



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 334 324**

⑫ Número de solicitud: 200950040

⑬ Int. Cl.:  
**F17C 9/02** (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **15.01.2008**

⑯ Prioridad: **30.01.2007 US 11/668,817**

⑰ Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2010**

Fecha de la concesión: **20.12.2010**

⑲ Fecha de anuncio de la concesión: **03.01.2011**

⑳ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**03.01.2011**

⑳ Titular/es:  
**FOSTER WHEELER USA CORPORATION**  
**2020 Dairy Ashford**  
**Houston, Texas 77077, US**

㉑ Inventor/es: **Ding, James, S.**

㉒ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

㉓ Título: **Sistema vaporizador de gas natural (LNG, Liquefied Natural Gas), ecológico.**

㉔ Resumen:

Sistema vaporizador de gas natural (LNG, Liquefied Natural Gas), ecológico.

Sistema vaporizador de gas natural licuado (LNG, Liquefied Natural Gas), ecológico. Se proporciona una propuesta para vaporizar gas natural licuado (LNG). Un sistema que utiliza la circulación cerrada de un medio de transferencia térmica calentado por aire ambiental y calor residual procedente de una fuente de calor residual, vaporiza el LNG.

ES 2 334 324 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

**DESCRIPCIÓN**

Sistema vaporizador de gas natural (LNG, Liquefied Natural Gas), ecológico.

**5 1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una propuesta para vaporizar gas natural licuado (LNG), utilizando la circulación cerrada de un medio de transferencia de calor calentado por aire ambiental y calor residual procedente de al menos una fuente de calor residual.

**10 2. Descripción de la técnica relacionada**

El gas natural licuado (LNG) ha venido jugando un papel importante en el mercado energético reciente. Desde el principio del siglo veintiuno, la mayoría de las principales empresas energéticas han estado desarrollando agresivamente las capacidades de licuefacción en puntos remotos de producción de gas natural. Inmediatamente después de la finalización de las plantas de licuefacción, los terminales de recepción y regasificación se convierten en necesidades inevitables en las áreas de consumo energético. Hay más de 30 terminales de LNG en Norteamérica. Actualmente, se ha propuesto que estos terminales de LNG utilicen vaporización de bastidor abierto (ORV, open-rack vaporization) para la vaporización de LNG. Sin embargo, estas instalaciones no pueden salir adelante debido a problemas medioambientales para usar el agua del mar como medio de transferencia térmica para la vaporización.

La regasificación de LNG es muy diferente de la de otros gases licuados, como el nitrógeno, en aspectos operativos y cuantitativos del proceso. Por consiguiente, las instalaciones diseñadas para la regasificación de otros gases licuados son inadecuadas para la regasificación de LNG.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema y un método para la regasificación de LNG que sea eficiente, económico, compacto e inofensivo medioambientalmente.

**Resumen de la invención**

Estas y otras necesidades son tratadas por la presente invención, en la cual se proporciona un sistema y un método para la vaporización de LNG. El sistema para vaporizar LNG comprende un medio circulante de transferencia de calor, calentado por fuentes de calor existentes, para vaporizar LNG. El método para vaporizar LNG comprende poner en circulación el medio de transferencia de calor a través de estas fuentes de calor, para vaporizar el LNG.

En un aspecto de la presente invención, el sistema para vaporizar LNG comprende un medio de transferencia de calor que comprende glicol, agua y alcohol. El sistema comprende además un tanque de expansión para el incremento en el volumen del medio de transferencia de calor y la aspiración de la bomba. El sistema comprende también al menos una bomba de circulación, para la puesta en circulación del medio de transferencia de calor. El sistema comprende adicionalmente al menos un calentador de aire para calentar el medio de transferencia de calor a una temperatura próxima a la ambiental. El sistema comprende también al menos una unidad de recuperación de calor para recuperar calor residual procedente de al menos una fuente de calor residual. El sistema comprende además al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos para vaporizar el LNG a gas natural.

En otro aspecto de la presente invención se revela un método para la vaporización de LNG. El método comprende poner en circulación un medio de transferencia de calor que comprende glicol, agua y alcohol procedentes de un tanque de expansión, hasta al menos un calentador de aire. El método comprende además calentar el medio de transferencia de calor utilizando dicho al menos un calentador de aire aproximadamente hasta la temperatura ambiente. El método comprende también poner en circulación el medio de transferencia de calor procedente de dicho al menos un calentador de aire, hacia al menos una unidad de recuperación de calor, recuperando dicha al menos una unidad de recuperación de calor, calor residual procedente de al menos una fuente de calor residual. El método comprende adicionalmente calentar el medio de transferencia de calor utilizando dicha al menos una unidad de recuperación de calor. El método comprende también poner en circulación el medio de transferencia de calor procedente de dicha al menos una unidad de recuperación de calor, a través de la parte de coraza de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos. El método comprende adicionalmente bombear el LNG desde un tanque de almacenamiento o una entrada, a la parte de tubos de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos, con el objeto de vaporizar el LNG para formar gas natural. El método comprende también poner en circulación el medio de transferencia de calor, de vuelta al tanque de expansión para el incremento de volumen.

**60 Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo, y no de forma limitativa, en la figura del dibujo anexo y en la que los mismos números de referencia se refieren a elementos similares, y donde:

la figura 1 es un diagrama de un sistema para vaporizar LNG de acuerdo con una realización de la presente invención.

## Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Se describe un sistema y un método para vaporizar LNG. En la siguiente descripción, en beneficio de la explicación se expone numerosos detalles específicos con el propósito de proporcionar una comprensión a fondo, de la presente invención. No obstante, para un técnico en la materia es evidente la presente invención puede llevarse a la práctica sin estos detalles específicos o con una disposición equivalente. En otros casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques, con el objeto de evitar complicar innecesariamente la presente invención.

La figura 1 es un diagrama de un sistema para vaporizar LNG de acuerdo con una realización de la presente invención. Un tanque de expansión ET-I almacena una mezcla de agua, glicol y alcohol como medio de transferencia de calor. El tanque de expansión ET-I comprende un acero al carbono, cubierto por gas atmosférico, para expansión del volumen del medio de transferencia de calor y la aspiración de la bomba, para temperaturas entre unos  $-1,1^{\circ}\text{C}$  y unos  $65,5^{\circ}\text{C}$ , a una presión de unas 68,9 kPa rel. El tanque de expansión ET-I comprende una entrada/salida, toberas de llenado automáticas/manuales, dispositivos de control/indicación de nivel y un dispositivo de protección personal sin aislamiento. El glicol comprende etilenglicol. El alcohol comprende metanol/etanol. El medio de transferencia de calor tiene una temperatura de congelación de unos  $-40^{\circ}\text{C}$ , pero en el sistema funciona con una temperatura mínima de unos  $-28,9^{\circ}\text{C}$ . Al menos una bomba de circulación CP-I pone en circulación el medio de transferencia de calor procedente del tanque de expansión ET-I. La bomba de circulación comprende una bomba de gran volumen y baja carga.

La bomba de circulación CP-I envía el medio de transferencia térmica al menos a un calentador de aire AH-I. El calentador de aire AH-I comprende un intercambiador térmico de aleta-ventilador que intercambia el calor contenido en el aire ambiental soplado hacia las aletas del calentador de aire AH-I, para calentar el medio de transferencia de calor que fluye a través del calentador de aire AH-I. El calentador de aire AH-I trabaja a una temperatura entre unos  $-28,9^{\circ}\text{C}$  y unos  $65,5^{\circ}\text{C}$ , a una presión de unas 1034,2 kPa rel. El medio de transferencia de calor es calentado por el calentador de aire AH-I desde una temperatura menor a la ambiental hasta cerca de la temperatura ambiental. Entre aproximadamente el 50% y el 80% del calor necesario para el que el medio de transferencia de calor vaporice el LNG, se obtiene del calentador de aire AH-I.

El medio de transferencia de calor se pone en circulación desde dicho al menos un calentador de aire AH-I hasta al menos una unidad de recuperación de calor residual WRU-I. La unidad de recuperación de calor residual comprende una unidad de recuperación de calor residual del tipo de tubo de agua, para recuperar calor del gas de escape desde al menos una fuente de calor residual WHS-I y/o al menos un calentador encendido. Aproximadamente entre el 20% y el 50% del calor requerido por el medio de transferencia de calor para vaporizar el LNG, se obtiene desde la unidad de recuperación de calor residual WRU-I. Para condiciones ambientales más frías la unidad de recuperación de calor residual puede recobrar auxiliariamente calor del conducto activado. Hasta este punto, no se requiere un servicio criogénico como los vaporizadores de aire atmosférico (AAV) y los vaporizadores de bastidor abierto (ORV).

El medio de transferencia de calor se pone en circulación desde dicha al menos una unidad de recuperación de calor residual, hasta el lado de coraza de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos LE-I. El LNG se bombea desde una entrada o un tanque de almacenamiento LT-I a través del lado de los tubos de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos LE-I, para la vaporización en gas natural. Tras la circulación a través del lado de coraza del intercambiador término de coraza y tubos LE-I, se hace circular de vuelta el medio de transferencia al tanque de expansión ET-I para el incremento de volumen.

Por consiguiente, se revela un sistema y un método eficientes, económicos, compactos e inocuos medioambientalmente, para la vaporización de LNG.

Si bien la presente invención se ha descrito en relación con una serie de realizaciones e implementaciones, la presente invención no se limita a estas si no que cubre varias modificaciones obvias y disposiciones equivalentes, que caen dentro del ámbito de las reivindicaciones anexas.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para vaporizar gas natural licuado (LNG, liquefied natural gas), que comprende:

un medio de transferencia de calor que comprende glicol, agua y alcohol;

un tanque de expansión para el incremento en el volumen del medio de transferencia de calor y la aspiración de la bomba;

al menos una bomba de circulación para poner en circulación el medio de transferencia de calor;

al menos un calentador de aire para calentar el medio de transferencia de calor hasta cerca de la temperatura ambiente;

al menos una unidad de recuperación de calor para recuperar calor residual desde al menos un turbogenerador; y

al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos para vaporizar el LNG a gas natural.

2. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que el medio de transferencia de calor comprende etilenglicol.

3. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que el medio de transferencia de calor comprende metanol/etanol.

4. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que el medio de transferencia de calor tiene una temperatura de congelación por debajo de unos  $-40^{\circ}\text{C}$

5. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que la temperatura de trabajo del medio de transferencia de calor está en tomo a  $-28,9^{\circ}\text{C}$ .

6. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que el tanque de expansión comprende acero al carbono para la expansión del volumen del medio de transferencia de calor, aproximadamente a temperaturas de entre  $-34,4^{\circ}\text{C}$  y  $65,5^{\circ}\text{C}$  y a una presión de unas 68,9 kPa rel.

7. El sistema acorde con la reivindicación 6, en el que el tanque de expansión está cubierto por gas y comprende una entrada/salida, toberas de llenado automáticas/manuales, dispositivos de indicación/control de nivel y un dispositivo de protección personal sin aislamiento.

8. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que dicha al menos una bomba de circulación comprende una bomba de gran volumen y baja carga.

9. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que dicha al menos una bomba de circulación hace circular el medio de transferencia de calor desde el tanque de expansión hasta al menos un calentador de aire.

10. El sistema acorde con la reivindicación 9, en el que el medio de transferencia de calor es calentado por dicho al menos un calentador de aire hasta aproximadamente la temperatura ambiente, donde dicho al menos un calentador de aire es un intercambiador de calor de aleta-ventilador, con aire ambiente.

11. El sistema acorde con la reivindicación 10, en el que el medio de transferencia de calor se pone además en circulación desde dicho al menos un calentador de aire hasta al menos una unidad de recuperación de calor, en el que dicha al menos una unidad de recuperación de calor calienta más el medio de transferencia de calor.

12. El sistema acorde con la reivindicación 11, en el que el medio de transferencia de calor se calienta aproximadamente entre el 50% y el 100% mediante dicho al menos un calentador de aire.

13. El sistema acorde con la reivindicación 11, en el que el medio de transferencia de calor se calienta entre aproximadamente el 0% y el 50% mediante dicha al menos una unidad de recuperación de calor.

14. El sistema acorde con la reivindicación 1, en el que dicha al menos una unidad de recuperación de calor recupera calor residual desde al menos una fuente de calor residual.

15. El sistema acorde con la reivindicación 11, en el que el medio de transferencia de calor se pone en circulación desde dicha al menos una unidad de recuperación de calor hasta el lado de la coraza de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos, y en el que el LNG se bombea a través del lado de los tubos de dicho al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos, para su vaporización en gas natural.

## ES 2 334 324 B1

16. Un método para vaporizar gas natural licuado (LNG), que comprende:

poner en circulación un medio de transferencia de calor que comprende glicol, agua y alcohol, desde un tanque de expansión hasta al menos un calentador de aire;

calentar el medio de transferencia de calor utilizando dicho al menos un calentador de aire hasta aproximadamente la temperatura ambiente;

poner en circulación el medio de transferencia de calor desde dicho al menos un calentador de aire hasta al menos una unidad de recuperación de calor, dicha al menos una unidad de recuperación de calor recuperando calor residual desde al menos una fuente de calor residual;

calentar el medio de transferencia de calor utilizando dicha al menos una unidad de recuperación de calor;

poner en circulación el medio de transferencia de calor desde dicha al menos una unidad de recuperación de calor, a través del lado de coraza de al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos;

bombear el LNG desde un tanque de almacenamiento hasta el lado de los tubos de dicho al menos un intercambiador térmico de coraza y tubos, para vaporizar el LNG en gas natural; y

poner en circulación el medio de transferencia de calor, de vuelta al tanque de expansión para el incremento de volumen.

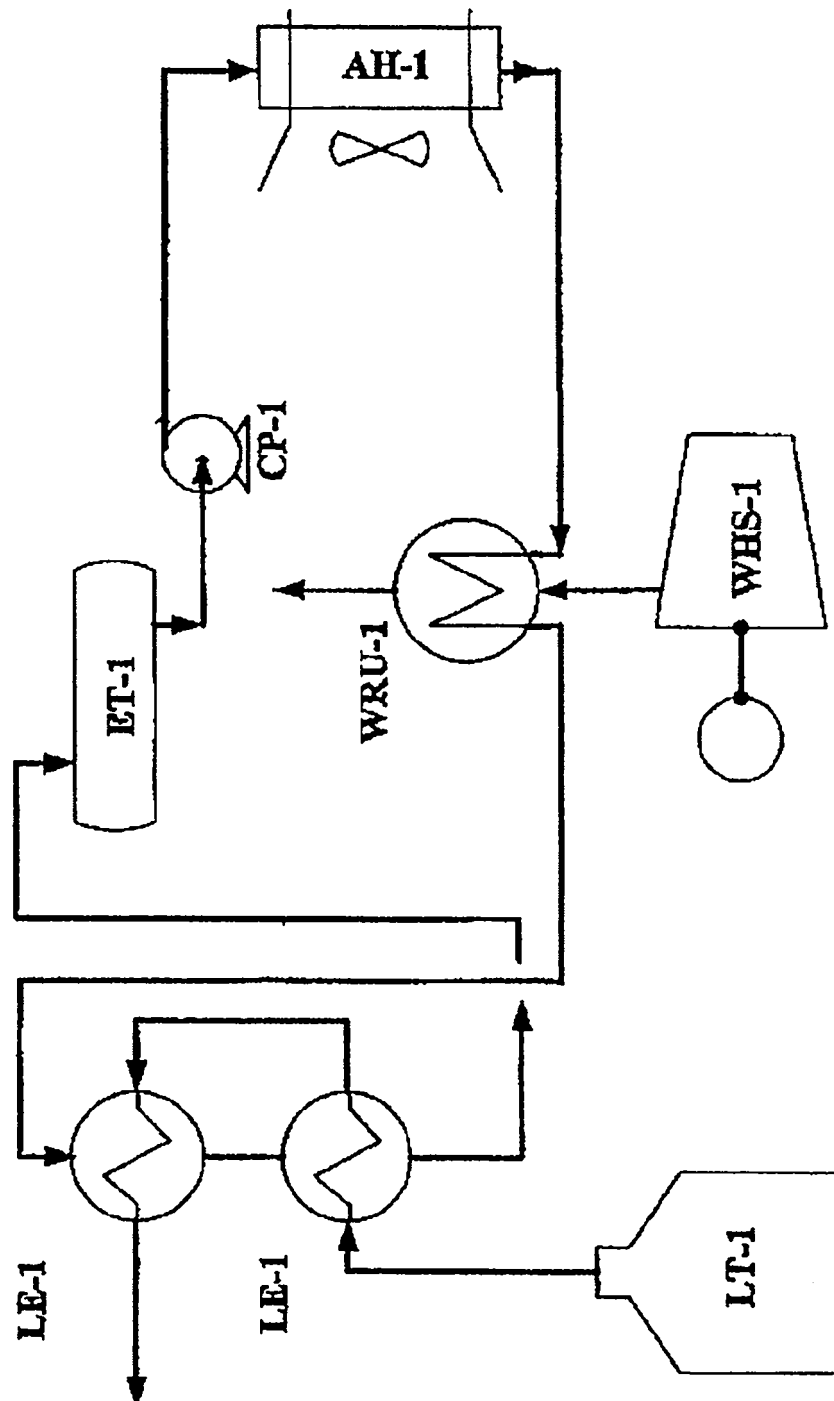
17. El método acorde con la reivindicación 16, en el que el medio de transferencia de calor comprende metanol/etanol.

18. El método acorde con la reivindicación 16, en el que el medio de transferencia de calor está mezclado para tener una temperatura de congelación por debajo de unos  $-40^{\circ}\text{C}$ .

19. El método acorde con la reivindicación 16, en el que el medio de transferencia de calor se calienta entre aproximadamente el 50% y 100% mediante dicho al menos un calentador de aire.

20. El método acorde con la reivindicación 16, en el que el medio de transferencia de calor se calienta entre aproximadamente el 0% y el 50% mediante dicha al menos una unidad de recuperación de calor.

Fig. 1





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 334 324

⑫ Nº de solicitud: 200950040

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 15.01.2008

⑭ Fecha de prioridad: 30.01.2007

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: F17C 9/02 (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2005274126 A1 (BAUDAT et al.) 15.12.2005, figuras 1,3; párrafos [24]-[29],[35],[43]-[46]; tabla 1.	1-20
A	US 6571548 B1 (BRONICKI et al.) 03.06.2003, columna 1, líneas 59-68; columna 2, líneas 21-28; figura 1.	1-20
A	US 6367258 B1 (WEN et al.) 09.04.2002, columna 5, líneas 58-67; columna 6, líneas 4-10; figura 1.	1-20

#### 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

21.01.2010

Examinador

I. Gonzalez Balseyro

Página

1/4

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

F17C

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, TXTUS, XPESP



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.01.2010

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones 1-20	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones 1-20	<b>NO</b>

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 ha sido publicada.

**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	US 2005274126 A1	15-12-2005
D02	US 6571548 B1	03-06-2003
D03	US 6367258 B1	09-04-2002

**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 objeto de la invención es un sistema de vaporización de gas natural licuado mediante la utilización de un circuito cerrado de un fluido refrigerante a base de glicol, agua y alcohol; así como el procedimiento de utilización del mismo.

El documento D1 divulga un sistema para la vaporización de gas natural licuado mediante un fluido intermedio de transferencia de calor (etilenglicol-agua, metanol) en circuito cerrado, que comprende un recipiente acumulador que opera a 110 kPa rel y -23°C presurizado con N2, una bomba, un aerorrefrigerante, un economizador y un vaporizador carcasa/tubos de gas natural licuado (ver fig. 1 y 3).

El calor aportado por el aerorrefrigerante bien puede ser del 100% del calor requerido o el 58%, siendo en este último caso complementado por el economizador y el horno que aportarán el 42% restante. Siendo posibles situaciones intermedias entre estos dos extremos (ver tabla 1).

Asimismo, el documento D1 divulga el procedimiento para vaporizar gas natural donde el fluido intermedio parte del recipiente acumulador, es impulsado por una bomba a través del aerorrefrigerante en el cual se calienta, pasa por el cambiador de calor (economizador) donde se calienta con gases residuales de un horno, pasando posteriormente por este horno que termina de calentarlo, finalizando el circuito en el vaporizador de gas natural licuado donde se enfría cediendo todo el calor absorbido en los cambiadores anteriores. (Ver fig 1 y 3, párrafos [24] a [29], [35], [43]-[46]).

En vista de lo anterior la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1-20 carece de novedad (art. 6.1 LP).