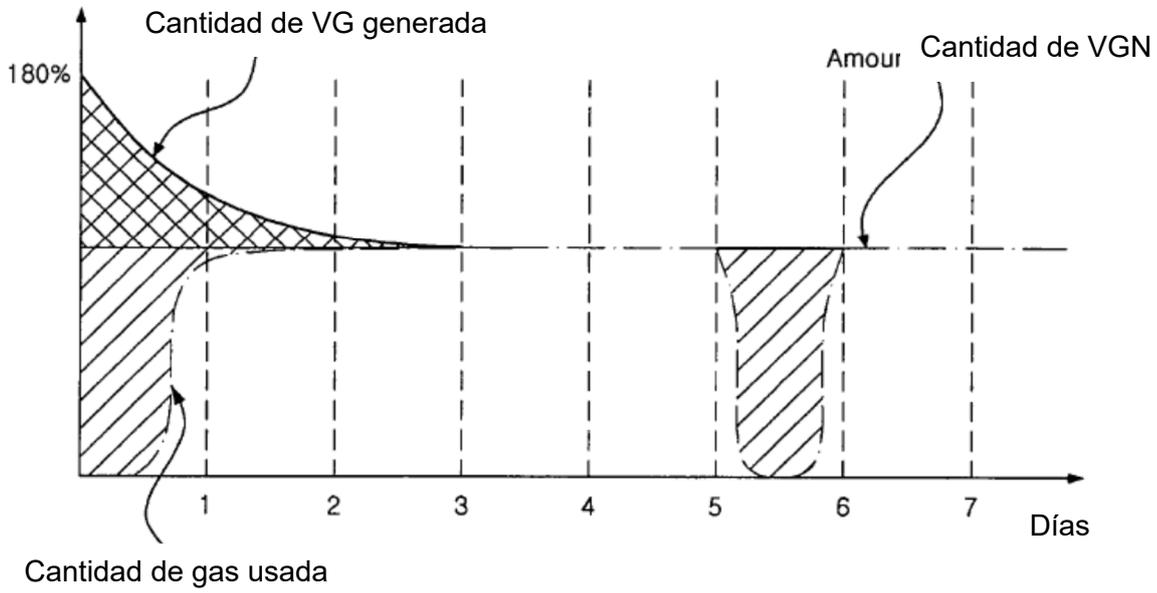


Fig. 5

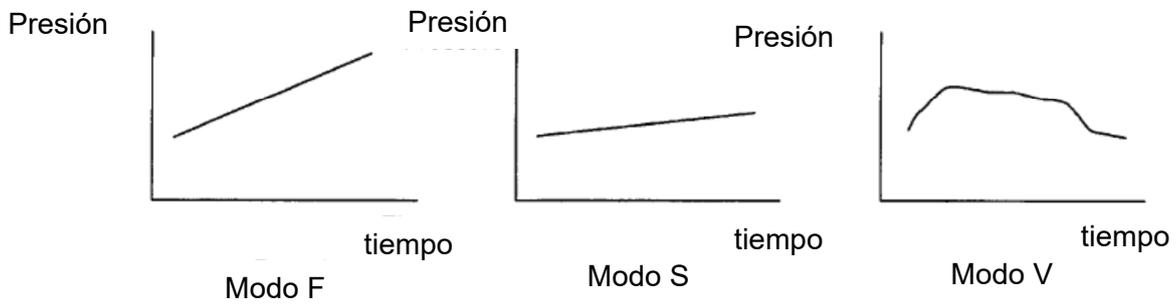
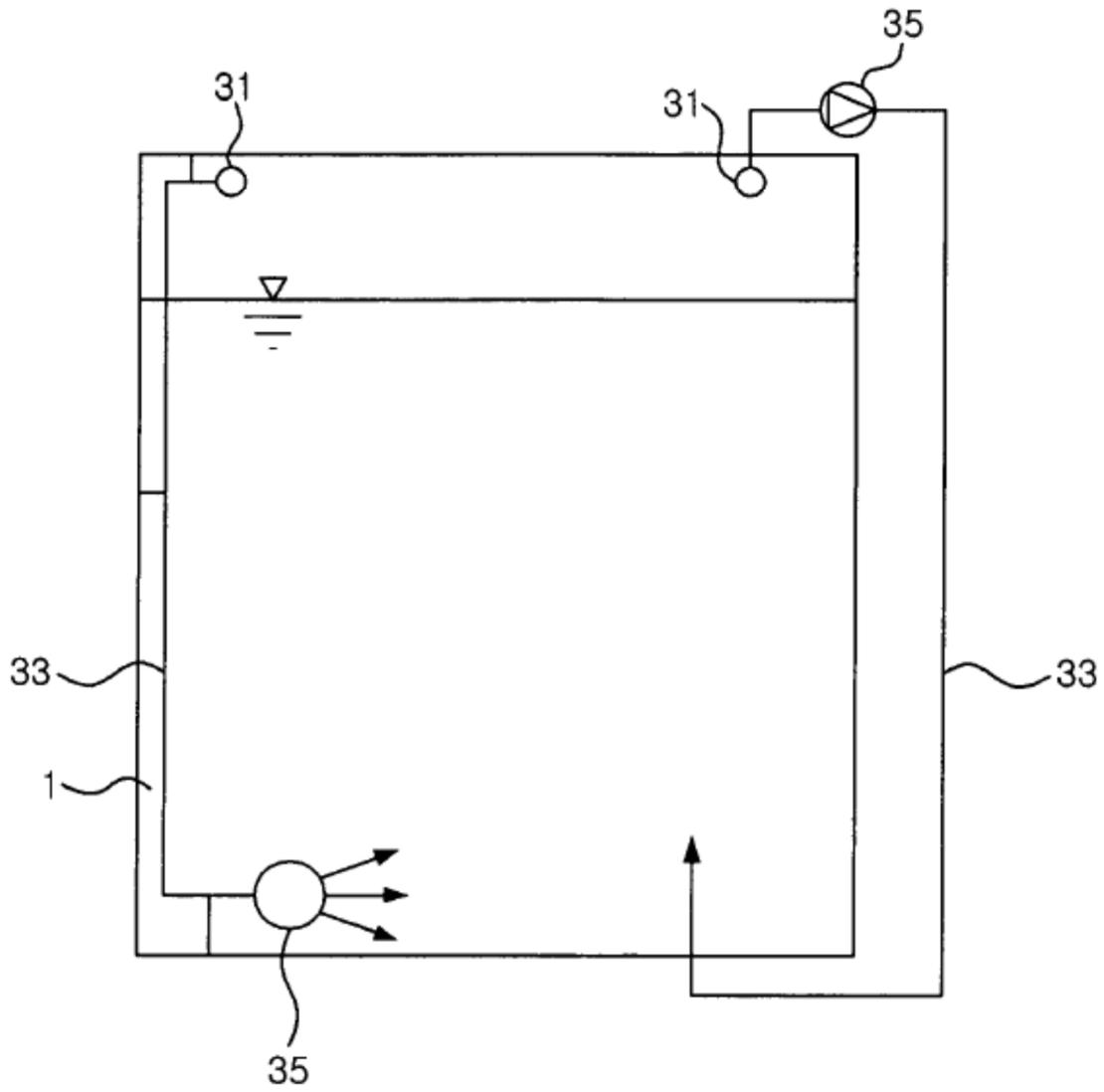


Fig. 6



Comprobar una presión establecida permisible de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento de GNL

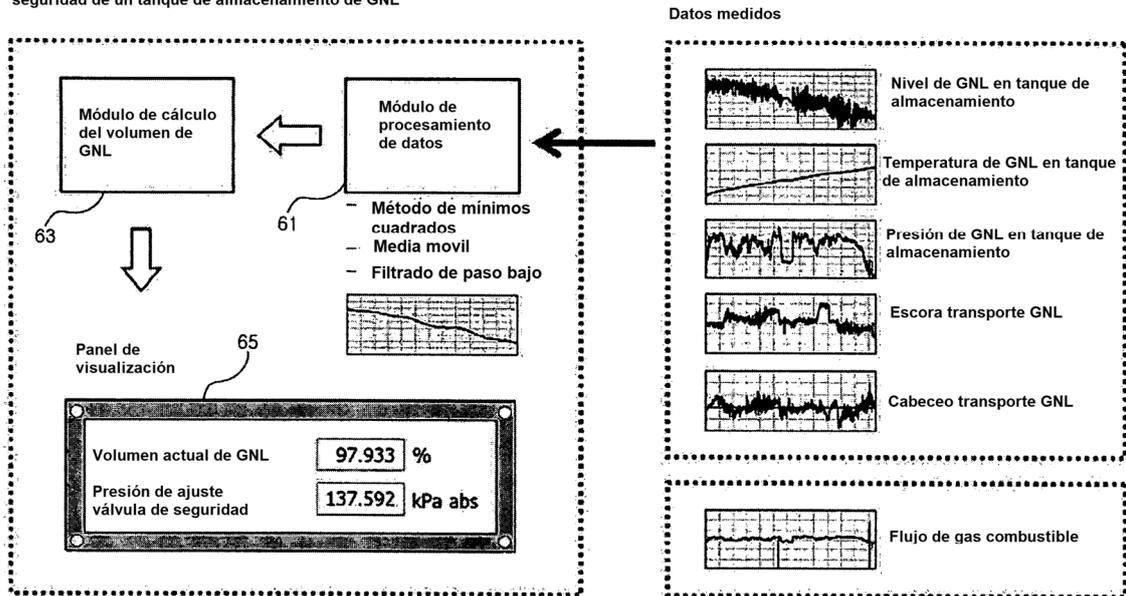


Fig. 7

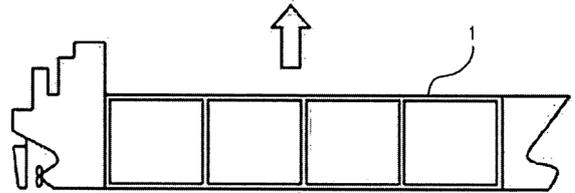


Fig. 8

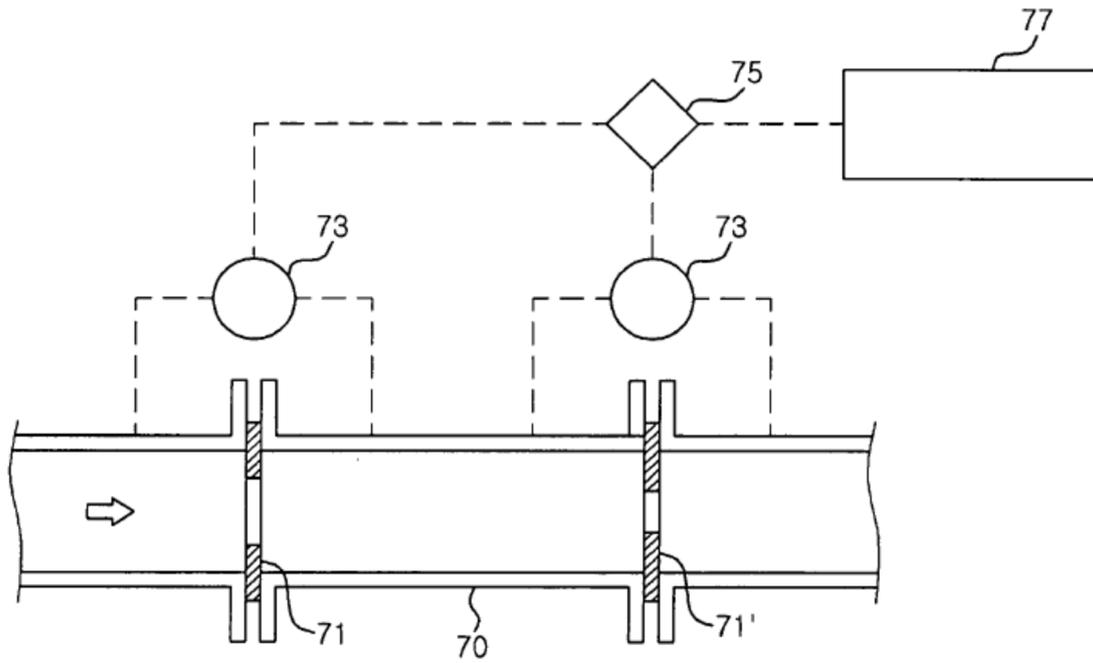


Fig. 9

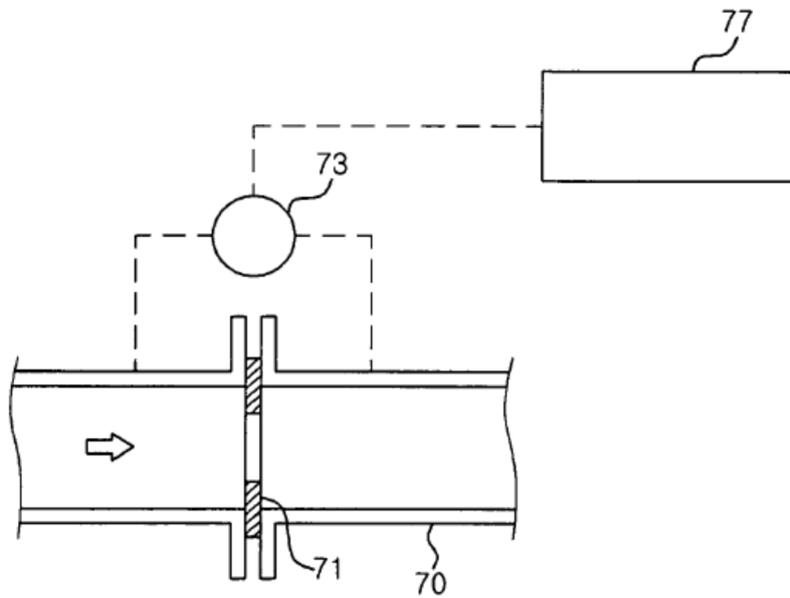
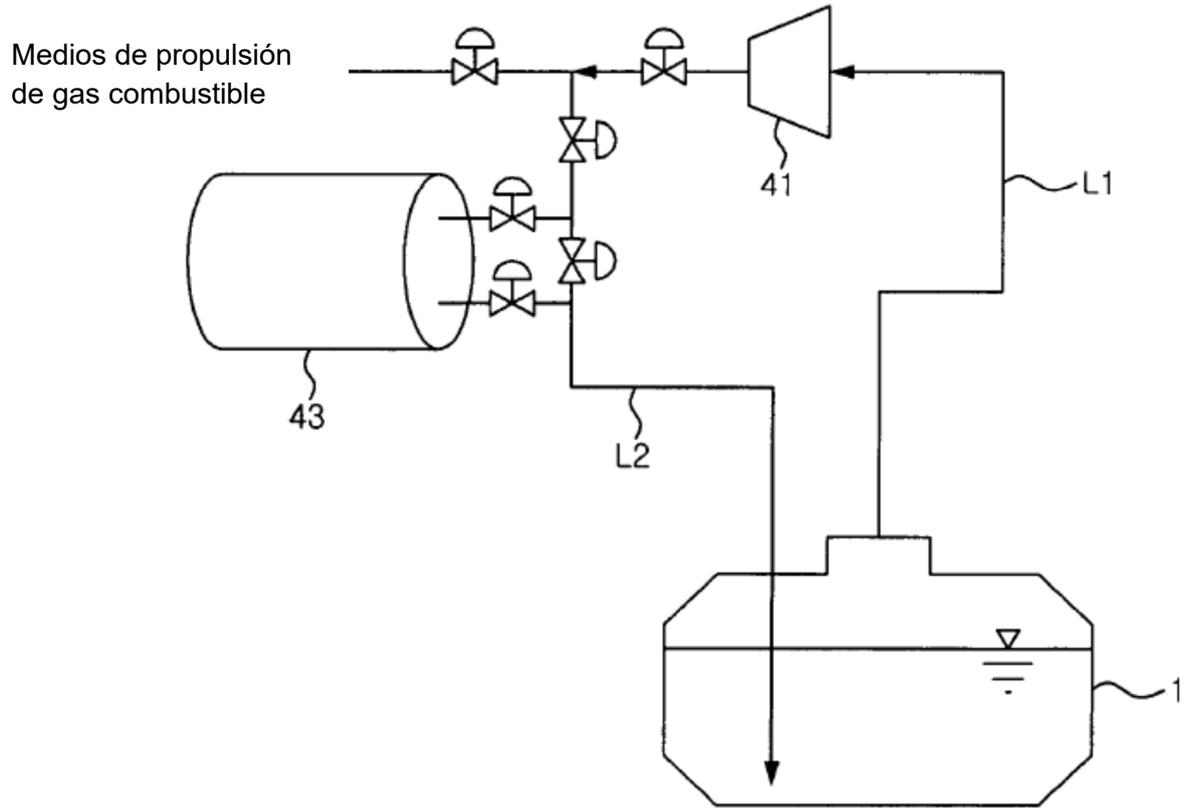
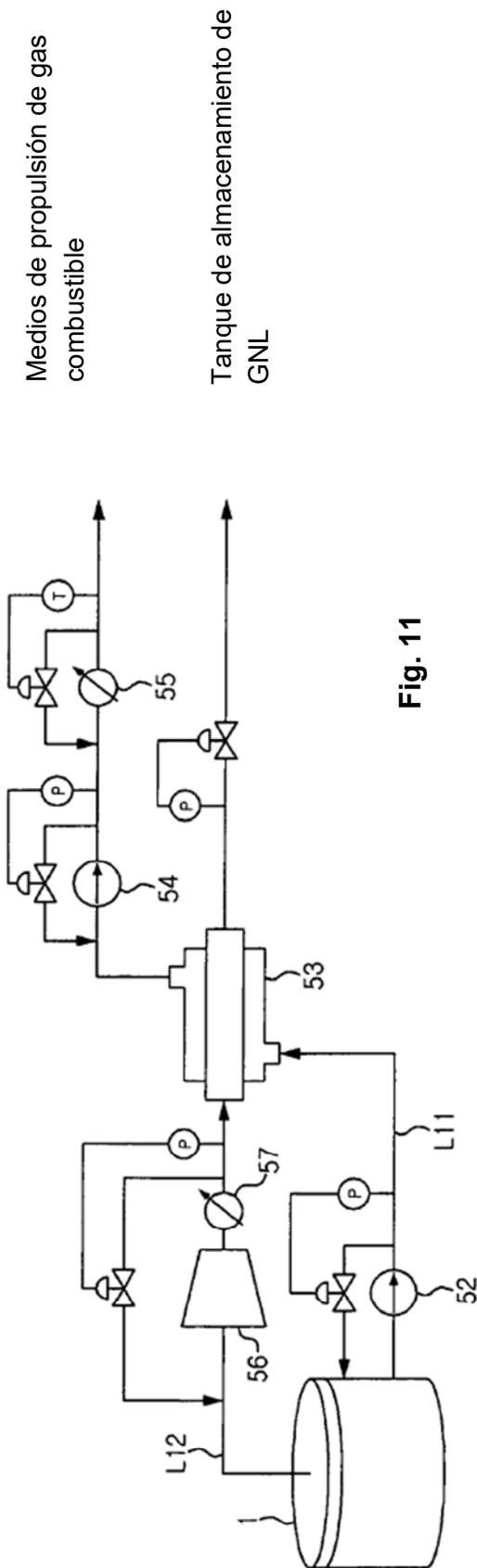


Fig. 10





Medios de propulsión de gas combustible

Tanque de almacenamiento de GNL

Fig. 11