

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 057**

51 Int. Cl.:

C10K 1/04 (2006.01)
C10G 47/00 (2006.01)
C10J 3/48 (2006.01)
C10G 2/00 (2006.01)
C10K 1/10 (2006.01)
C10K 3/00 (2006.01)
C10K 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2013 E 13180322 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2706103**

54 Título: **Procedimiento de gasificación de carga de materia carbonada con rendimiento mejorado**

30 Prioridad:

05.09.2012 FR 1258276

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

22.02.2018

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BEDEL, LAURENT;
GUILLAUDEAU, JACQUES;
RAVEL, SERGE y
SETIER, PIERRE-ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 656 057 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

Procedimiento de gasificación de carga de materia carbonada con rendimiento mejorado

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de gasificación de la biomasa y, más generalmente, de carga de materia carbonada, en un reactor de gasificación para producir combustibles o carburantes.

10 La invención pretende mejorar el rendimiento del procedimiento de gasificación y más particularmente aumentar la tasa de conversión del carbono de la biomasa y, más generalmente de la carga de materia carbonada, a monóxido de carbono, y reciclar el CO₂ emitido por el procedimiento de gasificación de la biomasa.

15 Aunque se describe a continuación en referencia a un reactor de tipo de lecho fluidizado, la invención se aplica también a una gasificación en reactor de tipo de flujo arrastrado o de tipo de lecho fijo.

Estado de la técnica

20 Se conoce desde hace mucho tiempo la gasificación de la biomasa y del carbón. De manera general, se puede definir como una transformación termoquímica de la biomasa o del carbón por la acción del calor en presencia de agentes gasificantes. Se busca generar, al final de la gasificación, una mezcla de gas denominado gas de síntesis, que comprende monóxido de carbono e hidrógeno (CO+H₂), entre otros.

25 Así, los procedimientos de gasificación de la biomasa ligno-celulósica permiten generar un gas de síntesis que permite producir, aguas abajo, o bien unos carburantes líquidos, o bien otros productos orgánicos. Esta gasificación se desarrolla en presencia típicamente de vapor de agua a alrededor de 800-900°C para unos reactores de lecho fluidizado. Clásicamente, estos procedimientos convierten el carbono de la biomasa con un gas a la salida del gasificador con una composición media del 20-25% en CO, del 8-12% en CH₄, del 18-22% en CO₂, y aproximadamente del 38-42% en H₂, y unos compuestos orgánicos C₂ a C₁₆ más unos compuestos inorgánicos.
30 Este procedimiento consume aproximadamente del 25 al 35% del agua introducida por la reacción de gasificación.

Un inconveniente principal de estos procedimientos es que la tasa de conversión del carbono de la biomasa en CO actualmente alcanzada no es suficientemente elevada, ya que es del orden de solamente un 35-40%. Otro inconveniente principal de estos procedimientos es que el CO₂ emitido se pierde actualmente, en particular al final se libera en la atmósfera. Ahora bien, cualquier conversión del carbono de la biomasa, más generalmente de materia de carga carbonada, en CO₂, puede considerarse como una pérdida de rendimiento de reacción para obtener al final metano de síntesis (SNG) o un carburante líquido (Diesel Fischer Tropsch) u otro producto orgánico (metanol, dimetiléter, etc.).

40 Finalmente, otro inconveniente es que estos procedimientos consumen agua.

Ya se han propuesto en la bibliografía unos procedimientos para aumentar la tasa de conversión del carbono de la biomasa en CO.

45 Así, la solicitud de patente WO 2008/033812 propone, para conseguirlo, realizar la introducción de una mezcla de hidrógeno y de CO₂, directamente en el reactor de gasificación, a fin de realizar la reacción denominada inversa del gas con agua (RWGS acrónimo inglés por "Reverse Water Gas Synthesis"), que se escribe $H_2 + CO_2 \rightarrow CO + H_2O$, para obtener la relación deseada H₂/CO en la salida del reactor. Se indica en esta solicitud que el hidrógeno inyectado en el reactor de gasificación se puede producir a partir de una energía descarbonada. Se propone
50 asimismo reciclar el CO₂ procedente de la gasificación y de la síntesis Fisher-Tropsch aguas abajo hacia el reactor de gasificación en complemento de la adición de hidrógeno para acentuar la reacción RWGS. La introducción de hidrógeno y de CO₂ se realiza directamente a nivel del reactor de gasificación, ya que su temperatura de funcionamiento es suficientemente elevada para realizar la reacción RWGS y que esté cerca del equilibrio.

55 Ya se conoce reciclar el CO₂ reinyectándolo en el reactor de gasificación.

Así, la solicitud de patente FR 2955865 propone el reciclado de CO₂ y, más particularmente, su reducción por carbono durante la pirolisis de una materia carbonada.

60 La solicitud de patente FR 2955918 propone un procedimiento de producción de electricidad a partir de materia prima carbonada con, como primera etapa, una gasificación de esta materia carbonada bajo CO₂ para generar CO que se recupera después para producir electricidad. El CO₂ se recicla hacia la unidad de gasificación después de la oxidación del CO en CO₂.

65 La patente US 5.937.652 propone el reciclado del CO₂ y del agua para la gasificación del carbón en gas de síntesis. La inyección de CO₂ y de agua se realizan independientemente la una de la otra. Estas inyecciones pretenden

reemplazar el oxígeno necesario para la gasificación del carbón y reducir las emisiones de CO₂ por su reciclado que proceden de los gases de chimenea.

5 Esta patente US 5.937.652 no busca aumentar la tasa de conversión del carbono que proviene de la carga carbonada en CO, ni considera reducir el consumo de agua.

10 La solicitud de patente US 2010/129691 divulga un procedimiento que comprende una etapa de gasificación de una carga de materia carbonada por un reactor de gasificación, y una etapa suplementaria que genera un flujo con un dióxido de carbono. En este procedimiento, al menos una parte del dióxido de carbono se reintroduce en el reactor de gasificación.

15 La solicitud de patente WO2007/123776 divulga un método de gasificación de un combustible que se introduce en una cámara de gasificación a fin de producir un gas introducido al menos en parte en otra cámara. El calor generado por combustión en esta otra cámara se transmite a la cámara de gasificación. Además, el agua recogida aguas abajo de la cámara de gasificación y el dióxido de carbono producido por combustión son susceptibles de reinyectarse en la cámara de gasificación.

20 La solicitud de patente WO2011/002527 divulga un procedimiento de conversión termoquímica de la biomasa con inyección de CO₂ en un reactor de gasificación, una limpieza del gas aguas abajo del reactor de gasificación y después una síntesis Fischer-Tropsch. Se prevé agua y una parte del CO₂ producido por la síntesis para reinyectarse en el reactor de gasificación. Se lleva a cabo una etapa de "water-gas shift" aguas abajo del reactor de gasificación antes de la limpieza del gas para ajustar la relación H₂/CO.

25 La solicitud de patente CA2776369 divulga un procedimiento de conversión de gas natural en carburante diésel que comprende una etapa que consiste en introducir al menos en parte la nafta producida después de una síntesis por Fischer-Tropsch en un convertidor autotérmico (ATR) y/o una unidad de producción de hidrógeno por conversión de metano (SMR) para volver a formar gas de síntesis. Este gas de síntesis se reintroduce después en el reactor de síntesis Fischer-Tropsch, lo que permite aumentar el volumen de carburante producido al final. La relación H₂/CO en la entrada del reactor de síntesis Fischer-Tropsch se ajusta mediante una unidad de separación que regula la proporción de hidrógeno en el gas de síntesis.

30 El objetivo general de la invención es paliar al menos una parte de los inconvenientes del estado de la técnica de gasificación de biomasa y, más generalmente, de carga de materia carbonada, para producir un carburante líquido u otro producto de síntesis orgánico.

35 Un objetivo particular es proponer un procedimiento de gasificación de biomasa, con mayor tasa de conversión en CO, que permite el reciclado del CO₂ producido aguas abajo de la gasificación y la reducción al menos en parte del consumo de agua.

40 Descripción de la invención

45 Para ello, la invención tiene por objeto un procedimiento de conversión termoquímica de una carga de materia carbonada en un gas de síntesis para producir combustible o carburante, en particular carburante líquido, u otro producto de síntesis, según la reivindicación 1.

50 Así, la invención propone un procedimiento de (piro)-gasificación que no genere CO₂ y que no consuma agua mediante un reciclado simultáneo de estos dos agentes gasificantes, permitiendo este reciclado, de manera ventajosa, aumentar el rendimiento de conversión del carbono de la carga carbonada en CO presente en el gas de síntesis necesario para la obtención, aguas abajo, de un carburante líquido o de otro producto de síntesis. El porcentaje de conversión del carbono de la carga carbonada en CO según la invención puede alcanzar el 70%, incluso más.

55 Según un modo de realización ventajoso, el vapor de agua (H₂O) recuperado aguas abajo de la gasificación y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la limpieza se mezclan aguas arriba del reactor de gasificación.

De manera alternativa, se puede prever que el vapor de agua (H₂O) recuperado aguas abajo de la gasificación y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la limpieza se inyectan separada y directamente en el reactor de gasificación.

60 Se realiza una etapa de reformado de los gases de cabeza procedentes de la síntesis Fischer-Tropsch, después se reinyecta el hidrógeno producido por reformado, en el gas de síntesis aguas arriba de la síntesis Fischer-Tropsch y/o durante el hidrocrqueo de los hidrocarburos producidos por la síntesis Fischer-Tropsch. Dicho de otra manera, al contrario que en el estado de la técnica, y en particular que en la solicitud de patente WO2008/033812 citada en el preámbulo, el procedimiento de gasificación según este modo no necesita ninguna aportación exterior de hidrógeno H₂ ni reacción de gas con agua (WGS, acrónimo inglés de "Water Shift Gas") para ajustar la relación H₂/CO necesaria para una síntesis de carburante por Fischer Tropsch.

Según una característica ventajosa, la relación molar entre la mezcla de agentes gasificantes ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) y la biomasa seca está comprendida entre 3,5 y 4,5.

5 Preferentemente, la proporción de CO_2 en la mezcla de agentes gasificantes ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) inyectada en el reactor de gasificación es superior al 55%, más preferentemente superior al 75%.

Según una variante ventajosa, el vapor de agua (H_2O) inyectado en el reactor de gasificación procede al menos en parte del enfriamiento del gas de síntesis, que se condensa antes de una etapa de compresión.

10 Según una variante ventajosa, se realiza, aguas abajo de la limpieza del gas de síntesis, una síntesis según el procedimiento Fischer-Tropsch para producir un carburante líquido. Así, según esta variante, el vapor de agua (H_2O) inyectado en el reactor de gasificación puede proceder al menos en parte de la síntesis Fischer-Tropsch.

15 Se realiza una etapa de reformado de los gases de cabeza procedentes de la síntesis de Fischer-Tropsch.

Se reinyecta el hidrógeno producido por reformado, en el gas de síntesis, aguas arriba de la síntesis Fischer-Tropsch.

20 La reacción de gasificación se puede realizar a unas temperaturas comprendidas entre 700 y 1600°C.

Según una variante de realización, el reactor de gasificación es un reactor de tipo de lecho fluidizado, realizándose la reacción de gasificación a temperaturas comprendidas entre 800 y 950°C.

25 Según una variante alternativa, el reactor de gasificación es un reactor de tipo de flujo arrastrado, realizándose la reacción de gasificación a temperaturas comprendidas entre 1400 y 1600°C.

La invención se refiere también a una instalación de conversión termoquímica de carga de materia carbonada que utiliza en continuo el procedimiento que acaba de describirse.

30 Descripción detallada

Otras ventajas y características de la invención aparecerán mejor a partir de la lectura de la descripción detallada de la invención, realizada a título ilustrativo y no limitativo en referencia a las figuras siguientes, entre las cuales:

35 - la figura 1 es una vista esquemática del principio de una instalación de conversión termoquímica de carga de materia carbonada que utiliza en continuo el procedimiento de gasificación según la invención;

40 - la figura 2 es un gráfico de lectura del contenido en agua a la salida de un reactor de gasificación en función del % de CO_2 como agente gasificante en una mezcla de agentes gasificantes $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ conforme a la invención;

45 - la figura 3 es un gráfico de lectura del número de moles de CO_2 con respecto al número de moles de biomasa en la entrada y en la salida de un reactor de gasificación, en función del % de CO_2 como agente gasificante en una mezcla de agentes gasificantes $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, conforme a la invención;

- la figura 4 es un gráfico de lectura del porcentaje de conversión del carbono de la biomasa introducida en un reactor de gasificación, en CO , en función del % de CO_2 como agente gasificante en una mezcla de agentes gasificantes $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, conforme a la invención.

50 En la descripción siguiente, los términos “entrada”, “salida”, “aguas arriba”, “aguas abajo” se utilizan por referencia con la dirección de transferencia de la biomasa y del gas de síntesis en la instalación de conversión que utiliza el procedimiento según la invención.

55 Se precisa que las leyendas dadas en la figura 1, y en particular los reactores, dispositivos, temperaturas y presión indicados lo son sólo a título de ejemplo no limitativo.

Tal como se ilustra en la figura 1, la instalación en continuo utiliza el procedimiento de una gasificación de la biomasa según la invención para la síntesis de un carburante de síntesis. Así, un reactor de gasificación 1, del tipo de lecho fluidizado circulante (FICFB, acrónimo inglés para “Fast Internal Circulating Fluidised Bed”) se alimenta en continuo por la biomasa ligno-celulósica desde un depósito de almacenamiento apropiado 2. La alimentación en continuo se puede realizar, por ejemplo, mediante al menos un tornillo sin fin, ventajosamente como se describe en la solicitud de patente WO 2005092749.

65 Conforme a la invención, la gasificación se realiza con, como únicos agentes gasificantes, una mezcla 10 de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reciclado, obtenido aguas abajo en la instalación de conversión y reinyectado en el reactor 1. Más precisamente, el vapor de agua H_2O se recupera aguas debajo de la gasificación en dos zonas distintas y se

reinyectan mediante líneas 11, 12, y el dióxido de carbono CO₂ producido por la limpieza del gas de síntesis se recupera y se reinyecta mediante la línea 13, teniendo lugar la mezcla entre vapor de agua y CO₂ aguas arriba del reactor de gasificación 1, en una zona 10. Esta zona 10 de mezcla puede estar prevista con uno o varios depósitos.

- 5 Para suministrar y ajustar el caudal individualmente de H₂O y de CO₂, se puede instalar una o varias bombas y uno o varios caudalímetros, no representados en las figuras, sobre la zona 10 o sobre cada una de las líneas de alimentación 11, 12, 13.

10 La temperatura de entrada de la mezcla H₂O + CO₂ puede ser superior a 500°C y ventajosamente del orden de la del funcionamiento del reactor de gasificación 1. De hecho, el reactor 1 de lecho fluidizado puede funcionar preferentemente a entre 800 y 950°C. El reactor 1 puede también ser un reactor de tipo de flujo arrastrado (EFR, acrónimo inglés para Entrained flow reactor) que funciona preferentemente a temperaturas comprendidas típicamente entre 1400 y 1600°C.

15 A la salida del reactor de gasificación, se emite una mezcla bruta de gas de síntesis que comprende para las especies principales CO, CO₂, H₂O y H₂. Después del enfriamiento a través de un intercambiador de calor 3, típicamente a temperaturas del orden de 150°C, el agua se condensa, por ejemplo por un condensador. El agua utilizada para el enfriamiento (bucle frío del condensador) proviene de un circuito de fluidos distinto. Esta agua condensada se envía entonces hacia un colector 4 y después se reenvía hacia una caldera o un intercambiador de calor a vapor 5 para vaporizarse antes de la reinyección en el reactor 1.

20 Después de la eliminación de los alquitranes, en el caso de los reactores de lecho fluidizado, en una torre de lavado con un disolvente 6, la mezcla bruta de gas de síntesis se envía a un compresor 7 para comprimirse, típicamente a 30-40 bares.

25 La mezcla de gas de síntesis sufre entonces una limpieza con gas en un dispositivo 8 adaptado a fin de extraer el CO₂. Preferentemente, el CO₂ se retira de la mezcla gaseosa según un procedimiento de absorción sobre amina utilizado en el dispositivo 8. Se precisa aquí que el procedimiento de absorción sobre amina, también denominado lavado con aminas, está ya bastante comprobado a escala industrial y que consiste en realizar una captación del CO₂ en una torre 80 con aminas, como disolvente, típicamente alrededor de 30-40°C. Tal procedimiento permite ventajosamente capturar aproximadamente 0,5 kg de CO₂ por kg de amina. Según la invención, el CO₂ capturado se libera mediante calentamiento, típicamente a 120-130°C, después se recicla hacia el reactor de gasificación 1 mediante la línea 13.

35 El gas de síntesis limpio se envía entonces hacia un reactor 9 que utiliza el procedimiento de síntesis Fischer-Tropsch. Para alcanzar la relación H₂/CO deseada, igual aquí a 2:1, se puede realizar ventajosamente un reformado en un convertidor 90 adecuado a partir de una parte del gas de cabeza procedente de la síntesis Fischer-Tropsch y, por otro lado, del agua recuperada de ésta en la línea de alimentación 14. A título de variante, cuando se desea realizar una síntesis para obtener un gas natural de síntesis, habitualmente conocido bajo la denominación "Bio-SNG" (acrónimo inglés de "Bio-synthetic Natural Gas"), la relación H₂/CO debe ser igual a 3, y se ajustan así los caudales de vapor de agua y de gas de cabeza en el convertidor 90 para obtener esta relación.

40 Otra parte del agua o, llegado el caso, en particular cuando no se realiza el reformado, todo o parte del agua recuperada en la salida del reactor 9 de síntesis Fischer-Tropsch se puede reciclar alimentando el reactor de gasificación 1 mediante la línea 12.

45 Finalmente, para obtener un diésel y una nafta, se realiza un hidrocrqueo de los productos procedentes del reactor 9 de síntesis Fischer-Tropsch, en un reactor 91 adecuado.

50 Los inventores han buscado encontrar los mejores intervalos de funcionamiento de un reactor de gasificación 1 según la invención. Han buscado así comprender los mecanismos de reacción de la mezcla H₂O + CO₂ reciclado en la reacción de gasificación y la influencia relativa de cada uno de estos dos únicos agentes gasificantes CO₂, H₂O.

55 Así, han llevado a cabo un estudio sobre un reactor 1, de tipo experimental. Se precisa aquí que este reactor experimental no es propiamente dicho un reactor FICFB, de tipo de lecho fluidizado circulante, sino un reactor de lecho fluidizado de acumulación. Este reactor experimental permite, no obstante, el estudio de los parámetros de gasificación y de sus influencias. Además, para unos parámetros equivalentes a una instalación industrial, tal como se ilustra en la figura 1, la composición de la mezcla de gas bruto en la salida es representativa.

60 Los ensayos han llevado a una temperatura de 850°C, a una presión de 1,5 bar con una relación molar entre agentes gasificantes (H₂O + CO₂) y biomasa igual a 4. La biomasa a gasificar utilizada era haya (secada naturalmente – porcentaje de humedad del orden de del 8.9%). Los ensayos muestran que más allá del:

65 - 55-60% de CO₂ como agente gasificante, el rendimiento en agua es superior al 100% (figura 2) y por lo tanto más allá, con un reciclaje, el procedimiento ya no necesita adición de agua externa;

- 75% de CO₂ como agente gasificante, el procedimiento de gasificación no produce más CO₂. El caudal de CO₂ en la salida del reactor de gasificación es igual al caudal de entrada. Más allá, el caudal de CO₂ en la salida se vuelve inferior al de la entrada (figura 3);

5 Dicho de otra manera, más allá del 75% de CO₂, el procedimiento de gasificación consume CO₂.

Además, la mezcla (H₂O + CO₂), que puede proceder completamente del reciclado aguas abajo, aumenta la conversión del carbono de la biomasa en CO para alcanzar el 70% con una mezcla del 80% de CO₂ como agente gasificante (figura 4).

10 Así, los inventores han mostrado que el procedimiento de gasificación según la invención presenta un rendimiento mejorado, con una mayor tasa de conversión del carbono de la biomasa en CO, y una autonomía completa en agua y en CO₂.

15 Así, con una relación molar CO₂/H₂O igual a 4 como mezcla única de agentes gasificantes, la presente invención da una conversión del carbono de la biomasa en CO del 80% sin aportación de agua ni de hidrógeno exteriores al procedimiento. Tal relación se puede obtener fácilmente con la ayuda de caudalímetros en la entrada del reactor de gasificación.

20 Se pueden considerar otras variantes o mejoras sin salirse del ámbito de la invención.

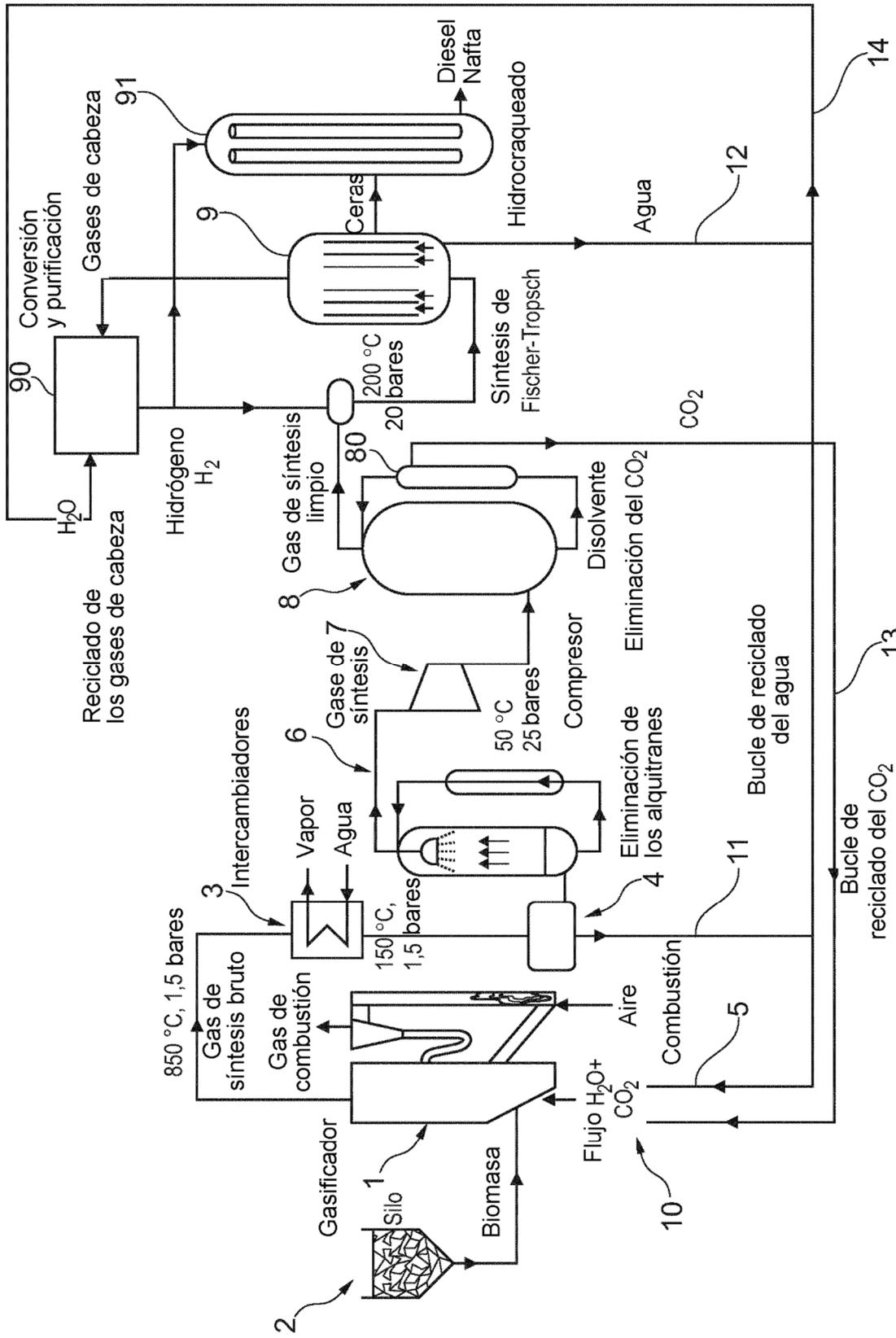
Así, el vapor de agua (H₂O) recuperado aguas abajo de la gasificación y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la limpieza puede, en lugar de mezclarse aguas arriba e inyectarse en forma de mezcla, como se acaba de describir, inyectarse separada y directamente en el reactor de gasificación.

25 Aunque se describe en referencia exclusivamente a la biomasa, la instalación de conversión en un combustible o un carburante, en particular un carburante líquido u otro producto de síntesis, la invención se puede utilizar para la conversión de otras cargas de materia carbonada (carbón, coque de petróleo, desechos orgánicos, etc.).

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de conversión termoquímica de una carga de materia carbonada en un gas de síntesis para producir combustible o carburante, en particular carburante líquido, u otro producto de síntesis, según el cual se realiza:
- una etapa de gasificación de la carga de materia carbonada en un reactor (1),
 - 10 - una etapa de limpieza del gas de síntesis producido por la gasificación,
 - aguas debajo de la limpieza del gas de síntesis, una síntesis según el procedimiento Fischer-Tropsch para producir gasóleo líquido,
 - 15 - una etapa de reformado de los gases de cabeza procedentes de la síntesis Fischer-Tropsch, produciéndose el hidrógeno por reformado, reinyectándose en el gas de síntesis aguas arriba de la síntesis Fischer-Tropsch y/o durante el hidrocrackeo de los hidrocarburos producidos por la síntesis Fischer-Tropsch,
 - 20 recuperándose el vapor de agua (H₂O) aguas debajo de la gasificación y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la limpieza, inyectándose en el reactor de gasificación (1) como únicos agentes gasificantes.
- 25 2. Procedimiento de conversión según la reivindicación 1, según el cual la carga de materia carbonada es una biomasa, preferentemente ligno-celulósica.
- 30 3. Procedimiento de conversión según la reivindicación 2, según el cual la relación molar entre la mezcla de agentes gasificantes (CO₂ + H₂O) y la biomasa seca está comprendida entre 3,5 y 4,5.
- 35 4. Procedimiento de conversión según una de las reivindicaciones anteriores, según el cual el vapor de agua (H₂O) recuperado aguas debajo de la gasificación y el dióxido de carbono (CO₂) producido por la limpieza se mezclan aguas arriba del reactor de gasificación.
- 40 5. Procedimiento de conversión según una de las reivindicaciones anteriores, siendo la proporción de CO₂ en la mezcla de agentes gasificantes (CO₂ + H₂O) inyectada en el reactor de gasificación superior al 55%.
- 45 6. Procedimiento de conversión según la reivindicación 5, según el cual la proporción de CO₂ en la mezcla de agentes gasificantes (CO₂ + H₂O) inyectada en el reactor de gasificación es superior al 75%.
- 50 7. Procedimiento de conversión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, según el cual el vapor de agua (H₂O) inyectado en el reactor de gasificación procede al menos en parte del enfriamiento del gas de síntesis que se condensa antes de una etapa de compresión.
- 55 8. Procedimiento de conversión según una de las reivindicaciones anteriores, según el cual el vapor de agua (H₂O) inyectado en el reactor de gasificación procede al menos en parte de la síntesis Fischer-Tropsch.
9. Procedimiento de conversión según una cualquiera en las reivindicaciones anteriores, según el cual la reacción de gasificación se realiza a temperaturas comprendidas entre 700 y 1600°C.
10. Procedimiento de conversión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, según el cual el reactor de gasificación es un reactor de tipo de lecho fluidizado, realizándose la reacción de gasificación a unas temperaturas comprendidas entre 800 y 950°C.
11. Procedimiento de conversión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, según el cual el reactor de gasificación es un reactor de tipo de flujo arrastrado, realizándose la reacción de gasificación a unas temperaturas comprendidas entre 1400 y 1600°C.
12. Instalación de conversión termoquímica de carga de materia carbonada, para la realización en continuo del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.



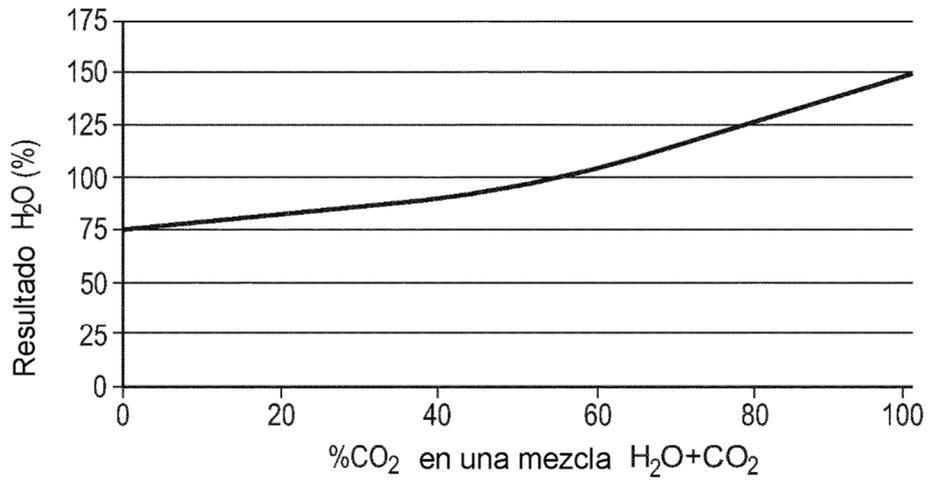


Fig. 2

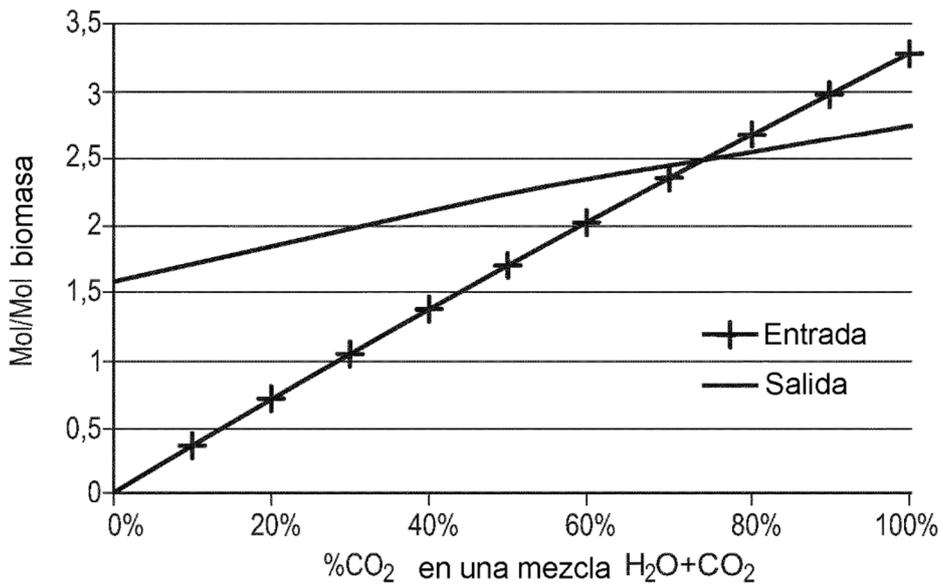


Fig. 3

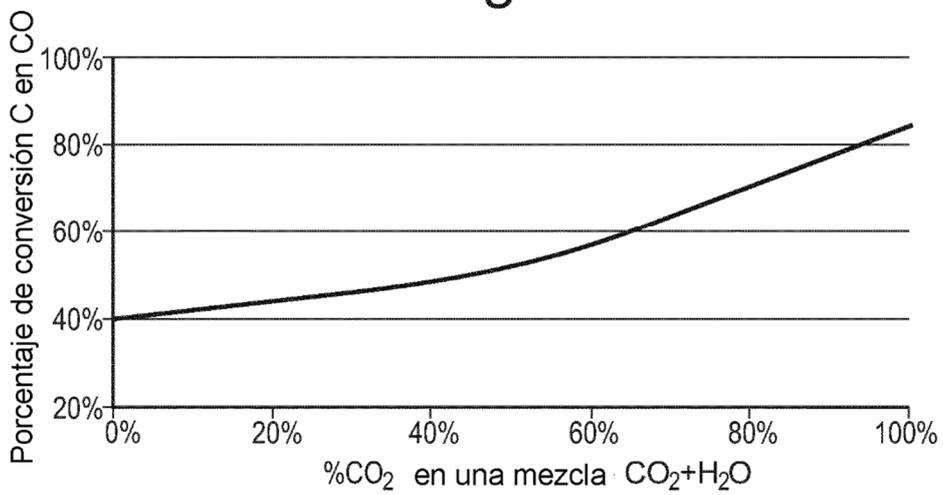


Fig. 4