

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 301**

51 Int. Cl.:

B09B 3/40 (2012.01)

C10L 5/44 (2006.01)

C10L 9/08 (2006.01)

B09B 3/00 (2012.01)

C10B 53/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2019 PCT/IB2019/061188**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020 WO20129001**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019 E 19839272 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024 EP 3898905**

54 Título: **Planta y procedimiento para la transformación de biomasa**

30 Prioridad:

20.12.2018 IT 201800020320

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

11.11.2024

73 Titular/es:

**HBI S.R.L. (100.0%)
Via Alessandro Volta 13/a
39100 Bolzano BZ, IT**

72 Inventor/es:

**BASSO, DANIELE y
PAVANETTO, RENATO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 986 301 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

Planta y procedimiento para la transformación de biomasa

5 La presente invención se refiere a una planta y un procedimiento para la transformación de biomasa en hidrocarbón ("hydrochar"). Más particularmente, se refiere a una planta y un procedimiento para una transformación eficiente de biomasa en hidrocarbón que es un material apto para diversos usos.

10 Como se sabe, es posible transformar biomasa en hidrocarbón, que es un material sólido con un alto contenido de carbono derivado de la transformación de biomasa mediante un procedimiento termoquímico en presencia de agua caliente a presión.

15 El material antes mencionado puede usarse de diversas maneras: este material se utiliza, por ejemplo, como combustible sólido, catalizador o acondicionador del suelo.

20 Habitualmente, la transformación de biomasa en hidrocarbón se produce en reactores en los que se coloca una determinada cantidad de biomasa con un contenido de agua superior al 60 % y/o un contenido de agua suficiente para asegurar que la biomasa quede completamente sumergida en el agua. Esta biomasa se lleva y mantiene a una temperatura entre 180 y 250 °C y a una presión superior a la tensión de vapor del agua a esas temperaturas (por lo tanto, normalmente entre 10 y 50 bar) durante un intervalo de tiempo generalmente pero no exclusivamente entre 3 y 8 horas, dependiendo de las características químicas de la biomasa.

25 En el momento de la descarga del material así obtenido, es necesario devolver el sistema a la temperatura ambiente, por ejemplo mediante una disminución de la presión, con la consiguiente caída rápida de la temperatura, precisamente desde la temperatura del procedimiento hasta aproximadamente 100 °C, resultando en una evaporación parcial del agua.

30 Los documentos de Patente CN 103 386 411 A y DE 10 2010 000578 A1 describen respectivas instalaciones conocidas.

El principal problema del estado de la técnica anterior se refiere, por tanto, a las grandes pérdidas de energía porque la energía gastada para llevar la biomasa a la temperatura deseada dentro del reactor se pierde luego durante la descarga.

35 Un objeto de la presente invención es dar a conocer una planta para la transformación de biomasa en hidrocarbón que funcione eficientemente.

40 Otro objeto de la presente invención es obtener una planta de transformación de biomasa en hidrocarbón, en la que se reduzcan sustancialmente las pérdidas energéticas en las fases de descarga del hidrocarbón obtenido.

Todos dichos objetos y ventajas se consiguen según la presente invención mediante un procedimiento según la reivindicación 1 para transformar biomasa en hidrocarbón mediante una planta que comprende:

- 45 - un primer reactor, un segundo reactor, un tercer reactor en los que se puede cargar biomasa desde el exterior y descargar hidrocarbón desde la planta al exterior;
- 50 - un cuarto reactor, un quinto reactor y un sexto reactor en los que la transformación de biomasa en hidrocarbón puede tener lugar a una temperatura de procedimiento entre 180 °C y 250 °C, a una presión de procedimiento correspondiente o superior a la tensión de vapor del agua en la temperatura de procedimiento, es decir entre 10 bar y 50 bar, en un intervalo de tiempo igual al tiempo de reacción entre 3 y 8 horas;
- un intercambiador de calor a través del cual el primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor están conectados indistintamente al cuarto reactor, al quinto reactor y al sexto reactor.

55 En la planta, el primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor, el cuarto reactor, el quinto reactor y el sexto reactor están conectados entre sí también directamente.

En particular, el procedimiento según la presente invención establece en el estado inicial que:

- 60 - el primer reactor está lleno de hidrocarbón, agua de procedimiento y gas creado durante la reacción (en adelante, estas tres sustancias se definen, en su conjunto, como "productos de procedimiento") y está presurizado a la presión de procedimiento y a una temperatura de descarga entre 30 °C y 50 °C;
- 65 - el segundo reactor está lleno de biomasa y agua o líquido formado aguas abajo del procedimiento, se recircula parcial o totalmente (en adelante, estas sustancias se definen, en su conjunto, como "materia prima") y se presuriza a la presión del procedimiento;
- el tercer reactor está vacío y presurizado a la presión del procedimiento;

- el cuarto reactor está lleno de productos del procedimiento, está presurizado a la presión del procedimiento y se encuentra a una temperatura de reacción;
- el quinto reactor está vacío y está presurizado a una presión del procedimiento;
- el sexto reactor está lleno de materia prima, está presurizado a la temperatura del procedimiento y se calienta parcialmente a una temperatura entre 160 °C y 210 °C;

El procedimiento establece un primer ciclo en el que, simultáneamente:

- el primer reactor, sucesivamente, se aísla del resto de la planta, se despresuriza a la presión atmosférica, se vacía de los productos del procedimiento contenidos en él, se carga con materia prima y, finalmente, se presuriza a la presión del procedimiento;
- los productos del procedimiento contenidos en el cuarto reactor se transfieren al tercer reactor pasando a través del intercambiador de calor en contracorriente con la materia prima pasando a través del intercambiador de calor que se transfiere del segundo reactor al quinto reactor, para transferir calor de los productos del procedimiento a la materia prima;
- el aire contenido en el tercer reactor y el quinto reactor se transfiere al segundo reactor y al cuarto reactor, respectivamente;
- en el sexto reactor se lleva el material de alimentación a la temperatura de reacción, en la que tiene lugar la reacción, así como la transformación en hidrocarbón y en los demás productos del procedimiento.

Ventajosamente, el procedimiento según la presente invención puede prever que al final del primer ciclo se realice un segundo ciclo en el que, simultáneamente, el funcionamiento del primer reactor durante el primer ciclo se realiza por el tercer reactor, el funcionamiento del segundo reactor durante el primer ciclo se realiza por el primer reactor, el funcionamiento del tercer reactor durante el primer ciclo se realiza por el segundo reactor, el funcionamiento del cuarto reactor durante el primer ciclo se realiza por el sexto reactor, el funcionamiento del quinto reactor durante el primer ciclo se realiza por el cuarto reactor y el funcionamiento del sexto reactor durante el primer ciclo se realiza por el quinto reactor.

Además, el procedimiento según la presente invención puede prever que al final del segundo ciclo se realice un tercer ciclo en el que, simultáneamente, el funcionamiento del primer reactor durante el primer ciclo se realiza por el segundo reactor, el funcionamiento del segundo reactor durante el primer ciclo se realiza por el tercer reactor, el funcionamiento del tercer reactor durante el primer ciclo se realiza por el primer reactor, el funcionamiento del cuarto reactor durante el primer ciclo se realiza por el quinto reactor, el funcionamiento del quinto reactor durante el primer ciclo se realiza por el sexto reactor y el funcionamiento del sexto reactor durante el primer ciclo se realiza por el cuarto reactor.

Mediante el procedimiento según la presente invención es posible obtener hidrocarbón y otros productos del procedimiento de manera más eficiente que en estado de la técnica anterior.

Esta eficiencia se obtiene desacoplando los tres tiempos característicos del procedimiento termoquímico de transformación de la biomasa en presencia de agua caliente a presión, a saber:

1. el tiempo de alimentación de la materia prima y descarga de los productos del procedimiento (tiempo 1);
2. el tiempo del procedimiento (generalmente pero no exclusivamente de 3 a 8 horas) (tiempo 2);
3. el tiempo de intercambio de calor entre la materia prima entrante y los productos del procedimiento salientes (tiempo 3).

De hecho, con el procedimiento según la presente invención es posible asegurar un funcionamiento continuo de la planta, en términos de alimentación y descarga (tiempo 1), independientemente del tiempo del procedimiento (tiempo 2) e independientemente del tiempo que lleva el intercambiador de calor para completar un intercambio de calor en contracorriente (tiempo 3).

En consecuencia, las elevadas eficiencias de intercambio de calor que se pueden obtener desacoplando el tiempo de intercambio de calor (tiempo 3) de los otros dos tiempos característicos del sistema implican una clara reducción de los costes operativos directamente relacionados con el suministro de energía térmica necesaria para llevar, en cada ciclo, la materia prima desde la temperatura ambiente hasta la temperatura del procedimiento.

De esta forma, el intercambiador de calor dispone de todo el tiempo necesario para un intercambio de calor completo (tiempo 3), no afectando mínimamente ni al tiempo de reacción (tiempo 2), ni al tiempo de carga/descarga (tiempo 1).

En comparación con las soluciones técnicas convencionales actuales que implementan el procedimiento termoquímico para la transformación de biomasa, el procedimiento según la presente invención permite obtener costes operativos mucho más ventajosos y menos desperdicio de energía.

Ventajosamente, en el procedimiento según la presente invención, los cambios de nivel dentro de la planta pueden gestionarse mediante un recipiente de expansión.

5 Los objetos y ventajas de la presente invención también se consiguen mediante una planta según la reivindicación 6 para transformar biomasa en hidrocarbón, que comprende:

- un primer reactor, un segundo reactor, un tercer reactor en el que se carga materia prima desde el exterior y los productos del procedimiento se descargan desde la planta al exterior;
- 10 - un cuarto reactor, un quinto reactor y un sexto reactor en los que la transformación de biomasa en productos de procedimiento tiene lugar a una temperatura de procedimiento entre 180 °C y 250 °C, a una presión del procedimiento correspondiente o superior a la tensión de vapor del agua en la temperatura del procedimiento, es decir entre 10 bar y 50 bar, en un intervalo de tiempo igual al tiempo de reacción, generalmente pero no exclusivamente entre 3 y 8 horas;
- 15 - un intercambiador de calor a través del cual el primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor están conectados indistintamente al cuarto reactor, al quinto reactor y al sexto reactor;

estando conectados también directamente entre sí el primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor, el cuarto reactor, el quinto reactor y el sexto reactor.

20 Además, la planta según la presente invención puede incluir una bomba de carga/descarga, adecuada para cargar materia prima o descargar los productos del procedimiento en/desde al menos uno del primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor, el cuarto reactor, el quinto reactor y el sexto reactor.

25 Ventajosamente, se puede incluir una bomba de alimentación, adecuada para realizar la presurización en al menos uno del primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor, el cuarto reactor, el quinto reactor y el sexto reactor.

Además, en la planta según la presente invención se puede incluir un recipiente de expansión, adecuado para gestionar los cambios de nivel dentro de la planta.

30 Ventajosamente, al menos uno del primer reactor, el segundo reactor, el tercer reactor puede ser un tanque, para reducir los costes de toda la planta.

35 Otras características y detalles de la presente invención se pueden entender mejor a partir de la siguiente especificación que se presenta a modo de ejemplo no limitativo, así como de las figuras adjuntas, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática de una planta para la transformación de biomasa en hidrocarbón, estando realizada la planta según la presente invención;
40 la figura 2 es un diagrama que ilustra el funcionamiento de la planta de la figura 1;
la figura 3 es una breve descripción que ilustra los signos presentes en el diagrama de la figura 2.

Con referencia a las figuras adjuntas, el número de referencia 10 indica una planta para la transformación de biomasa en hidrocarbón.

45 La planta 10 según la presente invención incluye seis reactores 12, 14, 16, 18, 20, 22 que tienen la misma capacidad y están conectados entre sí y con un intercambiador de calor 24 así como con un recipiente de expansión de gas (aire) 26.

50 Específicamente, la planta 10 incluye un primer reactor 12, un segundo reactor 14 y un tercer reactor 16 en los que la carga y descarga de materia prima y productos de procedimiento tiene lugar entre la planta y el exterior, respectivamente, así como un cuarto reactor 18, un quinto reactor 20 y un sexto reactor 22 en los que tiene lugar la reacción, es decir, la transformación de la materia prima en productos de procedimiento.

55 En el cuarto reactor 18, el quinto reactor 20 y el sexto reactor 22, las condiciones de reacción del material son las mismas que las presentadas por el estado de la técnica anterior, en los que la producción no tiene lugar en modo continuo, es decir, la temperatura es 220 °C, la presión es de 20 bar y el tiempo de reacción es de aproximadamente 3 horas.

60 Por supuesto, la temperatura del procedimiento puede ser diferente de 220 °C, es decir, la temperatura puede estar entre 180 °C y 250 °C, la presión puede ser diferente de 20 bar, pero en cualquier caso tiene que corresponder o ser mayor que la tensión de vapor del agua a la temperatura del procedimiento, y el tiempo puede ser superior a 3 horas.

65 El intercambiador de calor 24 funciona en contracorriente y con alta eficiencia.

ES 2 986 301 T3

Toda la planta 10, es decir, los seis reactores 12, 14, 16, 18, 20, 22 y el intercambiador de calor 24, se mantienen siempre a la presión de reacción, es decir, una presión de 20 bar.

Las posibles variaciones de nivel se gestionan mediante el recipiente de expansión de gas (aire) 26.

La carga y descarga del material, materia prima y productos del procedimiento se realiza a presión atmosférica, aislando el reactor único, específicamente el primer reactor 12, el segundo reactor 14 y el tercer reactor 16 que según el presente modo de realización, son los reactores responsables para la carga y descarga de materiales.

La represurización se realiza individualmente mediante una bomba de alimentación 32 en ausencia de gas (aire), comprimiéndose así sólo el fluido.

En términos generales, el procedimiento operativo de la planta 10 presenta una serie de ciclos continuos y cada ciclo tiene una duración de 3 horas.

Sin embargo, el tiempo de reacción puede ser diferente de 3 horas y se determina según el tipo de materia prima y/o las características físico-químicas de los productos del procedimiento a obtener, es decir, generalmente pero no exclusivamente, de 3 a 8 horas.

En uno de los tres últimos reactores, y concretamente por rotación el cuarto reactor 18, el quinto reactor 20 y el sexto reactor 22, tiene lugar la reacción de transformación de la biomasa en hidrocarbón.

En particular, en cada uno de los reactores 18, 20, 22 en los que la reacción y la consiguiente transformación de la biomasa en hidrocarbón tiene lugar por rotación, en una primera fase del ciclo, en un tiempo limitado, el material es llevado a la temperatura nominal, es decir a 220 °C, saliendo el material del intercambiador de calor 24, y posteriormente tiene lugar la reacción.

En uno de los tres primeros reactores, y concretamente mediante rotación el primer reactor 12, el segundo reactor 14 y el tercer reactor 16, se descarga y carga material con el exterior, concretamente se carga la materia prima y se descargan los productos del procedimiento.

En particular, cada uno de los reactores 12, 14, 16 en los que la descarga y la carga se realiza por rotación, se aísla en primer lugar del resto de la planta 10 y se reduce su presión interna hasta igualar la presión atmosférica. En primer lugar, se descargan del reactor los productos del procedimiento y posteriormente se carga con materia prima. El material cargado se lleva a la presión de reacción nominal, es decir a 20 bar, y finalmente, el reactor en cuestión se vuelve a poner en comunicación con el resto de la planta 10.

Los cuatro reactores restantes realizan el intercambio de calor con transferencia de calor por la mezcla compuesta por los productos del procedimiento, al final de la reacción, es decir al final del ciclo, hacia la materia prima entrante, es decir al inicio del ciclo. Los reactores se vacían y se llenan de dos en dos mediante una transferencia de material en equipresión, es decir la presión de reacción nominal de 20 bar.

A continuación, el funcionamiento de la planta 10 en el primer ciclo se describe en detalle con referencia a las figuras 2 y 3.

En el estado inicial del primer ciclo, el primer reactor 12 está lleno de productos del procedimiento listos para ser descargados y está presurizado. En otras palabras, el primer reactor 12 se carga con productos del procedimiento a una temperatura de 40 °C y una presión de 20 bar.

El segundo reactor 14 está lleno de materia prima y está presurizado y, por tanto, a una presión de 20 bares.

El tercer reactor 16 está vacío y presurizado y por tanto se encuentra a una presión de 20 bar.

El cuarto reactor 18 está lleno de productos del procedimiento al final de la reacción y por tanto se encuentra a una temperatura de 220 °C y una presión de 20 bar.

El quinto reactor 20 está vacío y presurizado y, por tanto, se encuentra a una presión de 20 bar.

El sexto reactor 22 está lleno de materia prima, se calienta parcialmente a una temperatura de aproximadamente 200 °C y presurizado y, por lo tanto, está a una presión de 20 bar.

Dentro del primer ciclo, se llevan a cabo las siguientes operaciones.

Los productos del procedimiento contenidos en el cuarto reactor 18 pasan dentro del intercambiador de calor 24 en contracorriente para transferir el calor a la materia prima contenida en el segundo reactor 14; de

ES 2 986 301 T3

esta manera, los productos del procedimiento se transfieren al tercer reactor 16 y la materia prima se transfiere al quinto reactor 20.

5 La presión dentro de los cinco reactores 14, 16, 18, 20, 22 (es decir, todos los reactores excepto el primer reactor 12) se mantiene constante, es decir a 20 bar, estando conectados los seis reactores en paralelo.

El aire contenido en el tercer reactor 16 y el quinto reactor 20 que estaban previamente vacíos se descarga al segundo reactor 14 y al cuarto reactor 18, respectivamente, que fueron vaciados del respectivo material.

10 La reacción de la materia prima tiene lugar en el sexto reactor 22; en otras palabras, la materia prima, que inicialmente se calienta parcialmente, se lleva a la temperatura de reacción, es decir a 220 °C.

15 La descarga y carga de material se realiza en el primer reactor 12. Precisamente, el primer reactor 12 se aísla del resto de la planta 10 y posteriormente se despresuriza a presión atmosférica a través de una primera válvula 28. Los productos del procedimiento se descargan del primer reactor 12 a presión atmosférica a través de una primera bomba de carga/descarga 30. El tiempo estimado necesario para las operaciones de descarga es igual a aproximadamente la mitad del tiempo del ciclo, es decir, aproximadamente 1,5 horas.

20 Posteriormente, la materia prima se carga a presión atmosférica en el mismo primer reactor 12 mediante la primera bomba de carga/descarga 30. El tiempo estimado necesario para las operaciones de carga es igual a aproximadamente la mitad del tiempo del ciclo, es decir, aproximadamente 1,5 horas.

25 A continuación, el primer reactor 12 se presuriza a la presión nominal de la planta 10, es decir a 20 bar, por medio de la bomba de alimentación 32.

Finalmente, el primer reactor 12 se reconecta a la planta 10.

30 Al final del primer ciclo, el primer reactor 12 está lleno de material a transformar, es decir materia prima, y se presuriza a la presión nominal de la planta, es decir 20 bar.

El segundo reactor 14 está vacío y presurizado a la presión nominal de la planta.

35 El tercer reactor 16 está lleno de productos del procedimiento listos para ser descargados y está presurizado. En particular, el hidrocarbón en el tercer reactor 16 está a una temperatura de 40 °C y una presión de 20 bar.

El cuarto reactor 18 está lleno de materia prima inicial, se calienta parcialmente a una temperatura de 200 °C y está presurizado al valor nominal, es decir 20 bar.

40 El quinto reactor 20 está vacío y presurizado a la presión nominal de la planta.

El sexto reactor 22 está lleno de productos del procedimiento y está presurizado al valor de presión nominal.

45 Posteriormente, el segundo ciclo procede con desplazamientos y transformaciones de material similares a los descritos anteriormente pero con el funcionamiento de reactores diferentes.

50 En el segundo ciclo, con respecto a los tres primeros reactores 12, 14, 16 en los que tiene lugar la descarga y carga de material, el funcionamiento del primer reactor 12 se realiza por el tercer reactor 16, el funcionamiento del segundo reactor 14 se realiza por el primer reactor 12 y el funcionamiento del tercer reactor 16 se realiza por el segundo reactor 14.

55 Con respecto a los segundos tres reactores 18, 20, 22 en los que tiene lugar la reacción con transformación de biomasa en hidrocarbón, el funcionamiento del cuarto reactor 18 se realiza por el sexto reactor 22, el funcionamiento del quinto reactor 20 se realiza por el cuarto reactor 18 y el funcionamiento del sexto reactor 22 se realiza por el quinto reactor 20.

60 En el tercer ciclo, con respecto a los tres primeros reactores 12, 14, 16 en los que tiene lugar la descarga y carga de material, el funcionamiento en el primer ciclo del primer reactor 12 se realiza por el segundo reactor 14, el funcionamiento en el primer ciclo del segundo reactor 14 se realiza por el tercer reactor 16 y el funcionamiento en el primer ciclo del tercer reactor 16 se realiza por el primer reactor 12.

65 Con respecto a los segundos tres reactores 18, 20, 22 en los que tiene lugar la reacción con transformación de biomasa en hidrocarbón, el funcionamiento en el primer ciclo del cuarto reactor 18 se realiza por el quinto reactor 20, el funcionamiento en el primer ciclo del quinto reactor 20 se realiza por el sexto reactor 22 y el funcionamiento en el primer ciclo del sexto reactor 22 se realiza por el cuarto reactor 18.

El ciclo que sigue al tercer ciclo es el mismo que el primer ciclo descrito anteriormente.

La capacidad de los reactores se puede cambiar según los requisitos, también según el número total de reactores. En particular, aumentando el número de reactores es posible:

- 5
- aumentar la productividad para el mismo tiempo de intercambio de calor (tiempo 3), manteniendo la misma capacidad de los reactores; o
 - disminuir la capacidad de los reactores, manteniendo la misma productividad.

Además, se pueden presentar variantes que deben considerarse incluidas en el alcance de la presente invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, es posible añadir un compresor para restablecer la presión del recipiente de expansión, en caso de pérdida de presión.

Además, dependiendo del contenido de humedad de la biomasa, puede ser necesario añadir agua o recircular parcial o totalmente el líquido formado aguas abajo del procedimiento.

Según una variante de la presente invención, el primer reactor 12, el segundo reactor 14 y el tercer reactor 16 tal como se han descrito anteriormente pueden sustituirse por depósitos con el consiguiente ahorro de costes.

En este caso, la expulsión de los productos del procedimiento, transferidos del reactor al tanque a través del intercambiador, se realiza aprovechando la caída de presión entre el reactor y la atmósfera, haciendo pasar los productos del procedimiento a través de un diafragma adecuado.

Además, es necesario activar el compresor para mantener la presión nominal durante todo el ciclo, ya que la presión se descarga en el paso a través del diafragma.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para transformar biomasa en hidrocarbón mediante una planta (10) que comprende:

- 5 - un primer reactor (12), un segundo reactor (14), un tercer reactor (16) en los que se puede cargar materia prima desde el exterior y los productos del procedimiento se pueden descargar desde la planta (10) al exterior;
- un cuarto reactor (18), un quinto reactor (20) y un sexto reactor (22) en los que la transformación de biomasa en hidrocarbón puede tener lugar a una temperatura de procedimiento entre 180 °C y 250 °C, a una presión de procedimiento correspondiente o superior a la tensión de vapor del agua a la temperatura de procedimiento, concretamente entre 15 bar y 30 bar, en un intervalo de tiempo igual al tiempo de reacción entre 3 y 8 horas;
- un intercambiador de calor (24) a través del cual el primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16) están conectados indistintamente al cuarto reactor (18), al quinto reactor (20) y al sexto reactor (22);
- estando conectados entre sí también directamente el primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16), el cuarto reactor (18), el quinto reactor (20) y el sexto reactor (22); el procedimiento proporcionando en el estado inicial que:
 - el primer reactor (12) está lleno de productos del procedimiento, está presurizado a la presión del procedimiento y a una temperatura de descarga entre 30 °C y 50 °C;
 - el segundo reactor (14) está lleno de materia prima y está presurizado a la presión del procedimiento;
 - el tercer reactor (16) está vacío y presurizado a la presión del procedimiento;
 - el cuarto reactor (18) está lleno de productos del procedimiento, está presurizado a la presión del procedimiento y se encuentra a una temperatura de reacción;
 - el quinto reactor (20) está vacío y presurizado a una presión de procedimiento;
 - el sexto reactor (22) está lleno de materia prima, está presurizado a la temperatura del procedimiento y se calienta parcialmente a una temperatura entre 160 °C y 210 °C; proporcionando el procedimiento un primer ciclo en el que, simultáneamente:
 - el primer reactor (12), sucesivamente, se aísla del resto de la planta (10), se despresuriza a presión atmosférica, se vacía de los productos del procedimiento contenidos en él, se carga con materia prima y, finalmente, se presuriza a la presión del procedimiento;
 - los productos del procedimiento contenidos en el cuarto reactor (18) se transfieren al tercer reactor (16) pasando a través del intercambiador de calor (24) en contracorriente con la materia prima pasando a través del intercambiador de calor (24) que se transfiere desde el segundo reactor (14) al quinto reactor (20), para transferir calor desde los productos del procedimiento a la materia prima;
 - el aire contenido en el tercer reactor (16) y el quinto reactor (20) se transfiere al segundo reactor (14) y al cuarto reactor (18), respectivamente;
 - en el sexto reactor (22) la materia prima se lleva a la temperatura de reacción y tiene lugar la reacción así como la transformación en productos de procedimiento.

2. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que al final del primer ciclo se realiza un segundo ciclo en el que, simultáneamente, el funcionamiento del primer reactor (12) durante el primer ciclo se realiza por el tercer reactor (16), el funcionamiento del segundo reactor (14) durante el primer ciclo se realiza por el primer reactor (12), el funcionamiento del tercer reactor (16) durante el primer ciclo se realiza por el segundo reactor (14), el funcionamiento del cuarto reactor (18) durante el primer ciclo se realiza por el sexto reactor (22), el funcionamiento del quinto reactor (20) durante el primer ciclo se realiza por el cuarto reactor (18) y el funcionamiento del sexto reactor (22) durante el primer ciclo se realiza por el quinto reactor (20).

3. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que al final del segundo ciclo se realiza un tercer ciclo en el que, simultáneamente, el funcionamiento del primer reactor (12) durante el primer ciclo se realiza por el segundo reactor (14), el funcionamiento del segundo reactor (14) durante el primer ciclo se realiza por el tercer reactor (16), el funcionamiento del tercer reactor (16) durante el primer ciclo se realiza por el primer reactor (12), el funcionamiento del cuarto reactor (18) durante el primer ciclo se realiza por el quinto reactor (20), el funcionamiento del quinto reactor (20) durante el primer ciclo se realiza por el sexto reactor (22) y el funcionamiento del sexto reactor (22) durante el primer ciclo se realiza por el cuarto reactor (18).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los cambios de nivel dentro de la planta se gestionan mediante un recipiente de expansión (26).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se añade agua a la biomasa, o se recircula el líquido formado aguas abajo del procedimiento parcial o totalmente en la biomasa.

6. Planta (10) para transformar biomasa en hidrocarbón, que comprende:

- un primer reactor (12), un segundo reactor (14), un tercer reactor (16) en los que se carga materia prima desde el exterior y los productos del procedimiento se descargan desde la planta (10) al exterior;
un cuarto reactor (18), un quinto reactor (20) y un sexto reactor (22) en los que la transformación de biomasa en hidrocarbón tiene lugar a una temperatura de procedimiento entre 180 °C y 250 °C, a una presión de procedimiento correspondiente o superior que la tensión de vapor del agua a la temperatura de procedimiento, es decir entre 10 bar y 50 bar, en un intervalo de tiempo igual al tiempo de reacción entre 3 y 8 horas;
- 5 un intercambiador de calor (24) a través del cual se conectan indistintamente el primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16) al cuarto reactor (18), el quinto reactor (20) y el sexto reactor (22);
10 estando conectados también directamente entre sí el primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16), el cuarto reactor (18), el quinto reactor (20) y el sexto reactor (22);
7. Planta (10) según la reivindicación anterior, en la que una bomba de carga/descarga (30) está compuesta y está adaptada para cargar materia prima o descargar los productos del procedimiento en/desde al menos uno del primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16), el cuarto reactor (18), el quinto reactor (20) y el sexto reactor (22).
- 15
8. Planta (10) según la reivindicación 5 o 6, en la que una bomba de alimentación (32) está compuesta y está adaptada para realizar la presurización en al menos uno del primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16), el cuarto reactor (18), el quinto reactor (20) y el sexto reactor (22).
- 20
9. Planta (10) según una de las reivindicaciones anteriores 5 a 7, en la que se comprende un recipiente de expansión (26) y está adaptado para gestionar los cambios de nivel dentro de la planta.
- 25
10. Planta (10) según una de las reivindicaciones anteriores 5 a 8, en la que al menos uno del primer reactor (12), el segundo reactor (14), el tercer reactor (16) es un tanque.

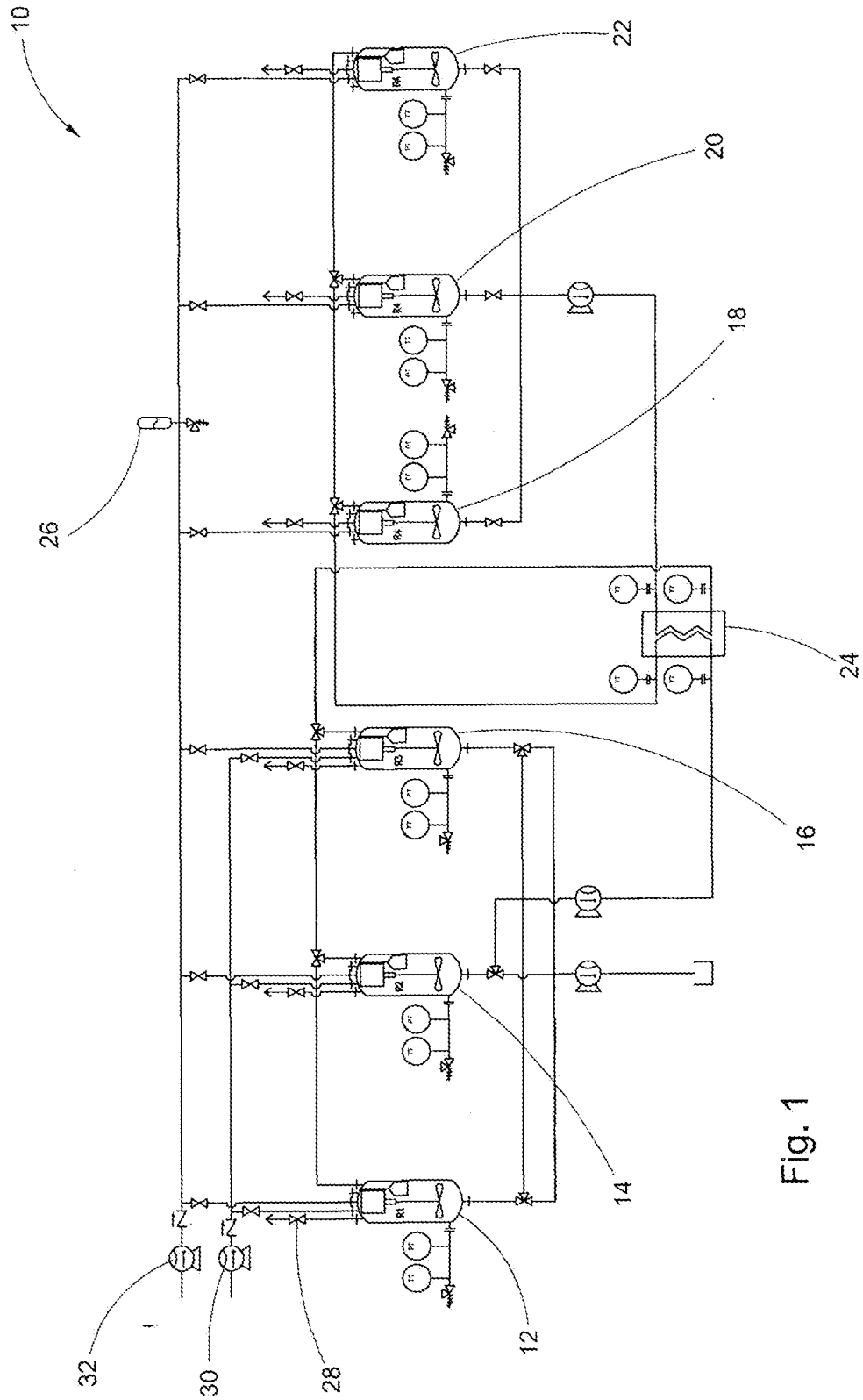


Fig. 1

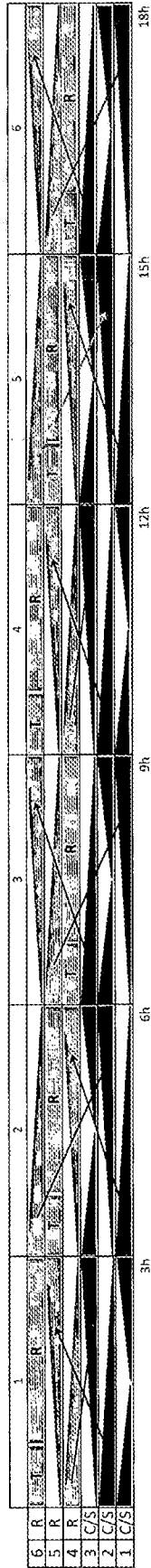


Fig. 2

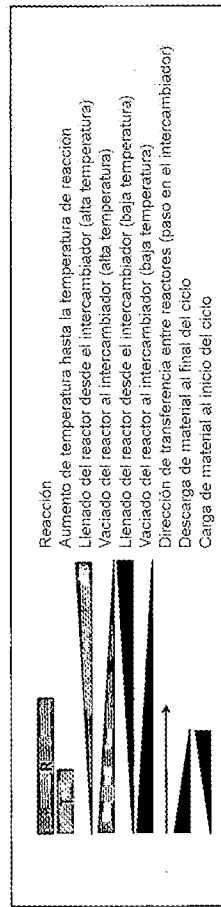


Fig. 3

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

• CN 103386411 A

• DE 102010000578 A1