

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 277**

21 Número de solicitud: 201600088

51 Int. Cl.:

C01B 3/34 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

02.02.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.08.2017

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA (100.0%)
OTRI - Edificio de Servicios Centrales de
Investigación. Campus de Elviña, s/n
15071 A Coruña ES**

72 Inventor/es:

**ARIAS FERNÁNDEZ, Ignacio;
ROMERO GÓMEZ, Manuel ;
FERREIRO GARCÍA, Ramón y
ROMERO GÓMEZ, Javier**

54 Título: **Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL**

57 Resumen:

Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, que permite la obtención de hidrógeno a partir del exceso de BOG generado a bordo mediante un proceso de reformado, aumentando el rendimiento global de la instalación. Para aumentar la eficiencia del módulo de obtención de hidrógeno también se realiza el aprovechamiento del calor residual generado en el buque.

El hidrógeno se puede almacenar bajo presión en tanques independientes en el interior de los propios tanques de carga del buque a temperatura criogénica. El hidrógeno se puede utilizar como combustible en el sistema de generación eléctrica o propulsión con la única emisión de vapor de agua por los escapes, pudiendo navegar por zonas ECA o con limitaciones de emisiones sin ningún problema.

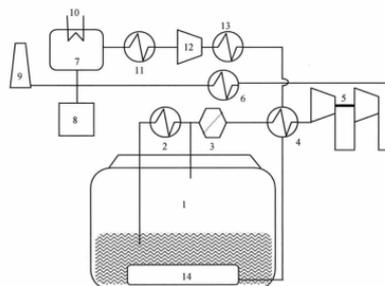


FIGURA 1

DESCRIPCIÓN

Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL.

5 Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es el aprovechamiento del exceso de Boil Off Gas (BOG), generado a bordo de los buques que transportan Gas Natural Licuado (GNL), transformándolo en hidrógeno mediante un proceso de reformado, para su utilización como combustible, aumentando de esta manera el rendimiento global de la instalación y disminuyendo las emisiones contaminantes.

Campo técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la energía y propulsión, utilizando metano (CH_4) para la obtención de hidrógeno mediante un proceso de reformado y su utilización como combustible limpio en buques GNL, tanto en el sistema de propulsión con motores como con turbinas.

20 Antecedentes de la invención

El comercio de Gas Natural (GN) está en constante crecimiento debido a la gran demanda a nivel internacional. Esta demanda es abastecida principalmente mediante transporte marítimo en buques GNL. En los sistemas convencionales, la carga es transportada en estado licuado en condiciones criogénicas a -163°C y a presión ligeramente superior a la atmosférica.

La carga de GNL es transportada en tanques criogénicos aislados del medio externo, pero inevitablemente la transferencia de calor existe, generándose la vaporización de la carga, conocida como BOG. El BOG a su salida de los tanques de carga es tratado, separando el metano de los demás componentes del GN. Una vez separado el metano, se eleva la presión en un compresor de dos etapas denominados Low Duty (LD), la cual se corresponde con la presión de admisión del sistema de propulsión. Después de la compresión, la temperatura del metano es estabilizada en un enfriador (Glicol/Agua).

A continuación se realiza una breve descripción del uso del BOG en función de las diferentes situaciones de operación del buque:

a) En situación de navegación, la más común, el BOG se utiliza como combustible en la planta de propulsión y el exceso es quemado en la Unidad de Combustión de Gas (UCG) o en la caldera, sin ningún aprovechamiento energético.

b) Cuando el buque está fondeado, el BOG generado sería consumido en la planta de generación eléctrica, teniendo en cuenta que la carga sería mínima y el exceso de BOG sería más elevado, con lo que la GCU o caldera quemaría mayor cantidad.

c) En las operaciones de carga el BOG generado es enviado a tierra, para evitar sobrepresiones en los tanques, debido a la peligrosidad de quemar BOG en la UCG. Así mismo en las operaciones de descarga, desde tierra se suministra BOG para evitar la generación de vacío en los tanques y mantener una presión adecuada en el interior. Por tanto, existe la necesidad de un método de gestión del BOG más eficiente y que permita un aumento del rendimiento global de la instalación, ya que es mermado por el BOG quemado en la UCG o caldera sin ningún aprovechamiento energético. Para ello se trataría el exceso de BOG en un sistema de generación de hidrógeno preferentemente

mediante un proceso de reformado mientras que opcionalmente puede utilizar electrolisis, oxidación parcial, Kvaerner o reformado autotérmico, obteniendo un combustible con un poder calorífico superior y con la posibilidad de ser utilizado como combustible con la única emisión de vapor de agua.

5

En la actualidad las estrictas normativas anticontaminación reguladas por el convenio MARPOL en el anexo IV, restringen la utilización de combustible con elevados contenidos de azufre así como las emisiones contaminantes.

10

El hidrógeno generado se puede almacenar bajo presión en tanques independientes en el interior de los propios tanques de carga del buque, para conseguir una temperatura criogénica permitiendo de este modo, una mayor cantidad de almacenaje. De este modo se podría utilizar el hidrógeno en puerto donde las medidas anticontaminación son más estrictas e incluso, sustituyendo sistemas como el Cold-Ironing (Conexión eléctrica a tierra).

15

Se realiza una búsqueda de patentes relacionadas con el aprovechamiento del BOG en buques GNL para la generación de hidrógeno y su almacenamiento a bordo. Como resultado de esta búsqueda solo se han encontrado las patentes que se mencionan a continuación. Destacando que ninguna de ellas se trata la generación de hidrógeno a partir del BOG generado.

20

En la patente número US 20060174627 A1 se presenta una integración de un sistema de suministro de GN como combustible para motores y una planta de relicuación del BOG.

25

En la patente número US 20060174627 A1 se presenta una planta de procesamiento de GNL, donde se procede a la regasificación del GNL con la integración de un sistema para la generación de energía eléctrica. En la patente US 20060174627 A1 se presenta un recipiente de almacenamiento para líquidos criogénicos con un recipiente externo e interno y de esta manera realiza una mejor adaptación geométrica.

30

En el estado actual de la tecnología relacionada con la generación de hidrógeno a partir del BOG, mediante un proceso de reformado junto con su almacenamiento, no es conocida ninguna alternativa tecnológica similar de las características de este invento.

35

Breve descripción de la invención

La invención consiste en una planta de generación de hidrógeno mediante reformado en buques GNL a partir del exceso de BOG, almacenado bajo presión en tanques independientes en el interior de los propios tanques de carga del buque, para conseguir una temperatura criogénica permitiendo de este modo, una mayor cantidad de almacenaje.

40

Descripción de las figuras

45

En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen el sistema de generación y almacenaje de hidrógeno en buques LNG a partir del BOG generado en los tanques de carga, en donde se hace referencia a las figuras 1 y 2.

50

Figura 1. Sistema de gestión de gas.

Figura 2. Sistema de almacenamiento de hidrógeno.

Los componentes referenciados en las figura 1 se identifican como sigue:

1. Tanques de carga de GNL.
- 5 2. Generador de BOG.
3. Separador de gases del BOG.
4. Intercambiador (BOG/hidrógeno).
- 10 5. Compresor Low-Duty (BOG).
6. Intercambiador de calor metano/Agua o glicol.
- 15 7. Módulo de obtención de hidrógeno mediante reformado.
8. Sistema de propulsión y generación eléctrica.
9. Unidad de combustión de gas.
- 20 10. Intercambiador de calor para recuperación de calores residuales del buque en el módulo de reformado.
11. Intercambiador de calor para enfriar el hidrógeno con agua o glicol.
- 25 12. Compresor de hidrógeno.
13. Intercambiador de calor para enfriar el hidrógeno con agua o glicol.
- 30 14. Tanques de hidrógeno.

Descripción detallada de la invención

35 La planta de generación de hidrógeno mediante reformado en buques GNL a partir del BOG y almacenado bajo presión en tanques independientes en el interior de los propios tanques de carga del buque, está constituida por los elementos mostrados en la figura 1 y 2.

40 El BOG generado en los buques GNL puede ser provocado por dos medios diferentes.

Mediante la transferencia de calor a través de las paredes de los tanques de carga (1) al GNL transportado, o por un generador de BOG que consiste en un intercambiador de calor con vapor de agua (2).

45 EL BOG es tratado en un separador de gases (3), donde de la mezcla de gases que componen el GN solo es utilizado el metano. El metano a la salida del separador (3), que se encuentra a una temperatura criogénica, se envía a un intercambiador de calor (4) donde se enfría el hidrógeno generado para reducir su temperatura de almacenamiento.

50 Tras realizar el intercambio de calor con el hidrógeno, el metano es comprimido desde la presión de los tanques a la presión de trabajo del sistema en un compresor Low-Duty (5).

A continuación se estabiliza la temperatura del metano en un intercambiador glicol o agua (6) garantizando de esta manera las condiciones adecuadas para el sistema de, generación de hidrógeno (7), propulsión y de generación eléctrica (8) y UCG (9).

5 Una vez tratado el metano, este alimentaría a los siguientes sistemas:

- Módulo de obtención de hidrógeno mediante reformado (7).
- Sistema de propulsión y generación eléctrica (8).
- 10 - UCG (9).

El BOG producido en los tanques de carga (1) principalmente es utilizado en el sistema de propulsión y generación eléctrica (8). Pero cuando la generación de BOG es superior al consumido por el sistema de propulsión y generación de energía eléctrica (8), este exceso de BOG, se envía al módulo de obtención de hidrógeno preferentemente mediante un proceso de reformado mientras que opcionalmente puede utilizar electrolisis, oxidación parcial, Kvaerner o reformado autotérmico (7). Para aumentar la eficiencia del módulo de obtención de hidrógeno (7) se aprovecha el calor residual existente en el buque, para el calentamiento del agua o incluso la generación de vapor necesario para el proceso de reformado. Las fuentes de calor residual a bordo pueden ser los gases de escape, agua de refrigeración de camisas y sistemas auxiliares o cualquier otra fuente que lo permita. Este calor residual sería aprovechado en uno o varios intercambiadores de calor (10) en el módulo de reformado (7).

25 La UCG (9) es utilizada exclusivamente para situaciones de emergencia en las cuales el exceso de BOG generado a bordo no se pudiera gestionar en ninguno de los procesos explicados anteriormente.

30 Una vez generado el hidrógeno y a la salida del módulo de reformado (7), se enfría en un intercambiador de calor con glicol o agua (11), antes de ser comprimido en el compresor de hidrógeno (12) hasta la presión del almacenamiento. A la salida del compresor de hidrógeno (12), el hidrógeno es de nuevo enfriado en el intercambiador de calor (13) y a continuación se envía al intercambiador de calor con el BOG (4) para alcanzar la temperatura más próxima posible a la de los tanques de carga (1). Finalmente se almacena bajo presión en tanques independientes (14) en el interior de los propios tanques de carga del buque (1), para conseguir una temperatura criogénica permitiendo de este modo, una mayor cantidad de almacenaje.

40 El hidrógeno producido a partir del metano y almacenado a bordo tiene la utilidad de poder ser utilizado como combustible independiente o mezclando con GN.

Descripción de realizaciones preferentes de la invención

45 En coherencia con la descripción del invento, se resalta una realización preferente de la invención "Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL" mostrada en la figura 1 y 2.

REIVINDICACIONES

1. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, **caracterizada** por comprender:
- 5
1. Tanques de carga de GNL.
 2. Generador de BOG.

10

 3. Separador de gases del BOG.
 4. Intercambiador (BOG/hidrógeno).
 5. Compresor Low-Duty (BOG).

15

 6. Intercambiador de calor metano/Agua o glicol.
 7. Módulo de obtención de hidrógeno mediante reformado.

20

 8. Sistema de propulsión y generación eléctrica.
 9. Unidad de combustión de gas.

25

 10. Intercambiador de calor para recuperación de calores residuales del buque en el módulo de reformado.
 11. Intercambiador de calor para enfriar el hidrógeno con agua o glicol.
 12. Compresor de hidrógeno.

30

 13. Intercambiador de calor para enfriar el hidrógeno con agua o glicol.
 14. Tanques de hidrógeno.

35

 2. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, según reivindicación 1^a, **caracterizada** por la utilización del BOG generado a bordo para la obtención de hidrógeno.

40

 3. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, según reivindicación 2^a, **caracterizada** por la utilización preferentemente de un proceso de reformado mientras que opcionalmente puede utilizar electrolisis, oxidación parcial, Kvaerner o reformado autotérmico para la obtención de hidrógeno.

45

 4. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, según reivindicación 3^a, **caracterizada** por el aprovechamiento del calor residual generado a bordo para aumentar la eficiencia del proceso de generación de hidrógeno.

50

 5. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, según reivindicación 4^a, **caracterizada** por el almacenamiento del hidrógeno bajo presión en tanques independientes en el interior de los propios tanques de carga del buque a temperatura criogénica.

6. Planta de generación de hidrógeno para instalación a bordo de buques GNL, según reivindicación 5^a, **caracterizada** por la posibilidad de consumir el hidrógeno generado como combustible.

5

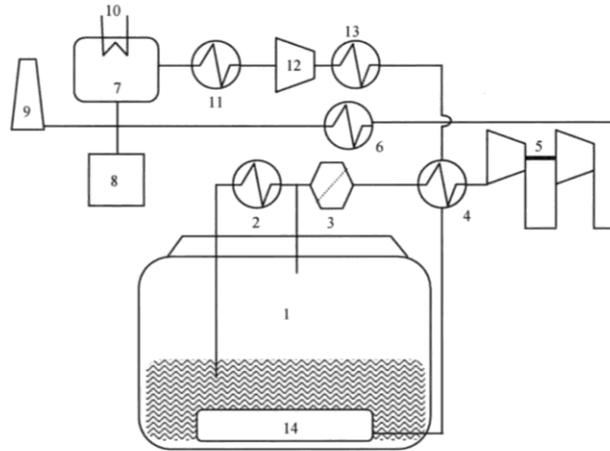


FIGURA 1

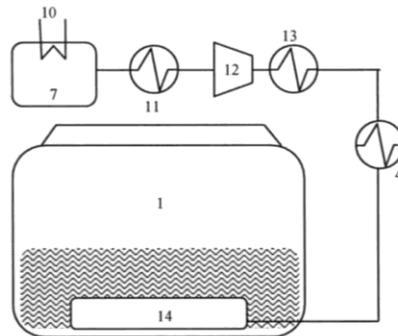


FIGURA 2



- ②① N.º solicitud: 201600088
②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.02.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C01B3/34** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 2444314 A1 (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE) 25/04/2012, Párrafos [0008-0010; 0029; 0050-0058].	1-6
A	JP H02109792 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 23/04/1990, resumen [en línea], recuperado de [EPODOC/EPO]	1-6
A	US 2009215328 A1 (DAFFEY KEVIN) 27/08/2009, Párrafo [0016]	1-6
A	EP 0069717 A1 (MOSS ROSENBERG VERFT AS) 12/01/1983, pág. 2, líneas 29-34	1-6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
11.11.2016

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C01B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, TXTUS, TXTEP, TXTGB, XPESP, XPI3E, XPMISC, GOOGLE PATENT, GOOGLE SCHOLAR

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.11.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 2444314 A1 (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE)	25.04.2012
D02	JP H02109792 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND)	23.04.1990
D03	US 2009215328 A1 (DAFFEY KEVIN)	27.08.2009
D04	EP 0069717 A1 (MOSS ROSENBERG VERFT AS)	12.01.1983

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 divulga una planta para su instalación a bordo de buques de gas natural licuado (GNL) donde se aprovecha el "boil-off gas" de los tanques de almacenamiento de GNL para obtener gas de síntesis (H₂+CO) mediante reformado. Dicho gas de síntesis se alimenta a una pila de combustible para producir electricidad. (Ver párrafos [0008-0010; 0029; 0050-0058]).

El documento D02 divulga un proceso que utiliza el "boil-off gas" para obtener mediante reformado un fuel gas que alimenta a una celda de combustible para generar energía que impulsa el barco. (Ver resumen EPODOC/EPO).

El documento D03 divulga un proceso donde el "boil-off gas" del gas natural licuado de un barco se utiliza en una turbina de gas para impulsar el barco. (Ver párrafo [0016]).

El documento D04 divulga un método para utilizar el "boil-off gas" de gas natural licuado como combustible en un motor dual gas/diésel para barcos. (Ver pág. 2, líneas 29-34).

Ninguno de los documentos D01-D04 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela una planta de generación de hidrógeno para su instalación a bordo de buques GNL donde se aprovecha el "boil-off gas" de los tanques de almacenamiento de GNL para obtener hidrógeno mediante reformado que tenga los equipos que se recogen en la reivindicación 1 de la solicitud, que permiten una alimentación en condiciones adecuadas de presión y temperatura al sistema de generación de hidrógeno, o bien al sistema de propulsión, o bien al sistema de generación eléctrica o combustión.

Por lo tanto, se considera que la invención recogida en las reivindicaciones 1-6 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva, según lo establecido en los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes.