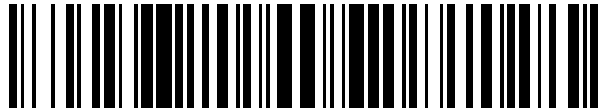


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 879**

21 Número de solicitud: 201500156

51 Int. Cl.:

**F01K 23/04** (2006.01)  
**F17C 9/04** (2006.01)  
**F01K 25/08** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

**26.02.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**29.08.2016**

Fecha de la concesión:

**01.02.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**08.02.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FERREIRO GARCÍA, Ramón;  
ROMERO GÓMEZ, Javier ;  
CARBIA CARRIL, José y  
ROMERO GÓMEZ, Manuel**

54 Título: **Planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación de gas natural licuado**

57 Resumen:

La presente invención denominada "planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL", es el aprovechamiento del proceso de regasificación del GNL para ser utilizado como foco frío de una planta termoeléctrica. Está constituida por dos ciclos Rankine y un turbogenerador de expansión directa de GN, conectados en cascada con respecto la fuente fría formada por el proceso de regasificación del GNL. Esta planta es alimentada con calor procedente tanto de la industria como del entorno ambiental basado en agua de mar, ríos, lagos o aire del ambiente. Los ciclos Rankine operan con argón y metano respectivamente, mientras que la turbina de expansión directa de GN opera con el gas natural (GN) regasificado y destinado al consumo.

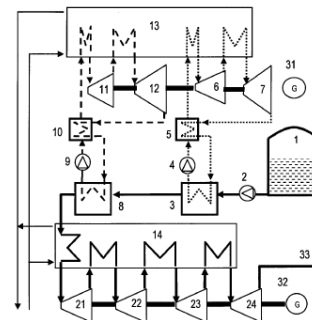


FIGURA 1.

ES 2 580 879 B2

## DESCRIPCIÓN

Planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación de gas natural licuado.

5

### **Campo técnico de la invención**

La presente planta termoeléctrica objeto de la invención, pertenece al campo técnico de la producción de energía eléctrica con calor ambiental procedente del agua de mar, ríos, lagos o aire atmosférico y que utiliza el proceso de regasificación del gas natural licuado (GNL) como medio de enfriamiento.

10

### **Objetivo de la invención**

El objetivo de la presente invención denominada Planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL, es el aprovechamiento del proceso de regasificación del GNL para ser utilizado como foco frío de una planta termoeléctrica alimentada con calor procedente del entorno, incluyendo calor residual, o calor del agua o aire ambientales.

15

20

### **Antecedentes de la invención**

Las plantas convencionales de regasificación del GNL, utilizan diversas configuraciones para producir electricidad utilizando el frío disponible durante su proceso de regasificación. Así, las plantas de regasificación del GNL dotadas del sistema de producción de energía eléctrica con calor ambiental, detectadas después de un rastreo de las bases de datos en el campo de la regasificación son:

25

EP2390745 A2, US4995234, US5457951, US6089022, US6367258 y US7493763.

30

El invento denominado Planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL se diferencia de los citados tanto en la configuración física como los fluidos térmicos. En el estado actual de la tecnología no se conocen plantas de regasificación del GNL que produzcan energía eléctrica con calor del ambiente, constituidas por dos ciclos de Rankine y un turbogenerador de expansión directa de GN conectados en cascada con respecto la fuente fría formada por el proceso de regasificación.

35

### **Breve descripción de la invención**

La planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL está constituida por dos ciclos de Rankine y un turbogenerador de expansión directa de GN, conectados en cascada con respecto la fuente fría formada por el proceso de regasificación del GNL, utilizando calor procedente tanto de la industria como del entorno ambiental basado en agua de mar, ríos, lagos o aire del ambiente. Los ciclos de Rankine operan con argón y metano respectivamente, mientras que la turbina de expansión directa de GN opera con el gas natural (GN) regasificado y destinado al consumo.

40

45

50

### Descripción de las figuras

En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen la planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL para facilitar la comprensión de la invención, en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

Figura 1. Muestra el esquema de la planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL, compuesta por los siguientes componentes:

1. depósito almacén de GNL
2. bomba de suministro del GNL
3. condensador de ciclo Rankine de argón
4. bomba de alimentación del ciclo Rankine de argón
5. regenerador de calor del ciclo Rankine de argón
6. turbina de alta presión del ciclo Rankine de argón
7. turbina de baja presión del ciclo Rankine de argón
8. condensador de ciclo Rankine de metano
9. bomba de alimentación del ciclo Rankine de metano
10. regenerador de calor del ciclo Rankine de metano
11. turbina de alta presión del ciclo Rankine de metano
12. turbina de baja presión del ciclo Rankine de metano
13. calentador de argón y metano con calor ambiental
14. calentador de GN con calor ambiental
21. 1ª etapa de la turbina de expansión directa de GN
22. 2ª etapa de la turbina de expansión directa de GN
23. 3ª etapa de la turbina de expansión directa de GN
24. 4ª etapa de la turbina de expansión directa de GN
31. generador eléctrico de los ciclos Rankine de argón y metano
32. generador eléctrico de la turbina de expansión directa de GN
33. línea de distribución de GN a usuarios.

### Descripción detallada de la invención

- 5 La planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL, está constituida por dos ciclos de Rankine y un turbogenerador de expansión directa de GN conectados en cascada con respecto al foco frío formado por el proceso de regasificación de GNL donde,
- el ciclo Rankine de argón consta de:
- 10 - condensador de argón (3) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG,
- bomba de alimentación del ciclo Rankine de argón (4)
- 15 - regenerador de calor del ciclo Rankine de argón (5)
- turbina de alta presión del ciclo Rankine de argón (6)
- turbina de baja presión del ciclo Rankine de argón (7)
- 20 y donde, el ciclo de Rankine de metano consta de:
- condensador de argón (8) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG,
- 25 - bomba de alimentación del ciclo Rankine de metano (8)
- regenerador de calor del ciclo Rankine de argón (9)
- 30 - turbina de alta presión del ciclo Rankine de argón (10)
- turbina de baja presión del ciclo Rankine de argón (11)
- y donde, los ciclos Rankine de argón y metano absorben calor del calentador (13) alimentado con calor ambiental
- 35 y donde, las turbinas de los ciclos de Rankine de argón y metano (6), (7), (11) y (12), actúan sobre el generador (31) por medio de un eje común
- 40 y donde, la turbina de expansión directa de GN consta de de cuatro etapas de expansión (21), (22), (23) y (24) con recalentamiento intermedio
- y donde, la turbina de expansión directa de GN absorbe calor del calentador (14) alimentado con calor ambiental
- 45 y donde, la turbina de expansión directa de GN formada por las etapas (21), (22), (23) y (24) actúa sobre el generador (32) por medio de un eje común.
- 50 La planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante la regasificación del GNL opera calentando y regasificando el GNL, de tal manera que el GNL almacenado en el almacén de GNL (1) es bombeado a alta presión y temperatura

aproximada de  $-162^{\circ}\text{C}$  por la línea de distribución de GN a usuarios (33), mediante la bomba de suministro del GNL (2). Atraviesa el condensador del ciclo Rankine de argón (3) absorbiendo calor y condensando el argón, seguidamente atraviesa el condensador del ciclo Rankine de metano (8) absorbiendo calor y condensando el metano, para pasar al calentador (14), donde es calentado y expandido en la turbina de expansión directa de GN dotada de cuatro etapas con recalentamiento intermedio, siendo finalmente evacuado a la línea de distribución de GN a usuarios (33) a la presión de utilización.

### Descripción de la realización preferente de la invención

La realización preferente de la planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL está referida a la figura 1, constituida por:

a) ciclo Rankine de argón formado por:

- condensador de argón (3) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG

- bomba de alimentación del ciclo Rankine de argón (4)

- regenerador de calor del ciclo Rankine de argón (5)

- turbina de alta presión del ciclo Rankine de argón (6)

- turbina de baja presión del ciclo Rankine de argón (7)

b) el ciclo de Rankine de metano formado por:

- condensador de metano (8) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG

- bomba de alimentación del ciclo Rankine de metano (8)

- regenerador de calor del ciclo Rankine de metano (9)

- turbina de alta presión del ciclo Rankine de metano (10)

- turbina de baja presión del ciclo Rankine de metano (11)

y donde,

los ciclos Rankine de argón y metano absorben calor del calentador (13) alimentado con calor ambiental

y donde, las turbinas de los ciclos Rankine de argón y metano (6), (7), (11) y (12) actúan sobre el generador (31) por medio de un eje común.

c) la turbina de expansión directa de GN dotada de cuatro etapas de expansión (21), (22), (23) y (24) con recalentamiento intermedio

y donde, la turbina de expansión directa de GN absorbe calor del calentador (14) alimentado con calor ambiental

- 5 y donde, la turbina de expansión directa de GN formada por las etapas (21), (22), (23) y (24) actúa sobre el generador (32) por medio de un eje común.

## REIVINDICACIONES

1. Planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL la cual está constituida por:

5

a) un ciclo Rankine de argón formado por:

- condensador de argón (3) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG

10

- bomba de alimentación del ciclo Rankine de argón (4)

- regenerador de calor del ciclo Rankine de argón (5)

15

- turbina de alta presión del ciclo Rankine de argón (6)

- turbina de baja presión del ciclo Rankine de argón (7)

b) un ciclo Rankine de metano formado por:

20

- condensador de metano (8) el cual utiliza parcialmente el frío del proceso de regasificación del LNG,

- bomba de alimentación del ciclo Rankine de metano (8)

25

- regenerador de calor del ciclo Rankine de metano (9)

- turbina de alta presión del ciclo Rankine de metano (10)

30

- turbina de baja presión del ciclo Rankine de metano (11)

y donde, los ciclos Rankine de argón y metano absorben calor del calentador (13) alimentado con calor ambiental

35

y donde, las turbinas de los ciclos Rankine de argón y metano (6), (7), (11) y (12) actúan sobre el generador (31) por medio de un eje común.

c) la turbina de expansión directa de GN dotada de cuatro etapas de expansión (21), (22), (23) y (24) con recalentamiento intermedio

40

y donde, la turbina de expansión directa de GN absorbe calor del calentador (14) alimentado con calor ambiental

45

y donde, la turbina de expansión directa de GN formada por las etapas (21), (22), (23) y (24) actúa sobre el generador (32) por medio de un eje común.

2. Procedimiento de operación de la planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación del GNL según reivindicación primera, **caracterizado** porque opera calentando y regasificando el GNL de tal manera que el GNL almacenado en el almacén de GNL (1) es bombeado a alta presión y temperatura aproximada de -162°C por la línea de distribución de GN a usuarios (33), mediante la bomba de

50

- 5 suministro del GNL (2). Atraviesa el condensador del ciclo Rankine de argón (3) absorbiendo calor y condensando el argón, seguidamente atraviesa el condensador del ciclo Rankine de metano (8) absorbiendo calor y condensando el metano, para pasar al calentador (14), donde es calentado y expandido en la turbina de expansión directa de GN dotada de cuatro etapas con recalentamiento intermedio, siendo finalmente evacuado a la línea de distribución de GN a usuarios (33) a la presión de utilización.



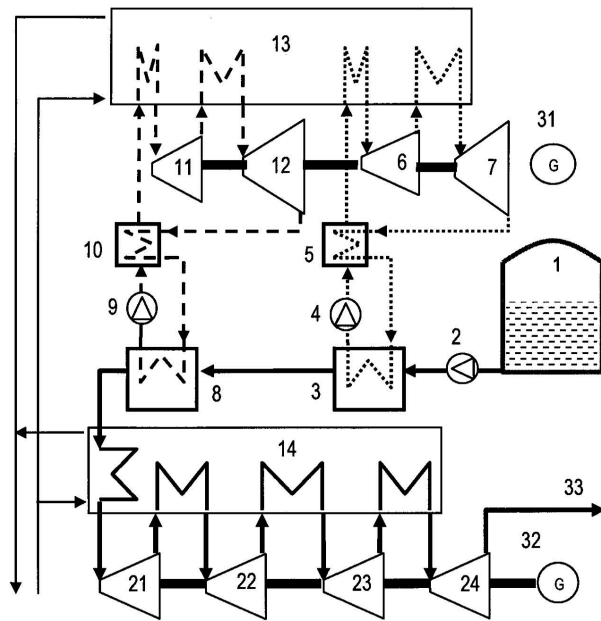


FIGURA 1.



②① N.º solicitud: 201500156

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.02.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4444015 A (MATSUMOTO OSAMU et al.) 24.04.1984, todo el documento.	1,2
A	ES 2436717 A2 (UNIV DA CORUNA) 03.01.2014, todo el documento.	1,2
A	WO 2012104202 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD et al.) 09.08.2012, todo el documento.	1,2
A	JP 2000204909 A (OSAKA GAS CO LTD) 25.07.2000, resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1,2
A	CN 203743849 U (UNIV LIAONING SHIHUA) 30.07.2014, resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1,2
A	US 2013133327 A1 (MILAM STANLEY NEMEC et al.) 30.05.2013, resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; figuras.	1

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  
05.10.2015

Examinador  
E. García Lozano

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F01K23/04** (2006.01)

**F17C9/04** (2006.01)

**F01K25/08** (2006.01)

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

F01K, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 05.10.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1,2	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1,2	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<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 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	US 4444015 A (MATSUMOTO OSAMU et al.)	24.04.1984
D02	ES 2436717 A2 (UNIV DA CORUNA)	03.01.2014
D03	WO 2012104202 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD et al.)	09.08.2012
D04	JP 2000204909 A (OSAKA GAS CO LTD)	25.07.2000
D05	CN 203743849 U (UNIV LIAONING SHIHUA)	30.07.2014
D06	US 2013133327 A1 (MILAM STANLEY NEMEC et al.)	30.05.2013

**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**

La presente solicitud se refiere a una planta termoeléctrica alimentada con calor ambiental y enfriada mediante regasificación de gas natural licuado (GNL), así como a su procedimiento de operación.

El documento D01 divulga un sistema de generación de energía mediante dos ciclos Rankine en serie, que emplean como foco frío la licuefacción del gas natural. A diferencia de la solicitud, este sistema no emplea en sus ciclos Rankine argón ni metano como fluidos de trabajo; no incorpora posteriormente a los ciclos Rankine una turbina de expansión directa del gas natural; ni los ciclos Rankine absorben calor de un calentador alimentado con calor ambiental, sino del mar.

El documento D02 divulga otro sistema de generación de energía mediante dos ciclos Rankine en serie que emplean como foco frío la licuefacción del gas natural. De nuevo, las diferencias con respecto al sistema de la solicitud son que los fluidos de trabajo son diferentes; que no indica que exista expansión posterior del GNL en una turbina; y que el foco caliente de los ciclos Rankine es un calentador de aire de los gases de combustión, no el aire ambiente.

Como puede verse en los documentos citados en el presente Informe del Estado de la Técnica, existen otros documentos que divulgan ciclos combinados cuyo foco frío proviene de la licuefacción del GNL. Estos ciclos combinados pueden comprender dos ciclos Rankine, o un ciclo Rankine y otro ciclo Brayton, o diversas combinaciones con el fin de obtener energía.

Sin embargo, no se ha encontrado ningún documento o combinación relevante de documentos que divulgue un sistema con las características técnicas del sistema reivindicado en la solicitud.

Por lo tanto, se considera que la solicitud es nueva e inventiva de acuerdo a los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.