

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 015**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/22** (2006.01)

**C10L 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2019** E 19214497 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024** EP 3666368

54 Título: **Instalación y procedimiento de tratamiento por permeación de membrana de una corriente gaseosa con ajuste de la concentración de metano**

30 Prioridad:

**14.12.2018 FR 1872938**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**20.12.2024**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR  
L'ETUDE ETL'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75, Quai d'Orsay  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BARRAUD, FRANÇOIS y  
CHAREYRE, JEAN-MARC**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 993 015 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Instalación y procedimiento de tratamiento por permeación de membrana de una corriente gaseosa con ajuste de la concentración de metano

5 La presente invención se refiere a una instalación de tratamiento por permeación de membrana de una corriente gaseosa que contiene al menos metano y dióxido de carbono para producir una corriente gaseosa rica en metano - cuyo contenido de metano se ajusta a las necesidades de su uso y a un procedimiento de control de tal instalación.

10 Se refiere en particular a la depuración de biogás con el objetivo de producir biometano conforme a las especificaciones para la inyección en una red de gas natural.

15 El biogás es el gas producido durante la degradación de materias orgánicas en ausencia de oxígeno (fermentación anaeróbica) también denominada metanización. Puede tratarse de una degradación natural - se observa así en los pantanos o las basuras domésticas - pero la producción de biogás puede también resultar de la metanización de desechos en un reactor específico, denominado metanizador o digestor.

20 Por sus constituyentes principales - metano y dióxido de carbono - el biogás es un poderoso gas de efecto invernadero; constituye también, paralelamente, una fuente de energía renovable apreciable en un contexto de rarefacción de las energías fósiles.

25 El biogás contiene mayoritariamente metano (CH4) y dióxido de carbono (CO2) en proporciones variables en función del modo de obtención, pero también, en menor proporción, agua, nitrógeno, hidrógeno sulfurado, oxígeno, así como otros compuestos orgánicos, en trazas.

Según las materias orgánicas degradadas y las técnicas utilizadas, las proporciones de los componentes difieren, pero en promedio el biogás comprende, sobre gas seco, de 30 a 75% de metano, de 15 a 60% de CO2, de 0 a 15% de nitrógeno, de 0 a 5% de oxígeno, y compuestos en trazas.

30 El biogás se aprovecha de diferentes maneras. Puede, después de un ligero tratamiento, aprovecharse cerca del sitio de producción para proporcionar calor, electricidad o una mezcla de los dos (cogeneración); el alto contenido de dióxido de carbono reduce su poder calorífico, aumenta los costes de compresión y de transporte y limita el valor económico de su aprovechamiento para este uso de proximidad.

35 Una purificación más exhaustiva del biogás permite su uso más amplio, en particular, una purificación exhaustiva del biogás permite obtener un biogás depurado con las especificaciones del gas natural y que podrá sustituirlo; el biogás así purificado es el "biometano". El biometano completa así los recursos de gas natural con una parte renovable producida dentro de los territorios; se puede usar exactamente para los mismos usos que el gas natural de origen fósil. Puede alimentar una red de gas natural, una estación de llenado para vehículos, puede también licuarse para almacenarse en forma de gas natural líquido (GNL).

45 Los modos de aprovechamiento del biometano se determinan en función de los contextos locales: necesidades energéticas locales, posibilidades de aprovechamiento como biometano carburante, existencia cerca de redes de distribución o transporte de gas natural especialmente. Creando sinergias entre los diferentes actores que trabajan en un territorio (agricultores, industriales, poderes públicos), la producción de biometano ayuda a los territorios a adquirir una mayor autonomía energética.

50 Deben realizarse varias etapas entre la recogida del biogás y la obtención del biometano, el producto final que puede ser comprimido o licuado.

55 En particular, son necesarias varias etapas antes del tratamiento, cuyo objetivo es separar el dióxido de carbono para producir una corriente de metano purificado. Una primera etapa consiste en comprimir el biogás que se ha producido y transportado a presión atmosférica, esta compresión puede obtenerse - de manera convencional - mediante un compresor. Las etapas siguientes tienen por objeto eliminar del biogás los componentes corrosivos como son el sulfuro de hidrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV), las tecnologías utilizadas de manera convencional son la adsorción por cambio de presión (PSA, *pressure swing adsorption* en inglés) y la captura con carbón activo. Luego sigue la etapa que consiste en separar el dióxido de carbono para obtener metano con la pureza requerida para su uso posterior.

60 El dióxido de carbono es un contaminante que normalmente está presente en el gas natural y es práctica habitual tener que eliminarlo. Para ello se utilizan diversas tecnologías, según la situación, entre ellas, la tecnología de membrana, que resulta especialmente eficaz cuando el contenido de CO2 es elevado, por lo que se emplea para separar el CO2 presente en el biogás procedente de gases de vertedero o de digestores de desechos vegetales o animales.

65

Los procedimientos de separación de gases por membranas utilizados para purificar un gas, ya utilicen una o varias etapas de membranas, deben permitir la producción de un gas de la calidad requerida, a bajo coste, minimizando al mismo tiempo las pérdidas del gas a recuperar. Así, en el caso de la purificación del biogás, la separación efectuada es principalmente una separación CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub>, que debe permitir la producción de un gas que contenga, según su utilización, más del 85 % de CH<sub>4</sub>, preferentemente más del 95 % de CH<sub>4</sub>, más preferentemente más del 97,5 % de CH<sub>4</sub>, minimizando al mismo tiempo las pérdidas de CH<sub>4</sub> en el gas residual y el coste de la purificación, este último vinculado en gran medida al consumo eléctrico del dispositivo de compresión del gas aguas arriba de las membranas.

El documento publicado como US 2018/223205 A1 describe un procedimiento de tratamiento de biogás que contiene H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> mediante la eliminación de H<sub>2</sub>S utilizando PTSA ("*pressure temperature swing adsorption*" en inglés, adsorción por cambio de presión y temperatura) y CO<sub>2</sub> utilizando membranas de separación de gases en dos etapas.

El documento publicado como WO2014/121964 A1 describe un procedimiento de separación de una mezcla de gases de alimentación que comprende un gas A y un gas B utilizando una unidad de separación de membrana para obtener un retentado rico en gas A en el que el lado del permeado de la membrana es barrido por un flujo de gas que comprende el gas B en un porcentaje inferior al del gas de alimentación o que no comprende gas B en absoluto.

El documento publicado como US 2015/0336046 A1 describe un procedimiento de control de una instalación de separación de gases que comprende tres etapas de separación por membrana capaces de suministrar simultáneamente dos o más productos de alta pureza.

Es preferible que la red de gas natural reciba una corriente de metano que presenta una concentración de metano constante para que los equipos que utilizan el biometano tengan un funcionamiento normal.

A partir de ahí, un problema que se plantea es el de proporcionar una instalación que permita la obtención de una corriente de metano con una concentración constante.

Una solución de la presente invención es una instalación para el tratamiento por permeación de membrana de un flujo gaseoso de alimentación que comprende al menos metano y dióxido de carbono, que comprende:

- un compresor A para comprimir el flujo gaseoso de alimentación,
  - una primera unidad de separación por membrana capaz de recibir el flujo gaseoso procedente del compresor y suministrar un primer permeado y un primer retentado,
  - una segunda unidad de separación por membrana adecuada para recibir el primer retentado y suministrar un segundo permeado y un segundo retentado, estando el segundo permeado configurado para ser reciclado en el flujo gaseoso de alimentación aguas abajo del compresor A,
  - una tercera unidad de separación por membrana adecuada para recibir el primer permeado y suministrar un tercer permeado y un tercer retentado, estando el tercer retentado configurado para ser reciclado al compresor A permitiendo comprimir el flujo gaseoso de alimentación,
- con cada unidad de separación por membrana comprendiendo al menos una membrana que es más permeable al dióxido de carbono que al metano,
- al menos un medio de medición de la presión de aspiración del segundo permeado de la segunda unidad de membrana,
  - al menos un medio de medición de la concentración de metano CH<sub>4</sub> en el segundo retentado,
  - al menos un compresor B que permita la aspiración del segundo permeado y el ajuste de la presión del segundo permeado en función de la presión de aspiración medida y de la concentración de metano medida antes de reciclar el segundo permeado en el flujo gaseoso de alimentación aguas abajo del compresor A,
  - al menos un medio de ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación en función de la concentración de CH<sub>4</sub> medida,
  - el medio de ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación es el compresor A o una válvula de cierre y de presurización progresiva, y
  - unos medios de transmisión de datos y de procesamiento de datos configurados para realizar automáticamente: la comparación de la presión de aspiración del segundo permeado medida y de la

concentración de metano en el segundo retentado medida con valores de consigna y el ajuste de la presión del segundo permeado y de la presión del flujo gaseoso de alimentación.

La figura 1 representa un ejemplo de instalación según la invención.

Según el caso, la instalación según la invención puede presentar una o varias de las características siguientes:

- el tercer retentado es reciclado al compresor permitiendo comprimir el flujo gaseoso de alimentación;
- las membranas utilizadas en las unidades de separación por membrana tienen la misma selectividad;
- al menos una unidad de separación por membrana comprende al menos dos membranas de diferentes selectividades.

La presente invención también tiene por objeto un procedimiento de control de una instalación como se define en la invención, que comprende las etapas siguientes:

- a. una etapa de medición de la presión del segundo permeado,
- b. una etapa de medición de la concentración de metano CH<sub>4</sub> en el segundo retentado,
- c. una etapa de comparación de la presión medida en la etapa a) y de la concentración medida en la etapa b) con los valores de consigna y de determinación de la desviación con respecto a estos valores de consigna y,
- d. una etapa de ajuste de la presión del segundo permeado mediante el compresor B y de la presión del flujo gaseoso de alimentación mediante el compresor A o mediante una válvula de cierre y de presurización progresiva para mantener constante el valor de concentración de CH<sub>4</sub> en el segundo retentado.

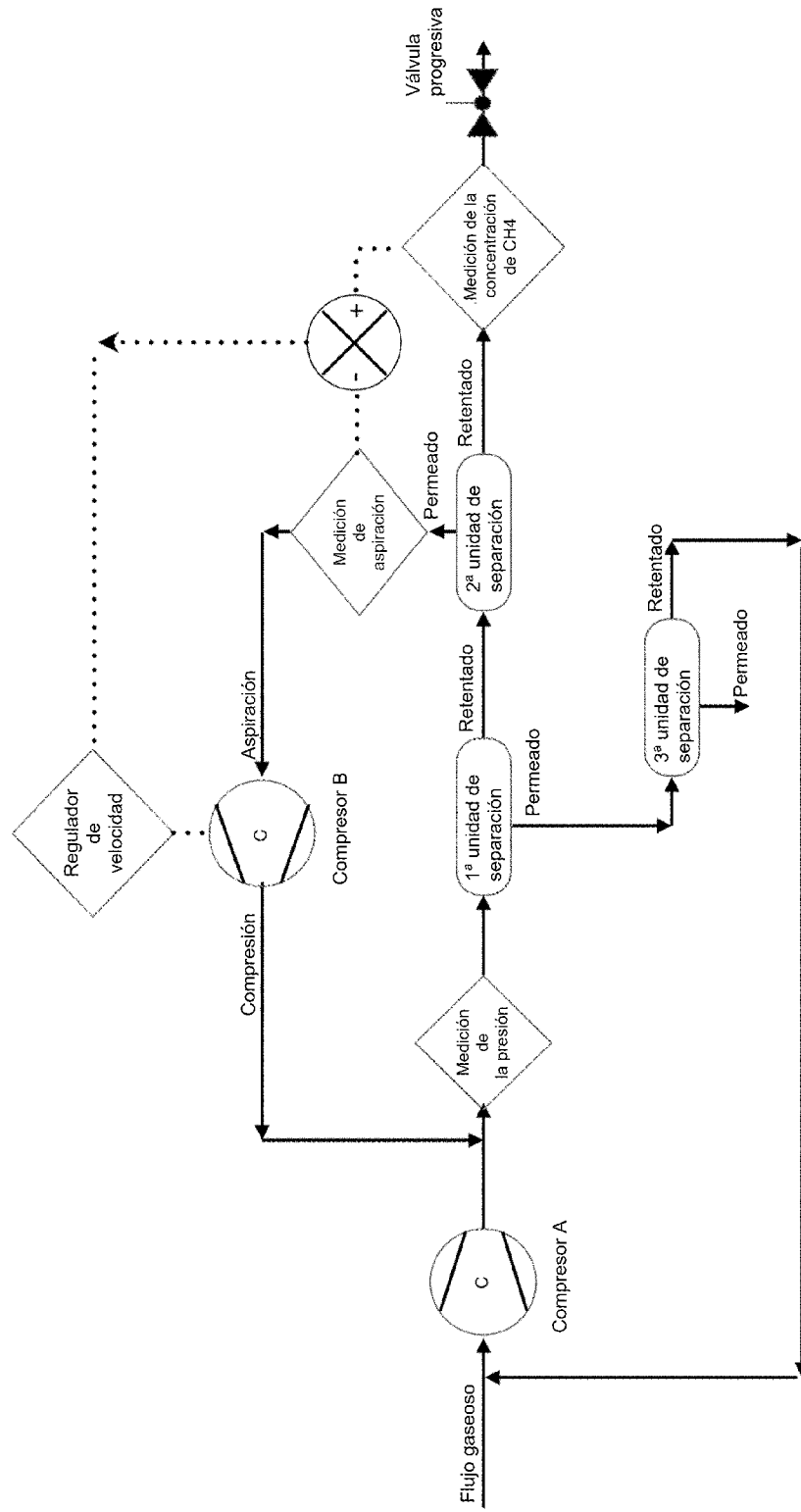
Según el caso, el procedimiento según la invención puede presentar una o varias de las características siguientes:

- el ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación comprende un aumento o una disminución de la presión;
- en la etapa de ajuste, el compresor B experimenta una aceleración o una deceleración; obsérvese que una aceleración del compresor B conducirá a una disminución del nivel de presión en las membranas y una deceleración del compresor B conducirá a un aumento del nivel de presión en las membranas;
- la etapa de comparación y la etapa de ajuste se realizan automáticamente por unos medios de transmisión de datos y de procesamiento de datos;
- el flujo gaseoso de alimentación es biogás.

Un medio de transmisión de datos y de procesamiento de datos podría ser, por ejemplo, un ordenador industrial de tipo Controlador Lógico Programable.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para el tratamiento por permeación de membrana de un flujo gaseoso de alimentación que comprende al menos metano y dióxido de carbono, que comprende:
- 5 - un compresor A para comprimir el flujo gaseoso de alimentación,
  - una primera unidad de separación por membrana capaz de recibir el flujo gaseoso procedente del compresor y suministrar un primer permeado y un primer retentado,
  - una segunda unidad de separación por membrana adecuada para recibir el primer retentado y suministrar un segundo permeado y un segundo retentado, estando el segundo permeado configurado para ser reciclado en el flujo gaseoso de alimentación aguas abajo del compresor A,
  - 10 - una tercera unidad de separación por membrana adecuada para recibir el primer permeado y suministrar un tercer permeado y un tercer retentado, estando el tercer retentado configurado para ser reciclado al compresor A permitiendo comprimir el flujo gaseoso de alimentación,
- con cada unidad de separación por membrana comprendiendo al menos una membrana que es más permeable al dióxido de carbono que al metano,
- 15 - al menos un medio de medición de la presión de aspiración del segundo permeado de la segunda unidad de membrana,
  - al menos un medio de medición de la concentración de metano CH<sub>4</sub> en el segundo retentado,
  - al menos un compresor B que permita la aspiración del segundo permeado y el ajuste de la presión del segundo permeado en función de la presión de aspiración medida y de la concentración de metano medida antes de reciclar el segundo permeado en el flujo gaseoso de alimentación aguas abajo del compresor A,
  - 20 - al menos un medio de ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación en función de la concentración de CH<sub>4</sub> medida,
- el medio de ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación siendo el compresor A o una válvula de cierre y de presurización progresiva, y
- 25 - unos medios de transmisión de datos y de procesamiento de datos configurados para realizar automáticamente: la comparación de la presión de aspiración del segundo permeado medida y de la concentración de metano en el segundo retentado medida con valores de consigna y el ajuste de la presión del segundo permeado y de la presión del flujo gaseoso de alimentación.
- 30
2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** las membranas utilizadas en las unidades de separación por membrana tienen la misma selectividad.
3. Instalación según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** al menos una unidad de separación por membrana comprende al menos dos membranas de diferentes selectividades.
- 35
4. Procedimiento de control de una instalación como se define en una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende las etapas siguientes:
- 40 a) una etapa de medición de la presión del segundo permeado,
  - b) una etapa de medición de la concentración de metano CH<sub>4</sub> en el segundo retentado,
  - c) una etapa de comparación de la presión medida en la etapa a) y de la concentración medida en la etapa b) con valores de consigna y de determinación de la desviación con respecto a estos valores de consigna y,
  - d) una etapa de ajuste de la presión del segundo permeado mediante el compresor B y de la presión del flujo gaseoso de alimentación mediante el compresor A o mediante una válvula de cierre y de presurización progresiva.
- 45
5. Procedimiento de la reivindicación 4, **caracterizado por que** el ajuste de la presión del flujo gaseoso de alimentación comprende un aumento o una disminución de la presión.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado por que**, en la etapa de ajuste, el compresor B experimenta una aceleración o una deceleración.
- 50
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por que** la etapa de comparación y la etapa de ajuste son realizadas automáticamente por los medios de transmisión de datos y de procesamiento de datos.
- 55
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado por que** el flujo gaseoso de alimentación es biogás.



[Fig. 1]