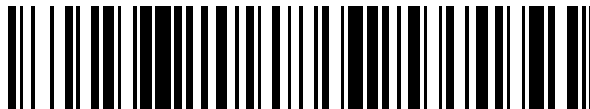


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 344**

21 Número de solicitud: 201500152

51 Int. Cl.:

F01K 23/02 (2006.01)

F17C 9/04 (2006.01)

F02C 7/143 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

25.02.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.04.2017

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

14.06.2017

Fecha de la concesión:

22.03.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

02.04.2018

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:

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

54 Título: **Planta térmica con regasificación de GNL y captura de CO₂**

57 Resumen:

La presente invención denominada "Planta térmica con regasificación de GNL y captura de CO₂", permite el aprovechamiento de la energía de refrigeración que se genera en la regasificación del GNL, al mismo tiempo, que captura el CO₂ procedente de los gases de combustión y está compuesta por:

- Un sistema de regasificación del GNL mediante un ciclo Brayton cerrado y expansión directa del GN en una turbina.

- Un ciclo Brayton cerrado que opera a altas temperaturas y tiene como sumidero de calor el proceso de regasificación del GNL.

- Un sistema de oxidcombustión que integra un ciclo Rankine que opera con CO₂ en condiciones de condensación próximas a la crítica, y permite la captura de CO₂ que se genera en la oxidcombustión, obteniendo de este modo, una planta térmica de alta eficiencia y nulas emisiones contaminantes.

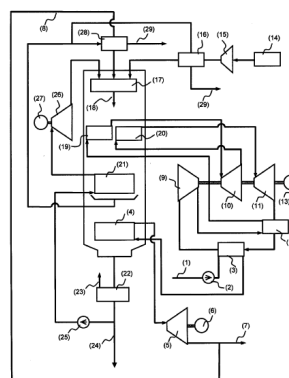


FIGURA 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 608 344 B1

DESCRIPCIÓN

PLANTA TÉRMICA CON REGASIFICACIÓN DE GNL Y CAPTURA DE CO₂

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención pertenece al campo técnico de la conversión de energía térmica procedente de combustibles fósiles en energía eléctrica, mediante plantas térmicas con captura de CO₂, procedente de los gases de combustión, asociadas a la regasificación de gas natural licuado (GNL).

10 **OBJETIVO DE LA INVENCION**

- El objetivo de la presente invención denominada "Planta térmica con regasificación de GNL y captura de CO₂", es la conversión de energía térmica a eléctrica mediante una planta que permita el aprovechamiento de la energía de refrigeración que se genera en el proceso de regasificación del GNL, y con captura de CO₂ procedente de los gases de combustión, obteniendo de este modo, una planta térmica de alta eficiencia y nulas emisiones contaminantes de CO₂.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 20 El GNL se almacena en las plantas de regasificación en tanques criogénicos, a una temperatura aproximadamente de -160 °C a una presión ligeramente superior a la atmosférica. Sin embargo, el GNL debe ser regasificado antes de su distribución hacia los usuarios finales del gas. En este proceso de regasificación del GNL se libera una cantidad importante de energía de refrigeración, que con los sistemas convencionales se transmite al agua de mar o a otro fluido que trabaja como fuente de calor sin un aprovechamiento energético. Por ello, surge la necesidad de adoptar un método eficiente que permita recuperar esta energía de refrigeración del GNL como en un sumidero frío de una planta térmica para generar energía eléctrica.
- 25
- 30 Existen varias patentes que asocian la generación de energía eléctrica con aprovechamiento de la energía de refrigeración del GNL. En los documentos WO 2006111957 A2, US 943292 y US 4444015 A, se presentan patentes con distintas configuraciones de ciclos Rankine, donde el GNL se utiliza para condensar el fluido de trabajo del ciclo a una temperatura inferior a la atmosférica. En la patente número US
- 35 20060174627 A1 informan de un ciclo Brayton abierto, donde se emplea el aire de

admisión del compresor de la turbina de gas para conseguir la vaporización del GNL, al mismo tiempo que se baja la temperatura del aire, reduciendo así el trabajo de compresión. En el documento de la patente US 7398642 B2 se muestra un sistema de regasificación que se basa en la refrigeración intermedia de dos compresores de un ciclo de gas. Otra opción para los ciclos Brayton se plasma en la patente US 790333, aquí el GNL a distintos niveles de presión se utiliza para enfriar el fluido de trabajo a la entrada del compresor.

También es habitual asociar la regasificación del GNL con la generación de energía eléctrica en ciclos combinados a base de turbinas de gas y ciclos Rankine de vapor de agua. Esta elección se refleja en las patentes WO 2002097252 A1, US 20090282836 A1, WO 1995016105 A1, WO 2004109180 A1 y US 6367258, donde se muestran diferentes estructuras que integran la regasificación y los ciclos combinados. Estas estructuras se basan en emplear la energía de refrigeración del GNL para enfriar el aire de admisión de la turbina de gas y poder realizar la condensación del ciclo de vapor a una temperatura inferior a la atmosférica. En la patente WO 1991005145 A1 también se presenta un ciclo combinado, con la diferencia de que el fluido de trabajo del ciclo Rankine es el CO₂ y se condensa a -56.7 °C, gracias al aporte de energía del GNL.

En el estado actual de la tecnología relacionada con la generación de energía eléctrica con combustibles fósiles asociada a la regasificación del GNL, no es conocida ninguna alternativa tecnológica semejante a la de las características de este invento, que permite recuperar la energía refrigeración del GNL y la captura de CO₂, procedente de los gases de combustión.

25 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una planta térmica alimentada por GN, que aprovecha la energía de refrigeración del GNL y permite la captura de CO₂ procedente de los gases de combustión, y consiste en la combinación de los siguientes sistemas:

- 30 - Un sistema de regasificación del GNL mediante un ciclo Brayton cerrado (CBC) y expansión directa del GN en una turbina, acoplada a un generador eléctrico.
- Un CBC que opera a altas temperaturas y tiene como sumidero de calor el proceso de regasificación del GNL.

- Un sistema de oxidcombustión que integra un ciclo Rankine (CR) que opera con CO_2 en condiciones de condensación cuasi-crítica (próxima a las condiciones del punto crítico), y permite la captura de CO_2 que se genera en la oxidcombustión.

Ambos sistemas se hallan estructurados de manera que los gases de la oxidcombustión
 5 ceden primero calor al CBC, luego al CO_2 del CR al mismo tiempo que se consigue la condensación del vapor de agua de los gases, y a continuación calientan al GN antes de la entrada al expander y finalmente se envían al condensador del CR, donde se extraen los gases incondensables y se captura el CO_2 en estado líquido, a una temperatura próxima a la del medio de refrigeración del condensador que puede ser
 10 agua o aire.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que
 15 constituyen la planta para facilitar la comprensión de la invención en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

Figura 1. Montaje esquemático de la planta térmica con aprovechamiento de la energía de refrigeración del GNL y captura de CO_2 procedente de los gases de
 20 combustión.

Figura 2. Sistema de regasificación del GNL.

Figura 3. Ciclo Brayton cerrado

Figura 4. Sistema de oxidcombustión con ciclo Rankin de CO_2 integrado.

25 Los componentes referenciados en las figuras 1, 2, 3 y 4 se identifican como sigue:

- Línea de suministro de GNL (1).
- Bomba de suministro de GNL de alta presión (2).
- Intercambiador de calor entre el fluido de trabajo de CBC y el GNL (3).
- Intercambiador de calor entre los gases de la oxidcombustión y el GN (4).
- 30 - Turbina de expansión directa del GN (5).
- Generador eléctrico de la turbina de expansión directa del GN (6).
- Línea de distribución de GN a usuarios (7).
- Línea de suministro de GN como combustible a la planta térmica (8).
- Compresor del CBC (9).
- 35 - Turbina de alta presión del CBC (10).

- Turbina de baja presión del CBC (11).
- Regenerador de calor del CBC (12).
- Generador eléctrico del CBC (13).
- Unidad de separación de aire (14).
- 5 - Compresor del oxígeno de la oxicomcombustión (15).
- Intercambiador de calor entre el agua condensada de los gases y el oxígeno de la oxicomcombustión (16).
- Cámara de combustión (17).
- Flujo de gases de combustión generados por la oxicomcombustión (18).
- 10 - Intercambiador de calor entre los gases de la oxicomcombustión y el fluido de trabajo del CBC (19).
- Intercambiador de calor entre los gases de la oxicomcombustión y el fluido de trabajo del CBC (20).
- Intercambiador de calor entre los gases de la oxicomcombustión y el CO₂ del CR (21).
- 15 - Condensador del CR (22).
- Línea de extracción de incondensables (23).
- Línea de extracción para la captura de CO₂ en estado líquido (24).
- Bomba del CR (25).
- Turbina del CR (26).
- 20 - Generador eléctrico del CR (27).
- Intercambiador de calor entre el agua condensada de los gases y el GN para la oxicomcombustión (28).
- Línea de extracción del agua condensada de los gases de la oxicomcombustión (29).

25 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

En esta invención se presenta una planta térmica que se caracteriza por su novedosa estructura para aprovechar la energía de refrigeración del GNL mediante un CBC combinado con la expansión del GN en una turbina de expansión directa y además,

30 permite la captura de CO₂ a través de un sistema de oxicomcombustión y un CR de CO₂ que opera en condiciones de condensación cuasi-crítica.

A continuación, se procede a describir los diferentes sistemas de la planta térmica objeto de la invención:

- Sistema de regasificación del GNL (figura 2): es donde se realiza la regasificación del GNL, al mismo tiempo que se aprovecha su energía de refrigeración para enfriar el fluido de trabajo a la entrada del compresor del CBC. El GNL procedente de la línea de suministro (1) se comprime con la bomba (2) a una presión superior a la de distribución del GN hacia el gaseoducto de distribución. La regasificación del GNL se realiza en el intercambiador de calor (3) mediante el calor aportado por el fluido de trabajo del CBC. A continuación, el GN se sobrecalienta en el intercambiador de calor (4) mediante los gases de la oxicomcombustión antes de la entrada a la turbina de expansión directa (5), que está acoplada al generador eléctrico (6). A la salida de la turbina (5) el GN se encuentra a la presión de distribución del gas hacia la línea de distribución del GN a los usuarios (7). Si la temperatura a la salida de la turbina (5) es inferior a establecida por las condiciones de distribución, se puede instalar un intercambiador de calor con agua o aire.

- Ciclo Brayton cerrado (figura 3): el CBC es un ciclo regenerativo con dos etapas de expansión y recalentamiento intermedio, utiliza el proceso de regasificación del GNL como sumidero de calor y puede utilizar como fluido de trabajo helio, nitrógeno, argón o aire seco. El fluido de trabajo se enfría en el intercambiador de calor (3), con la energía de refrigeración del GNL, hasta temperaturas criogénicas pudiendo alcanzar valores de - 150 °C. El fluido de trabajo se comprime en el compresor (9), recupera el calor en el regenerador (12), se sobrecalienta con la energía suministrada por los gases de la oxicomcombustión en el intercambiador de calor (19), se expande en la turbina de alta (10), se recalienta en el intercambiador (20), vuelve a expandirse en la turbina de baja (11) y finalmente se recupera su energía térmica en el regenerador (12).

- Sistema de oxicomcombustión con ciclo Rankin de CO₂ integrado (figura 4): La tecnología de la oxicomcombustión permite reducir prácticamente a cero las emisiones de CO₂ y de NO_x por lo que se considera, como una opción importante para hacer frente a las restricciones ambientales, en particular, a las emisiones de gases de efecto invernadero. El proceso de oxicomcombustión utiliza O₂ en vez de aire para la reacción con el combustible, que en este caso preferiblemente será GN y tiene lugar, en condiciones de exceso de O₂ ligeramente superior a la estequiométrica. En los productos de este tipo de combustión se obtiene vapor de agua y elevadas concentraciones de CO₂, lo que permite una separación más fácil del CO₂ y la casi nula formación de NO_x.

Para reducir la temperatura de la oxidcombustión se emplea el CO_2 . El CR es medio de recirculación de CO_2 que permite bajar la temperatura de la combustión, al mismo tiempo que transforma la energía térmica de los gases de combustión en energía eléctrica por medio de una turbina acoplada a un generador eléctrico, y captura el CO_2 en estado líquido, logrando de este modo, una planta térmica sin emisiones contaminantes y con aprovechamiento de la energía de refrigeración del GNL.

El proceso comienza con la obtención del O_2 en la unidad de separación de aire (14). A continuación se comprime en el compresor (15) hasta la presión de la combustión y luego, aumenta su temperatura en el intercambiador de calor (16) con el agua condensada extraída de los gases de combustión.

Los otros dos elementos a la entrada de la cámara de combustión (17) son el GN, que se toma de la línea de suministro (8) y también es calentado por el agua condensada en el intercambiador de calor (28), y el CO_2 procedente de la evacuación de la turbina del CR (26). El CO_2 en las condiciones a la salida de la turbina (26) aún tiene una temperatura elevada, por lo que permite una reducción en el consumo de GN. La combustión se realiza a una presión superior a la presión de condensación del CO_2 a temperatura del agua de refrigeración del condensador.

El flujo de gases obtenido de la oxidcombustión (18) cede calor al CBC por medio de los intercambiadores de calor (19) y (20). A continuación los gases transfieren parte de su energía térmica al CO_2 procedente de la bomba del condensador en el intercambiador (21), al mismo tiempo que el vapor de agua de los gases se condensa. El agua condensada se envía por la línea de extracción del agua condensada (29) a los intercambiadores de calor del O_2 (16) y del GN (28). A la salida del intercambiador de calor (21), el agua se obtiene como líquido saturado a la temperatura correspondiente a la presión parcial del vapor de agua en la mezcla de los gases.

Después de pasar por el intercambiador de calor (21), la composición de los gases es prácticamente CO_2 y pequeñas proporciones de gases incondensables, como puede ser O_2 y N_2 entre otros componentes. A continuación, en el intercambiador de calor (4), los gases calientan el GN antes de ser introducido en la turbina (5). Luego se envían al condensador (22) donde se extraen los gases incondensables por la línea de extracción (23) y el CO_2 pasa a estado líquido. La condensación se realiza en condiciones próximas al punto crítico y con agua u otro medio de refrigeración a temperatura ambiente.

El siguiente paso es la captura de CO_2 por la línea de extracción de CO_2 (24), para su posterior transporte y almacenamiento, y el resto se recircula con la bomba (25). La

cantidad de CO_2 que se captura se corresponde con el CO_2 generado por el GN en la oxidcombustión y el que se recircula, a través del CR, es el necesario para enfriar la oxidcombustión hasta temperatura deseada.

El CO_2 que circula por el CR se bombea a una presión superior a la crítica con la
 5 bomba (25), aumenta su temperatura en el intercambiador de calor (21) y finalmente se expande hasta la presión de la combustión en la turbina (26), acoplada a generador eléctrico (27), finalizando el ciclo.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

10

En coherencia con la descripción del invento, se resalta una realización preferente de la invención mostrada la figura 1 y constituida por los siguientes sistemas:

- Un sistema de regasificación del GNL mediante un ciclo Brayton cerrado y expansión directa del GN en una turbina, acoplada a un generador eléctrico (figura 2).
- 15 - Un CBC que opera a altas temperaturas y tiene como sumidero de calor el proceso de regasificación del GNL (figura 3).
- Un sistema de oxidcombustión que integra un ciclo Rankine (CR) que opera con CO_2 en condiciones de condensación cuasicríticas, y permite la captura de CO_2 que se genera en la oxidcombustión del GN (figura 4).
- 20 Ambos sistemas se hallan estructurados de manera que los gases de la oxidcombustión ceden primero calor al CBC, luego al CO_2 del CR al mismo tiempo que se consigue la condensación del vapor de agua de los gases, y a continuación calientan al GN antes de la entrada al expander y finalmente se envían al condensador del CR, donde se extraen los gases incondensables y se captura el CO_2 en estado líquido, a una
- 25 temperatura próxima a la del medio de refrigeración del condensador que puede ser agua o aire.

REIVINDICACIONES

- 1ª. Una planta térmica con regasificación de GNL y captura de CO₂ procedente de los gases de combustión, que comprende:
- 5 (a) Sistema de regasificación de GNL compuesto por:
- Una línea de suministro de GNL (1).
 - Una bomba (2) para el GNL.
 - Un intercambiador de calor (3) que permita la regasificación del GNL con el fluido de trabajo de un ciclo Brayton cerrado.
- 10 - Un intercambiador de calor (4) para aumentar la temperatura del GN.
- Una turbina de expansión directa (5) acoplada a un generador eléctrico (6).
 - Una línea de suministro de GN a usuarios (7).
- (b) Ciclo Brayton cerrado compuesto por:
- Un intercambiador de calor (3) para el enfriar el fluido de trabajo con la energía de refrigeración del GNL.
- 15 - Un compresor (9).
- Una turbina de alta presión (10).
 - Una turbina de baja presión (11).
 - Un generador eléctrico (13).
- 20 - Un regenerador (12).
- Un intercambiador de calor (19) antes de la turbina de alta presión.
 - Un intercambiador de calor (20) antes de la turbina de baja presión.
- (c) Sistema de oxidcombustión con ciclo Rankine de CO₂ integrado compuesto por:
- Una unidad de separación de aire (14).
- 25 - Un compresor (15) para el oxígeno de la oxidcombustión.
- Un intercambiador de calor (16) para el oxígeno de la oxidcombustión.
 - Una cámara de combustión (17).
 - Un intercambiador de calor (19) entre los gases de la oxidcombustión y el fluido de trabajo del ciclo Brayton.
- 30 - Un intercambiador de calor (20) entre los gases de la oxidcombustión y el fluido de trabajo del ciclo Brayton.
- Un intercambiador de calor (21) entre los gases de la oxidcombustión y el CO₂ del ciclo Rankine.
 - Un condensador (22) para el ciclo Rankine.
- 35 - Una línea de extracción de incondensables (23) en el condensador (22).

- Una línea de extracción que permita la captura de CO_2 en estado líquido (24).
 - Una bomba (25) para el ciclo Rankine.
 - Una turbina de CO_2 (26).
 - Un generador eléctrico (27).
- 5 - Un intercambiador de calor (28) entre el agua condensada de los gases y el GN para la oxidcombustión.
- Una línea de extracción de agua condensada (29) procedentes de los gases de la oxidcombustión.
- 10 2ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 1ª, en la que la presión de regasificación del GNL es superior a su presión crítica y a la presión de distribución del GN hacia los gaseoductos de suministro hacia los usuarios del gas.
- 3ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 1ª, en la que el fluido de trabajo
- 15 del ciclo Brayton puede ser helio, nitrógeno, argón o aire seco.
- 4ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 3ª, en la que el fluido de trabajo del ciclo Brayton puede alcanzar temperaturas inferiores a los $-100\text{ }^\circ\text{C}$, a la entrada del compresor y temperaturas elevadas superiores a los $600\text{ }^\circ\text{C}$, a la entrada de la turbina
- 20 de alta y baja.
- 5ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 4ª, en la que el aporte de calor al ciclo Brayton se realiza con la energía de los gases de una oxidcombustión.
- 25 6ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 5ª, en la que la oxidcombustión se realiza a una presión superior a la presión de condensación del CO_2 a temperatura del medio de refrigeración del condensador que puede ser agua o aire.
- 7ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 6ª, en la que la temperatura de
- 30 la oxidcombustión se reduce con CO_2 procedente de la turbina del ciclo Rankine.
- 8ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 7ª, en la que la condensación de CO_2 se realiza en condiciones próximas a la crítica.

9ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 8ª, en la que la turbina de alta y la turbina de baja del ciclo Brayton cerrado están acopladas a un generador eléctrico.

10ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 9ª, en la que la turbina de expansión directa del GN está acoplada a un generador eléctrico.

11ª. La planta térmica de acuerdo con la reivindicación 9ª, en la que la turbina del ciclo Rankine está acoplada a un generador eléctrico.

12ª. Un procedimiento de la planta térmica de acuerdo a la reivindicación 1ª, en la el GNL se bombea a una presión superior a la crítica y a la presión de distribución del GN, se regasifica con el aporte de calor del fluido de trabajo del ciclo Brayton cerrado, se sobrecalienta con los gases de la oxidcombustión y finalmente se expande en una turbina hasta la presión de distribución del GN.

13ª. El procedimiento de la reivindicación 12ª, en el que el fluido de trabajo del ciclo Brayton es enfriado a la entrada del compresor por el proceso de regasificación del GNL, realiza un ciclo regenerativo con dos etapas de expansión y recalentamiento intermedio y absorbe calor de los gases de la oxidcombustión.

14ª. El procedimiento de la reivindicación 13ª, en el que para reducir la temperatura de la oxidcombustión se emplea CO₂. El ciclo Rankine es medio de recirculación de CO₂ que permite bajar la temperatura de la combustión, al mismo tiempo que transforma la energía térmica de los gases de combustión en energía eléctrica por medio de una turbina acoplada a un generador eléctrico.

15ª. El procedimiento de la reivindicación 14ª, en el que los gases de la oxidcombustión ceden primero calor al fluido de trabajo del ciclo Brayton, luego al CO₂ del ciclo Rankine al mismo tiempo que se consigue la condensación del vapor de agua de los gases, y a continuación calientan al GN antes de la entrada al expander y finalmente se envían al condensador del ciclo, donde se extraen los gases incondensables y se captura el CO₂ en estado líquido, a una temperatura próxima a la del medio de refrigeración del condensador que puede ser agua o aire.

16ª. El procedimiento de la reivindicación 15ª, en el que el agua condensada de los gases de la oxcombustión se utiliza para calentar el GN y el O₂ que se necesita para la realizar la oxcombustión.

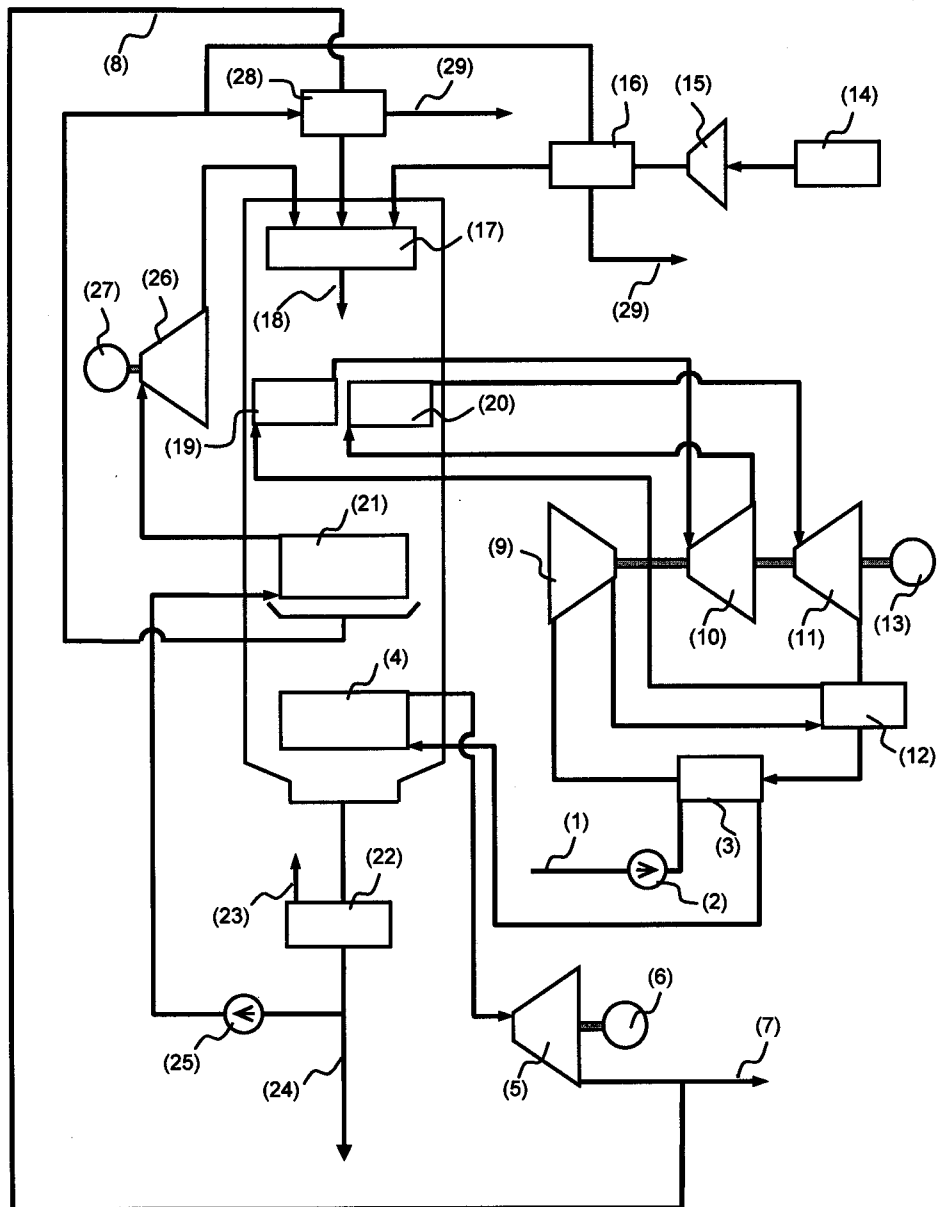


FIGURA 1

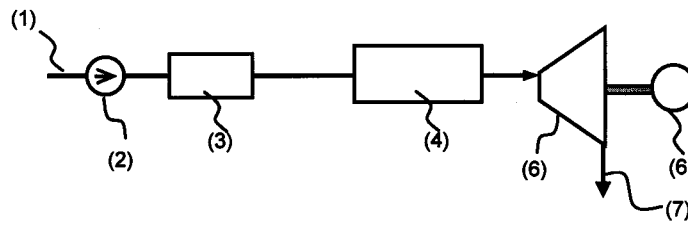


FIGURA 2

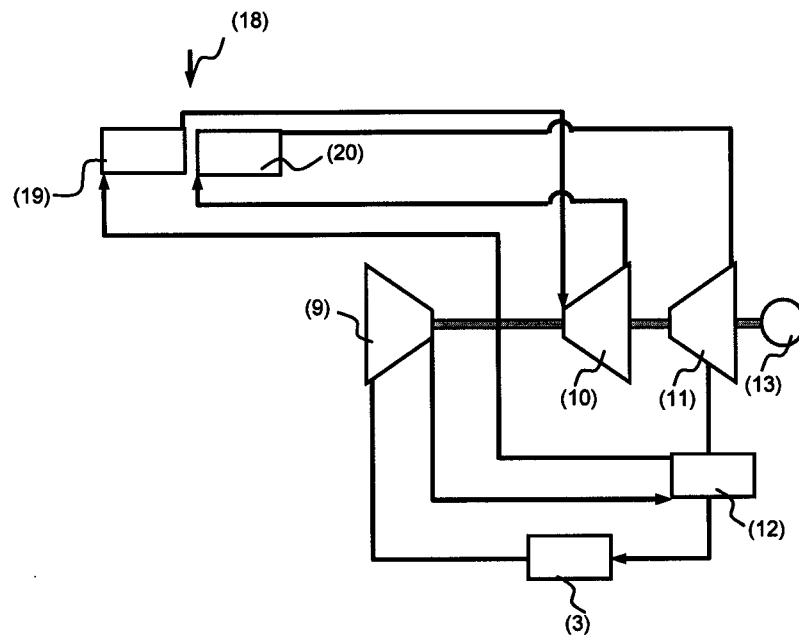


FIGURA 3

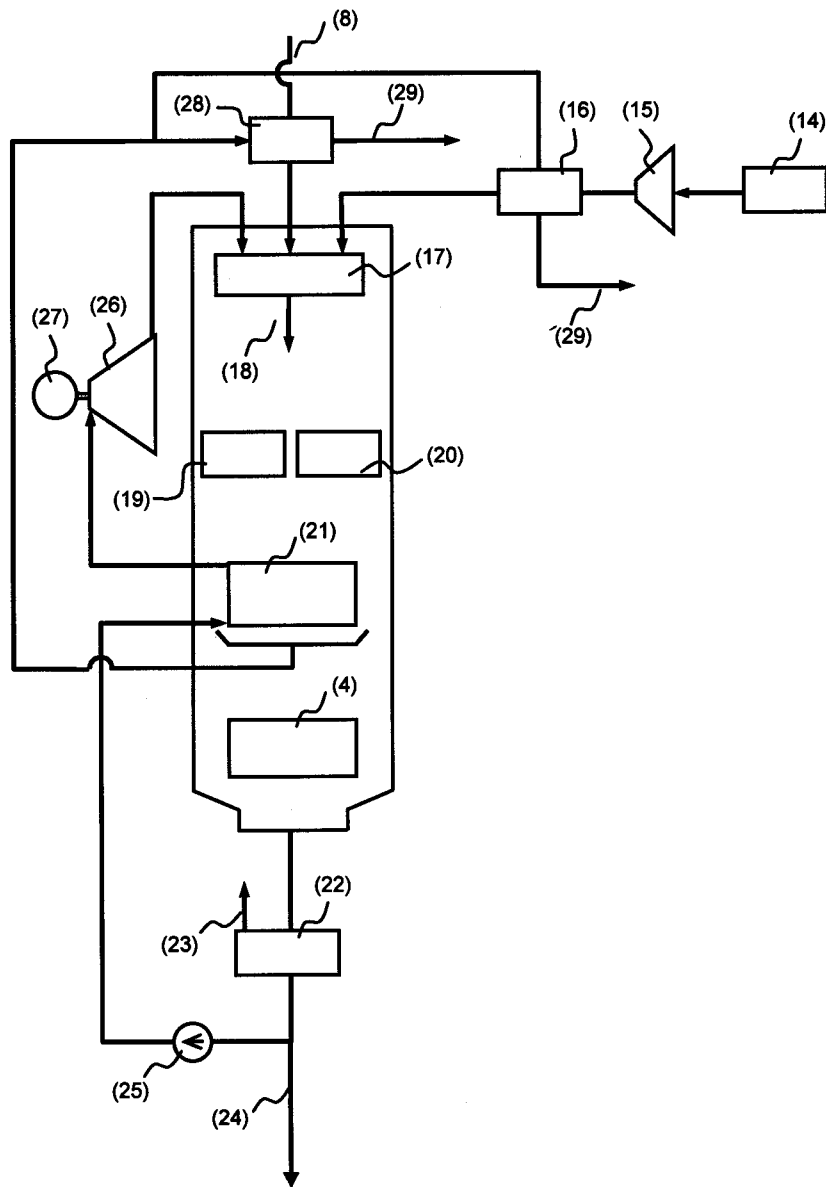


FIGURA 4



- ②① N.º solicitud: 201500152
②② Fecha de presentación de la solicitud: 25.02.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 2012301834 A1 (CLEMENTS BRUCE) 29/11/2012, Todo el documento.	1-16
Y	US 3293850 A (WILLIAM MORRISON) 27/12/1966, Todo el documento.	1-16
Y	JP S55148907 A (YAMAMOTO SETSUO) 19/11/1980, resumen; figuras.	1-16
A	US 4995234 A (KOOY RICHARD J et al.) 26/02/1991, todo el documento.	1-16
A	JP S55134716 A (YAMAMOTO SETSUO) 20/10/1980, resumen; figuras.	1-16

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
03.06.2017

Examinador
M. P. Prytz González

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F01K23/02 (2006.01)

F17C9/04 (2006.01)

F02C7/143 (2006.01)

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

F01K, F02C, 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: 03.06.2017

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-16
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-16

SI
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	US 2012301834 A1 (CLEMENTS BRUCE)	29.11.2012
D02	US 3293850 A (WILLIAM MORRISON)	27.12.1966
D03	JP S55148907 A (YAMAMOTO SETSUO)	19.11.1980
D04	US 4995234 A (KOOY RICHARD J et al.)	26.02.1991

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 de patente se refiere a una Planta térmica con regasificación de GNL y captura de CO₂. Consta la solicitud de 16 reivindicaciones, siendo las reivindicaciones 1 y 12 independientes y correspondientes, respectivamente, a reivindicación de aparato y procedimiento; las reivindicaciones 2 a 11, reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 y las reivindicaciones 13 a 16 reivindicaciones dependientes de la reivindicación 12.

Los documentos D01 a D04 se consideran una representación del estado de la técnica al que pertenece la invención reivindicada en la primera reivindicación, eligiéndose el documento D01 como muy cercano al estado de la técnica considerado.

Análisis de la Novedad: La invención reivindicada en la reivindicación 1 de la solicitud es nueva comparándola con el estado de la técnica propuesto, pues ninguno de los documentos citados divulga una planta térmica como la reivindicada en la primera reivindicación: con el sistema de regasificación de GNL, el ciclo Brayton cerrado y el ciclo de Rankine de CO₂ interrelacionados de la manera propuesta en la citada primera reivindicación.

Análisis de la Actividad Inventiva: La reivindicación 1 de la solicitud supone una yuxtaposición de características técnicas todas ellas conocidas en el estado de la técnica de las plantas térmicas de ciclo combinado. Siendo el experto en la materia un experto en el campo técnico de ciclos combinados y regeneración de gas natural licuado, la invención reivindicada en la primera reivindicación podría ser una opción de las múltiples posibles en que el experto en la materia podría combinar los focos frío y caliente de un ciclo térmico de Rankine que utiliza como fluido CO₂, de un ciclo Brayton regenerativo con enfriamiento mediante GNL a la entrada del compresor y de una línea de potencia mediante expansión en turbina de gas que utiliza como fluido gas natural regasificado procedente de un GNL vaporizado.

Cada uno de los ciclos térmicos reivindicados en la primera reivindicación es conocido ya en el estado de la técnica. El documento D01 divulga un sistema de oxidcombustión con ciclo de Rankine integrado con las características esenciales reivindicadas en el apartado c) de la primera reivindicación de la solicitud: una unidad de separación de aire para obtener oxígeno si fuese requerida (párrafo [0006]), una cámara de combustión (33), unos intercambiadores de calor (57, 58) entre los gases de la oxidcombustión y el fluido de trabajo del ciclo Brayton (50) (en las figuras se representa un ciclo de Rankine pero podría ser un ciclo Brayton, según se desprende de la descripción, por ejemplo del párrafo [0010]), un intercambiador de calor (21) entre los gases de la oxidcombustión y el ciclo de Rankine (220), un condensador (25) para el ciclo de Rankine (220), una línea de extracción (45) que permita la captura de CO₂ en estado líquido, una bomba (P) para el ciclo de Rankine (220), una turbina de expansión (23) de para el ciclo de Rankine, un generador eléctrico (no representado), una línea de extracción de agua condensada (42) procedente de los gases de la oxidcombustión. El fluido de trabajo del ciclo de Rankine (220) del documento D01 no especifica el tipo de fluido utilizado, dejándolo abierto a un fluido de aquellos conocidos (descripción, párrafo [0040]). Al ser el CO₂ un fluido de los comúnmente utilizados en un ciclo de Rankine, como se desprende, por ejemplo, del documento D04, se considera que el documento D01 constituye una anticipación de las características técnicas esenciales del sistema de oxidcombustión que se reivindica en el apartado c) de la reivindicación 1 de la solicitud. Las características técnicas de dicho sistema de oxidcombustión reivindicado que no se mencionan expresamente en el documento D01 se consideran comúnmente conocidos por el experto en la materia dentro del campo técnico de la invención reivindicada, y que por tanto, carecerían de actividad inventiva.

El documento D01 divulga, asimismo, un ciclo (50) cerrado que puede ser un ciclo Brayton (ver descripción) que intercambia calor con los gases calientes de la cámara de combustión (33) del ciclo (220). Los ciclos Brayton regenerativos son ampliamente conocidos en el estado de la técnica (ver, por ejemplo el documento D02), que divulga un ciclo cerrado de turbina de gas como el reivindicado en el apartado b) de la primera reivindicación de la solicitud, estando dicho ciclo compuesto por: un intercambiador de calor (5) para enfriar el fluido de trabajo con la energía de refrigeración del GNL del depósito (8), un compresor (1), una turbina de alta presión (2), una turbina de baja presión (3), un generador eléctrico (4), un regenerador (6), un intercambiador de calor (9) con los gases calientes de la caldera (9) antes de la entrada a la turbina de alta presión (2). Aunque el documento D02 no divulga un segundo intercambiador de calor con los gases calientes de la caldera antes de la entrada a la turbina de baja presión, esta solución es conocida en el estado de la técnica, e incluso el propio documento D01 la recoge por medio de los intercambiadores (57) y (58) antes de la entrada de las turbinas de alta y baja presión, respectivamente, del ciclo (50).

El documento D02 anticipa también un sistema de regasificación de GNL compuesto por: una línea de suministro de GNL (ver Figura 1 y descripción), una bomba para el GNL (10) y un intercambiador de calor (5) que permite la regasificación del GNL con el fluido de trabajo de un ciclo Brayton cerrado, dejando abierta la posibilidad de seguir utilizando dicha línea de gas para otros propósitos (descripción, columna 2, líneas 23-29), como por ejemplo servir de combustible en la caldera de una planta térmica (ver Figura 1).

El documento D03 anticipa una posible continuación del uso de la línea de GN. Por ejemplo, según se desprende de la Figura 1 y el resumen: continuar aumentando su temperatura haciendo de foco frío del condensador (13) de un ciclo de Rankine, expansionando el gas en una turbina de expansión directa (18) acoplada a un generador eléctrico (19) y proporcionando, asimismo, una línea de suministro de GN a usuarios (ver Figura 1). Por tanto, la combinación de documentos D02 y D03 anticipa el sistema de regasificación del GNL del apartado a) de la reivindicación 1.

La combinación dos a dos de los documentos D01, D02 y D03, anticipa por actividad inventiva las características técnicas de la invención reivindicada en la reivindicación 1 de la solicitud, al considerarse dicha reivindicación una yuxtaposición de características técnicas con efectos técnicos ya conocidos y resueltos por el estado de la técnica, resultando que la mera yuxtaposición de características sin efectos nuevos o sorprendentes no dota de carácter inventivo a la invención.

Las reivindicaciones 3, 5, 7 y 9-11 son reivindicaciones de aparato dependientes de la reivindicación 1, cuyas características técnicas resultan igualmente anticipadas por los documentos D01-D03 por lo que no implican actividad inventiva.

Las reivindicaciones 2, 4, 6 y 8 son reivindicaciones de procedimiento, que, en cualquier caso, no implican actividad inventiva. El procedimiento reivindicado en las reivindicaciones 12-16 se encuentra anticipado, igualmente, por la combinación de los documentos D01, D02 y D03, de acuerdo a lo argumentado anteriormente.

Por tanto, se concluye que las invenciones reivindicadas en las reivindicaciones 1 a 16 de la solicitud son nuevas pero no implican actividad inventiva, todo ello en el sentido de los Artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.