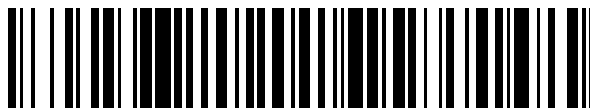


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 290**

21 Número de solicitud: 201500911

51 Int. Cl.:

B01D 53/00 (2006.01)

B01D 53/24 (2006.01)

F23J 15/00 (2006.01)

F25J 3/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

18.12.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.06.2017

Fecha de concesión:

13.12.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

20.12.2017

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

54 Título: **Sistema y procedimiento de captura y almacenamiento de CO₂ de los gases de combustión**

57 Resumen:

La invención denominada "sistema y procedimiento de captura de CO₂ de los gases de combustión", consiste en la instalación y procedimiento de captura y secuestro del dióxido de carbono o CO₂, procedente los gases de combustión de instalaciones térmicas que operan con combustibles fósiles (carbón, fuel oil, diesel oil, gasolina, etanol, y gas natural). Se funda en separar el CO₂ del nitrógeno contenido en los gases de combustión mediante centrifugación de simple etapa o cascada de doble etapa, y almacenamiento por compresión en dos fases con enfriamiento intermedio para ser almacenado a una presión en torno a los 80 bar. La energía térmica residual de la compresión es recuperada mediante los enfriadores de CO₂ para alimentar una planta termoeléctrica, cuya energía eléctrica es recuperada para complementar el abastecimiento de energía eléctrica a los compresores de CO₂.

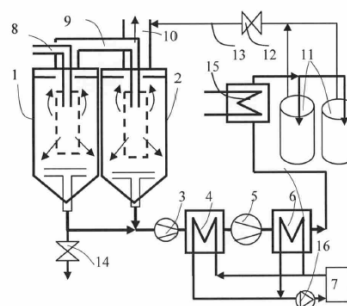


FIGURA 1

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

ES 2 618 290 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de captura y almacenamiento de CO₂ de los gases de combustión.

Campo técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la captura del dióxido de carbono de las instalaciones térmicas que operan con combustibles de origen fósil tales calderas de vapor, turbinas de combustión interna y motores de combustión interna.

Objetivo de la invención

El objetivo de la presente invención denominada "SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN", es la captura y secuestro del dióxido de carbono (CO₂), procedente los gases de combustión de instalaciones térmicas que operan con combustibles fósiles (carbón, fuel oil, diésel oil, gasolinas, etanol, o gas natural). Esencialmente consiste separar el CO₂ del nitrógeno mediante centrifugado y comprimirlo entre 75-80 bar mediante la técnica de separación centrífuga y compresión con enfriamiento intermedio, donde el calor de enfriamiento es parcialmente recuperado por medio de una planta termoeléctrica para complementar la demanda de energía eléctrica utilizada para la compresión del CO₂.

Antecedentes de la invención

Los procedimientos actualmente conocidas de captura de CO₂ de los gases de combustión están basadas en las siguientes tecnologías:

- técnicas de post-combustión, mediante las cuales los gases de la combustión son inyectados en un líquido que absorbe el CO₂ tal como lo haría un solvente orgánico enfriado y/o comprimido. Con esta técnica el CO₂ liberado puede ser extraído mediante calentamiento o bajando la presión.

- técnicas de pre-combustión, las cuales consisten en que el combustible primario es transformado en gas mediante calentamiento con vapor de agua y aire u oxígeno, conocida como "reforming". El resultado de esta reacción produce esencialmente hidrógeno y CO₂, con lo que el CO₂ es separado del hidrógeno y secuestrado.

- técnicas de pre-combustión, en la cual se utiliza oxígeno puro para quemar el combustible. El resultado de la combustión con oxígeno puro produce vapor de agua y CO₂, el cual es separado y secuestrado.

La técnica de captura de CO₂ propuesta en este invento pertenece al grupo de post-combustión y consiste en separar el CO₂ de los gases de combustión mediante centrifugación y almacenamiento por compresión multi-etapa con enfriamiento intermedio, donde el calor de enfriamiento del CO₂ es parcialmente recuperado para ser utilizado en una planta termoeléctrica, que abastece parcialmente la demanda de energía eléctrica utilizada por los compresores de CO₂. En base a los procedimientos de captura y almacenamiento con técnicas convencionales conocidas y citadas, la técnica objeto del invento es desconocida e innovadora.

Breve descripción de la invención

El invento denominado "SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN" se funda en separar el CO₂ del nitrógeno contenido en los gases de combustión mediante centrifugación de simple etapa o cascada de doble etapa, y almacenamiento por compresión en dos fases con enfriamiento intermedio para ser almacenado a una presión en torno a los 80 bar. La energía térmica de la compresión es recuperada para alimentar una planta termoeléctrica, cuya energía eléctrica es recuperada para complementar el abastecimiento de energía eléctrica a los compresores de CO₂.

Descripción de las figuras

En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen la invención denominada "SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN" para facilitar la comprensión de la invención en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

La figura 1, muestra el esquema de la configuración fundamental de la invención denominada "SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN" constituida por los siguientes componentes:

- 1 separador centrífugo gas-gas primario
- 2 separador centrífugo gas-gas secundario
- 3 compresor de CO₂ de la primera etapa
- 4 enfriador de CO₂ de la primera etapa
- 5 compresor de CO₂ segunda etapa
- 6 enfriador de CO₂ de la segunda etapa
- 7 Planta termoeléctrica de ciclo Rankine
- 8 conducto suministro del gas de combustión
- 9 conducto de transferencia de desde la primera etapa a la segunda
- 10 conducto de salida de gas rico en NITRÓGENO a la atmósfera
- 11 botellas de almacenamiento de CO₂ líquido
- 12 válvula de alivio de incondensables
- 13 conducto de salida de gases incondensables a la atmósfera
- 14 purga de líquidos
- 15 enfriador de CO₂ a temperatura ambiente
- 16 bomba de circulación del fluido térmico de trabajo

Descripción detallada de la invención

El SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN objeto del invento se halla constituido por los siguientes componentes:

- 5 - separador centrífugo primario gas-gas (1) responsable de separar parte del CO₂ del nitrógeno contenidos en los gases de combustión ricos en CO₂
- 10 - separador centrífugo secundario gas-gas (2) responsable de separar parte del CO₂ del nitrógeno contenidos en los gases de combustión pobres en CO₂
- compresor de CO₂ de la primera etapa (3), responsable de comprimir el CO₂ a una presión en torno a 9 bar
- 15 - enfriador de CO₂ de la primera etapa (4), destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la primera etapa y capturar el calor extraído del CO₂ para ser transferido a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7)
- 20 - compresor de CO₂ segunda etapa (5) responsable de comprimir el CO₂ a una presión en torno a 80 bar
- enfriador de CO₂ de la segunda etapa (6) destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la segunda etapa y capturar el calor extraído del CO₂ para ser transferido a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7)
- 25 - Planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) destinada a convertir la energía térmica procedente de la refrigeración de los compresores de la primera y segunda etapa en energía eléctrica
- 30 - conducto suministro del gas de combustión (8) a
- conducto de transferencia de desde la primera etapa a la segunda (9)
- conducto de salida de gas rico en NITRÓGENO a la atmósfera (10)
- 35 - botellas de almacenamiento de CO₂ líquido (11)
- válvula de alivio de incondensables (12)
- 40 - conducto de salida de gases incondensables a la atmósfera (13)
- purga de líquidos (14)
- enfriador de CO₂ a temperatura ambiente (15)
- 45 - bomba de circulación del fluido térmico de trabajo (16), el cual consiste en un aceite térmico responsable de transferir el calor de los compresores de CO₂ a la máquina de ciclo Rankine,
- 50 donde el invento constituido por los elementos citados se halla caracterizado:

(a), por realizar la separación del CO₂ de los gases de combustión por centrifugación del gas en cascada, donde los gaseas centrifugados en el separador centrífugo primario (1) rechazados y no capturados en forma de CO₂ pasan al separador centrífugo secundario

(2), siendo nuevamente sometidos a un proceso de separación centrífuga, con lo cual, se logra extraer o separar mayor proporción de CO₂ de los gases de combustión, y

- 5 (b), por operar de manera que el calor generador por los compresores de CO₂ (3) y (5) es aprovechado para alimentar una planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) cuya energía eléctrica es aprovechada para complementar el abastecimiento de energía eléctrica a los compresores de CO₂ (3) y (5).

10 El procedimiento de operación del sistema de captura de CO₂ contenido en los gases de combustión consiste en centrifugar los gases de combustión por medio de dos separadores gas-gas en cascada (1) y (2), donde el gas entra al separador primario por el conducto (8). El CO₂ separado pasa al enfriador (2) mientras que los gases ricos en nitrógeno salen por el conducto de transferencia (9) desde la primera etapa de separación centrífuga (1) a la segunda etapa de separación centrífuga (2). El gas rico en nitrógeno sale a la atmósfera por el conducto de salida de gas rico en nitrógeno (10), y el gas rico en CO₂ sale hacia el compresor (3), siendo comprimido a unos 9 bar y enfriado en el enfriador de CO₂ de la primera etapa (4). Es comprimido de nuevo a unos 80 bar mediante el compresor de CO₂ de la segunda etapa (5) y enfriado mediante el enfriador de CO₂ de la segunda etapa (6). El CO₂ comprimido a unos 80 bar es enfriado en el enfriador de CO₂ a temperatura ambiente (15) y almacenado en las botellas de almacenamiento (11). Los gases incondensables a temperatura ambiente almacenados son extraídos por la válvula de purga (12) y el conducto (13) hacia la atmósfera.

25 El abastecimiento de calor a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) consiste en hacer circular un fluido térmico de trabajo bombeado mediante la bomba de circulación del fluido térmico de trabajo (16) la cual captura el calor de los compresores (2) y (5) por medio de los enfriadores (4) y (6) y lo transfiere a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7), cuya energía eléctrica es aprovechada para complementar el abastecimiento de energía eléctrica a los compresores (2) y (5).

30

Realización preferente de la invención

35 La realización preferente del SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE CAPTURA DE CO₂ DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN, se halla descrita en la sección precedente y representada en la figura 1.

REIVINDICACIONES

1. Sistema y procedimiento de captura de CO₂ de los gases de combustión, el cual está constituido por los componentes:

- 5 - separador centrífugo primario gas-gas (1) responsable de separar parte del CO₂ del nitrógeno contenidos en los gases de combustión ricos en CO₂
- 10 - separador centrífugo secundario gas-gas (2) responsable de separar parte del CO₂ del nitrógeno contenidos en los gases de combustión pobres en CO₂
- compresor de CO₂ de la primera etapa (3), responsable de comprimir el CO₂ a una presión en torno a 9 bar
- 15 - enfriador de CO₂ de la primera etapa (4), destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la primera etapa y capturar el calor extraído del CO₂ para ser transferido a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7)
- 20 - compresor de CO₂ segunda etapa (5) responsable de comprimir el CO₂ a una presión en torno a 80 bar
- enfriador de CO₂ de la segunda etapa (6) destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la segunda etapa y capturar el calor extraído del CO₂ para ser transferido a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7)
- 25 - Planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) destinada a convertir la energía térmica procedente de la refrigeración de los compresores de la primera y segunda etapa en energía eléctrica
- 30 - conducto suministro del gas de combustión (8) a
- conducto de transferencia de desde la primera etapa a la segunda (9)
- conducto de salida de gas rico en NITRÓGENO a la atmósfera (10)
- 35 - botellas de almacenamiento de CO₂ líquido (11)
- válvula de alivio de incondensables (12)
- 40 - conducto de salida de gases incondensables a la atmósfera (13)
- purga de líquidas (14)
- enfriador de CO₂ a temperatura ambiente (15)
- 45 - bomba de circulación del fluido térmico de trabajo (16), el cual consiste en un aceite térmico responsable de transferir el calor de los compresores de CO₂ a la máquina de ciclo Rankine,
- 50 donde el invento constituido por los componentes citados se halla **caracterizado**:

(a), por realizar la separación del CO₂ de los gases de combustión por centrifugación del gas en cascada, donde los gaseas centrifugados en el separador centrífugo primario (1), rechazados y no capturados en forma de CO₂ pasan al separador centrífugo secundario

(2), siendo nuevamente sometidos a un proceso de separación centrífuga, con lo cual, se logra extraer o separar mayor proporción de CO₂ de los gases de combustión, y

5 (b), por operar de manera que el calor generador por los compresores de CO₂ (3) y (5) es aprovechado para alimentar una planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) cuya energía eléctrica es aprovechada para complementar el abastecimiento de energía eléctrica a los compresores de CO₂ (3) y (5).

10 2. Sistema y procedimiento de captura de CO₂ de los gases de combustión según reivindicación 1^a, **caracterizado** por el procedimiento de operación según el cual, consiste en centrifugar los gases de combustión por medio de dos separadores gas-gas (1) y (2) en cascada, donde el gas entra al separador primario por el conducto (8). El CO₂ separado pasa al enfriador (2) mientras que los gases ricos en nitrógeno salen por el conducto de transferencia (9) desde la primera etapa de separación centrífuga (1) a la
15 segunda etapa de separación centrífuga (2). El gas rico en nitrógeno sale a la atmósfera por el conducto de salida de gas rico en nitrógeno (10), y el gas rico en CO₂ sale hacia el compresor (3), siendo comprimido a unos 9 bar y enfriado en el enfriador de CO₂ de la primera etapa (4). Es comprimido de nuevo a unos 80 bar mediante el compresor de CO₂ de la segunda etapa (5) y enfriado mediante el enfriador de CO₂ de la segunda etapa (6).
20 El CO₂ comprimido a unos 80 bar es enfriado en el enfriador de CO₂ a temperatura ambiente (15) y almacenado en las botellas de almacenamiento (11). Los gases incondensables a temperatura ambiente almacenados son extraídos por la válvula de purga (12) y el conducto (13) hacia la atmósfera.

25 El abastecimiento de calor a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7) consiste en hacer circular un fluido térmico de trabajo bombeado mediante la bomba de circulación del fluido térmico de trabajo (16) la cual captura el calor de los compresores (2) y (5) por medio de los enfriadores (4) y (6) y lo transfiere a la planta termoeléctrica de ciclo Rankine (7), cuya energía eléctrica es aprovechada para complementar el abastecimiento
30 de energía eléctrica a los compresores (2) y (5).

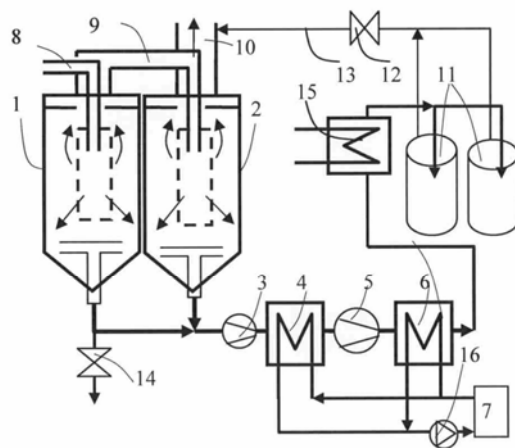


FIGURA 1



- ②① N.º solicitud: 201500911
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2015
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
Y	US 5133190 A (ABDELMALEK FAWZY T) 28/07/1992, columna 1, líneas 8 - 14; columna 2, líneas 19 - 27; líneas 35 - 38; columna 4, líneas 40 - 52; columna 6, líneas 21 - 28; columna 7, líneas 4 - 14; líneas 21 - 28;	1-2
Y	US 2011000227 A1 (KAMIYA YUJI) 06/01/2011, Párrafos [0005] - [0006].	1-2

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
13.07.2016

Examinador
A. Rodríguez Cogolludo

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01D53/00 (2006.01)

B01D53/24 (2006.01)

F23J15/00 (2006.01)

F25J3/00 (2006.01)

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

B01D, F23J, F25J

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: 13.07.2016

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

Reivindicaciones 1-2
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-2

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 5133190 A (ABDELMALEK FAWZY T)	28.07.1992
D02	US 2011000227 A1 (KAMIYA YUJI)	06.01.2011

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 un sistema de captura de CO₂ de los gases de combustión constituido por:

- Un separador centrífugo gas - gas de doble etapa para separar parte del CO₂ del nitrógeno contenido en los gases de combustión
- Un compresor de CO₂ de primera etapa que lo comprime a una presión superior a 7 bar
- Un enfriador de CO₂ de primera etapa destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la primera etapa
- Un compresor de CO₂ de segunda etapa que lo comprime a una presión superior a 50 bar
- Un enfriador de CO₂ de segunda etapa destinado a enfriar el CO₂ comprimido en la segunda etapa
- Un salida de gas rico en nitrógeno a la atmósfera
- Un sistema de almacenamiento de CO₂ líquido para usos posteriores.

El sistema de D01 no emplea el calor generado por los compresores de CO₂ para alimentar una planta termoeléctrica de ciclo de Rankine. Sin embargo, esta característica es conocida a partir del documento D02. El experto en la materia podría por lo tanto considerar como opción normal de diseño incluir en el sistema de D01 un dispositivo para ceder el calor generado por los compresores de CO₂ a un fluido de trabajo, aceite u otro, que desarrollase un ciclo de Rankine.

La combinación de los documentos D01 y D02 anularía, por tanto, la actividad inventiva de las reivindicaciones 1 y 2 de la solicitud (art. 8.1 Ley 11/1986).