

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 515**

51 Int. Cl.:

C12P 5/02 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

C12M 1/107 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2009 E 09775929 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2346997**

54 Título: **Procedimiento de producción de metano a partir de aguas de procesos y de material biogénico**

30 Prioridad:

10.07.2008 DE 102008032409

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

27.03.2014

73 Titular/es:

**RIETZLER, JOHANN (100.0%)
Karl-Hertel Str. 1
90475 Nürnberg, DE**

72 Inventor/es:

RIETZLER, JOHANN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 451 515 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 producción de metano a partir de aguas de procesos y de material biogénico

- 5 La invención se refiere a un procedimiento de producción de metano según la reivindicación 1 y a una planta de biogás según la reivindicación 7.

10 Hace mucho tiempo que se conoce la fermentación de sustancias biológicas. En base a los desarrollos más diversos se dispone de procedimientos de un paso, de dos pasos o de varios pasos. Aparte de la fermentación húmeda desarrollada a partir de la fermentación de estiércol líquido se practica también la fermentación seca. Este procedimiento se realiza de múltiples maneras. Por el documento DE 10 2004 053 615 A1 se conoce un procedimiento de producción de metano a partir de componentes orgánicos biodisponibles de aguas residuales. Se emplea un extractor continuo (percolador) para la fase de hidrólisis y un biorreactor con bacterias generadoras de metano para la producción de biogás. Debido a que el líquido del extractor continuo se trasvasa a un depósito, en caso que se necesite más cantidad de gas, dicho líquido puede trasvasarse al biorreactor para la producción de gas. Este procedimiento es susceptible de mejora, porque cuando las cantidades de aguas residuales y de aguas de proceso son grandes, no se puede disponer de las capacidades requeridas. En la patente US 2002/148778A1 se describe un procedimiento para fermentar materias primas vegetales provistas de una concentración elevada de hidratos de carbono y producir biogás. En WO 2006/021087 A1 se describe el aprovechamiento de residuos de la destilación de alcohol sin añadir ninguna materia prima vegetal más para producir biogás. En DE 10 2005 047 719 A1 se describe la producción de biogás a partir de biomasa. En US 411593 se describe el aprovechamiento de aguas residuales de la producción de melazas en una planta de biogás. Pero estos procedimientos conocidos no aportan ninguna solución para aquellas épocas, en las que no se realiza producción de melazas ni destilación de alcohol.

25 Después, cuando se registra un paro vegetativo o no se dispone de aguas de proceso, si se carece la capacidad del depósito requerida, los procedimientos ya conocidos no pueden seguir realizándose durante varios meses. Si las bacterias productoras de metano no se alimentan, mueren. Sin ellas ya no es posible la producción de biogás.

30 La invención tiene como cometido destinar a una finalidad más racional las grandes cantidades de aguas residuales y de proceso, procedentes en especial de la producción agrícola, como es la producción de azúcar o de etanol, que hasta ahora se distribuían sin tratar sobre las superficies agrícolas. Debido a que las cantidades de aguas residuales y de proceso no están disponibles todo el año, en las épocas de paro de la producción de azúcar o de alcohol se pretende en combinación con la biomasa generar biogás en una producción prolongada todo el año.

35 La finalidad perseguida se alcanza con un procedimiento que tiene las características definidas en la reivindicación 1 con una planta de biogás que tiene las características definidas en la reivindicación 7. Las formas de ejecución ventajosas se describen en las reivindicaciones secundarias.

40 Este procedimiento tiene la ventaja de que se basa en una técnica sencilla para la degradación del material biogénico, que hasta ahora se repartía por lo general sin tratar sobre las superficies de cultivo.

45 Según la invención es posible, pues, la degradación de las aguas residuales y de proceso y de los productos secundarios de la producción de azúcar y etanol y del material biogénico en un reactor de biogás que está en funcionamiento durante todo el año, que permite tratar las aguas residuales y de proceso que se generan periódicamente en grandes cantidades, cifradas en más de 10.000 m³/día y en los demás períodos con la utilización de agua dulce y la recirculación del agua de sustrato en combinación con las materias primas renovables o con material orgánico es posible la producción y el aprovechamiento energético del biogás a lo largo de todo el año.

50 Las aguas residuales purificadas así como el lodo generado se aprovechan para fines de riego y abonado.

55 Con la utilización del agua dulce y la recirculación de agua de sustrato para compensar las oscilaciones de suministro y para homogeneizar la generación del biogás puede preverse la realimentación del agua de sustrato y el retorno de los lodos a o entre los depósitos previos y los reactores de biogás. El agua que se genera en este caso puede utilizarse también para fines de riego.

60 De este modo se permite el regadío según las necesidades y a lo largo de todo el año así como una regulación continua del biogás generado y puede regularse en consonancia la demanda de biogás, por ejemplo para la producción de electricidad o de calor, de modo continuo o bien en las puntas de consumo o en los momentos de demanda débil. En las plantas conocidas, la regulación de la producción de biogás no se realiza o bien se realiza en períodos cortos buscando la adaptación al consumo, mientras que en el procedimiento de descomposición de la invención puede llevarse a cabo una homogeneización del aprovechamiento del biogás y de la producción de electricidad y calor.

65 Se consideran material biogénico todas las sustancias procedentes de seres vivos, como son las plantas, animales, organismos unicelulares, virus, etc., pueden serlo en especial las vinazas/aguas residuales o de proceso y otros

5 productos secundarios naturales de la producción de materias primas renovables, por ejemplo las aguas de lavado, alcohol amílico, tortas de filtro, hojas de caña de azúcar procedentes de la producción de etanol y de azúcar, los residuos biológicos, los residuos verdes, los desechos industriales, los residuos alimentarios, los residuos agrícolas, las materias primas renovables, los licores de fermentadores, las aguas residuales de la producción de almidón de patata, de guisantes y de alubias o similares y sustancias parecidas.

10 Se almacenan con preferencia las aguas residuales/aguas de proceso y el material biogénico y los productos secundarios recién mencionados en un reactor o recipiente regulador (p.ej. regulador de 24 h) de las dimensiones apropiadas para contener líquidos en una proporción seleccionada entre sí, porque las reacciones de producción de metano realizadas por las bacterias en el siguiente reactor de biogás que funciona en condiciones anaeróbicas requieren varias horas para la producción del biogás. Las bacterias productoras de metano son térmicamente sensibles, por consiguiente en los reactores de gas metano no deberían superarse las temperaturas máximas permitidas para las cepas bacterianas en cuestión, p.ej. aprox. 55°C, mejor todavía aprox. 37°C.

15 En una forma preferida de ejecución, las aguas residuales o de proceso generadas a una temperatura de proceso como máximo de 95°C o las aguas residuales o de proceso mantenidas a temperatura constante o las aguas de sustrato o dulces se mezclan en un recipiente con la biomasa o con materias primas renovables biológicamente degradables o con productos secundarios, por ejemplo alcohol amílico y tortas de filtro (de caña de azúcar) y también con agua de lavado y después de un período de reacción de hasta 24 h se extiende la materia macerada resultante cubriendo la superficie del fondo de una instalación formada por lagunas, expulsando el dióxido de carbono formado. Con la distribución homogénea de la masa macerada y la circulación del biogás dentro de los reactores en condiciones constantes de temperatura, aprox. de 55°C ± 2°C y aprox. 37°C, se logra un proceso óptimo de formación continua de biogás por descomposición del carbono orgánico de los ámbitos llamados termófilos y mesófilos, el material biogénico se descompone en muy alto grado en un período de tiempo comprendido entre 7 y 15 días. Por el proceso de circulación del biogás con el sustrato tiene lugar un proceso de mezclado del sustrato y además una disminución de la porción de dióxido de carbono en el biogás así como un aumento relativo de la porción de gas metano y una elevación del valor calorífico debido al funcionamiento mesófilo. La porción de dióxido de carbono puede seguir reduciéndose con la adición de lechada de cal o de aguas básicas de lavado. Dado que las aguas de proceso no están disponibles en cantidades iguales a lo largo del año, los recipientes de tipo laguna se explotan en régimen modular con varias balsas, que están unidas entre sí mediante tuberías.

A continuación se explica la invención tomando como ejemplo las aguas de proceso de la producción de etanol/azúcar, también llamada vinhaca.

35 El agua residual generada p.ej. en el proceso de producción de etanol-azúcar tiene una temperatura de hasta 95°C cuando sale de la destilación. Cuando se mezcla con las materias primas vegetales picadas y troceadas en un reactor aireado se destruye eficazmente la estructura de las hojas de la planta, de modo puede realizarse una rápida biodisponibilidad de sustancias a degradar en el siguiente reactor de biogás que funciona en condiciones anaeróbicas. De este modo puede reducirse notablemente la duración del proceso de descomposición de las materias primas vegetales, que en los reactores convencionales de biogás puede situarse hasta en 53 días. Empleando un intercambiador de calor se efectúa la bajada de la temperatura del líquido, que se halla dentro del reactor, hasta 55-58°C antes de trasvasarlo a por lo menos un reactor de biogás que funciona en condiciones anaeróbicas. En las temperaturas mencionadas tiene lugar en el reactor una hidrólisis acelerada y la formación de ácido con desprendimiento de CO₂, dicho CO₂ puede expulsarse en parte por aportación de aire en las condiciones aeróbicas existentes en el reactor. Cuando hay poca existencia de aguas residuales de proceso se mezcla agua dulce o agua de sustrato aprox. a 52-57°C con las materias primas vegetales troceadas y los productos secundarios mencionados previamente.

50 Después de un tiempo de permanencia como máximo de 24 h en el reactor se trasvasa la masa macerada a un reactor de biogás de forma de laguna, en el que tiene lugar en condiciones anaeróbicas la metanogénesis propiamente dicha por acción de las bacterias productoras de metano, formándose metano y dióxido de carbono. Las bacterias productoras de metano pueden estar inmovilizadas sobre soportes o bien pueden estar libres. El o los recipientes de tipo laguna están provistos de un techo inflable, el recinto comprendido dentro de esta estructura inflable sirve de almacén de gas. El biogás que se halla dentro de la cavidad del almacén de gas se presiona en parte con preferencia en la zona del fondo del recipiente de tipo laguna, de este modo se consigue una mejor circulación del sustrato y evacuación del metano y una mejor formación de biogás por eliminación del obstáculo que supone haber alcanzado el equilibrio de la reacción. Además puede dosificarse al recipiente de tipo laguna un álcali, por ejemplo lechada de cal, para seguir fijando el dióxido de carbono. La instalación de lagunas puede estar formada por lo menos 2 balsas unidades entre sí por tuberías, que pueden absorber las distintas producciones de aguas residuales o de proceso que pueden alcanzar incluso más de 10.000 m³/día. Con el sistema descrito de intercambiador de calor se mantiene el reactor permanentemente a una temperatura aprox. de 55°C y/o aprox. de 37°C. A pesar del mezclado del sustrato, con la circulación del biogás en los recipientes de tipo laguna tiene lugar un proceso de sedimentación de las sustancias sedimentables y/o flotantes. Los materiales sedimentados se sacan de la parte del fondo del reactor con bombas de husillo y después de pasar por prensar de banda tamizadora u otros dispositivos deshidratantes similares, por ejemplo centrífugas, quedan listas para fines de abonado, mientras que el agua de filtración y/o de sustrato se realimenta entre los reactores y la instalación de lagunas. Además, los

recipientes de tipo laguna tienen un rebosadero, a través del cual se quita el lodo del agua de sustrato desgasificada y queda lista para fines de abonado o bien se realimenta como sustitutivo del agua residual o de proceso.

La fermentación de biogás se lleva a cabo con preferencia con bacterias. La fermentación se realiza con preferencia con intervención de un conglomerado de bacterias formado por varias cepas bacterianas. Según la cepa bacteriana, sus bacterias componentes serán capaces de fermentar materiales distintos y proporcionar además otra proporción entre metano y CO₂. El reactor de biogás puede calentarse con el sistema de intercambiador de calor descrito anteriormente, puede calentarse en especial por fuera. De este modo puede mantenerse siempre una temperatura constante dentro del reactor de biogás. Esta se situará con preferencia aprox. entre 55 y 37°C. La utilización del sistema de introducción de sustancias biológicamente degradables en el reactor de biogás y la realimentación del agua de sustrato tienen también la ventaja de permitir un funcionamiento duradero de la planta de biogás en cualquier momento. Además, gracias a la estructura modular es posible adaptarse a la afluencia de materiales de cada momento o a la demanda energética. Durante la descomposición del material biogénico se forman ácidos, por este motivo los recipientes de mezclado y el reactor de biogás serán con preferencia resistentes a los ácidos.

Cabe pensar también que el procedimiento pueda aplicarse a otros procesos, en los que existan aguas de proceso extremadamente ácidas en el reactor de biogás. Por ejemplo en la industria de las conservas de genera por un lado un corriente elevada de aguas residuales que llevan contaminantes orgánicos, que por lo general son muy ácidas, y por otro lado se generan también residuos sólidos. Con la utilización adaptada a la demanda de sustancia biogénicas sólidas y de materias primas vegetales en combinación con la alimentación de agua dulce y con la circulación de agua de sustrato puede compensarse o nivelarse la generación de aguas residuales ácidas que varía en función de las estaciones del año, de modo que en épocas de menor generación de aguas residuales siga habiendo siempre una buena producción de biogás.

El reactor de biogás puede ser hermético y funcionar con preferencia con arreglo a uno de los principios de reactores habituales en la técnica de aguas residuales (UASB- [upflow anaerobic sludge bed]).

El biogás está formado por metano (CH₄) [del 50 al 85 % en vol.], dióxido de carbono (CO₂) [del 15 al 50 % en vol.] y trazas de oxígeno, nitrógeno y oligogases (entre otros sulfuro de hidrógeno). Con el procedimiento de descomposición microbiana de la invención se genera un biogás que tiene una fracción elevada de metano, situada entre el 60 y el 80 % en vol. Este biogás puede utilizarse entre otros directamente para fines de calefacción o mediante una central termoeléctrica de bloques (BHKW) para la producción combinada de calor y electricidad. La generación del gas se realiza por fermentación anaeróbica de sustancias orgánicas. Para aumentar el rendimiento en biogás se utilizan a menudo materiales cofermentados (por ejemplo materias primas renovables o residuos de la industria alimentaria). El material orgánico fermentado puede aprovecharse después en agricultura como fertilizante de gran valor.

Según la invención el almacén regulador o los recipientes de mezclado o almacenado previo pueden airearse. Por mezclado con el aire, el biogás puede formar fácilmente mezclas explosivas, por este motivo la producción y el almacenaje están sujetos a normas especiales de seguridad.

El depósito de mezclado (2) tiene con preferencia una capacidad para contener aprox. del 50 al 100 % de las aguas residuales o de proceso generadas diariamente o del agua dulce. Sirve para mezclar los caudales de materiales aportados mencionados (líquidos con biomasa y productos secundarios de la transformación de las cañas de azúcar) y está dotado de un sistema de intercambiador de calor (7). Puede preverse también una aireación (6) para la expulsión del dióxido de carbono. La biomasa se trocea hasta quedar en fibras finas con una picadora (3) y se alimenta al recipiente de mezclado mediante un sistema de acarreo (4).

Semejante peligro de explosión puede descartarse con el procedimiento de la invención, porque la producción del biogás se realiza exclusivamente en la planta de lagunas, que está provista de un techo inflable, que actúa al mismo tiempo de recinto de almacenaje de gas, y el funcionamiento se realiza además en condiciones anaeróbicas. Por lo demás no es necesario almacenar el biogás, porque la totalidad del biogás se transfiere inmediatamente a la central termoeléctrica de bloques (BHKW) posterior. Como sistema de seguridad se instala una antorcha de emergencia, que se pone en funcionamiento en caso de avería de la BHKW.

A continuación se describe la invención con mayor detalle mediante figuras y una unidad transformadora de cañas de azúcar, pero en ningún caso se pretende limitar la invención al procedimiento y dispositivos representados a título ilustrativo.

En concreto, la figura 1 es una representación esquemática de una planta de biogás (1) sencilla según la invención para la producción de biogás adaptada a la demanda a partir de residuos de cañas de azúcar; y

la figura 2 es una representación esquemática de otra planta de biogás (81) de la invención con varios reactores de biogás.

Tal como se representa en la figura 1, se transporta el biomaterial de una picadora 3 con un sistema de acarreo 4. Con el sistema de acarreo 4 se entrega este biomaterial triturado según demanda al reactor y al recipiente mezclador 2. Además pueden introducirse en el recipiente mezclador, según convengan, el agua dulce y las aguas de lavado 12 y también la vinhaca (líquido que lleva restos orgánicos de la destilación de etanol de cañas de azúcar fermentadas, aprox. un 3-10 % de sustancias orgánicas y un 1 % de sólidos minerales, el resto agua: aprox. un 4-5 % en peso de sustancia seca). Por último a través de la tubería de realimentación 12,16 puede introducirse agua de filtrado del reactor de metano en el reactor y recipiente mezclador.

En el caso de la vinhaca fresca de la producción, existe en el búnker de la vinhaca 5 una temperatura de hasta 95°C y un pH del intervalo ácido (aprox. de 4 a 5,0).

Los licores o el agua de lavado tienen un pH muy básico, situado con preferencia entre 10 y 12. En el recipiente 2 se mezclan estos caudales de materiales para formar una masa macerada y se ajusta el pH, con preferencia de modo automático, para que se sitúe en el intervalo ligeramente ácido, en torno a 5.

Para ello puede preverse una sonda o electrodo de pH (no representado) en el reactor 2. Se pasa la masa macerada a través de un intercambiador de calor 7 para que adquiera la temperatura adecuada para las bacterias productoras de metano existentes en el reactor de biogás 8. Eventualmente puede determinarse el pH en 2a y ajustarse de nuevo.

En el reactor de biogás 8 se hallan las bacterias productoras de metano en estado libre o inmovilizado. Estas bacterias descomponen los materiales contenidos en la solución acuosa, que pueden alcanzar hasta aprox. un 12 % en peso de sustancia seca, convirtiéndolos en CO₂ y gas metano. El metano se almacena en el recinto de almacenaje de gas 10 y se evacúa a través de la tubería 19. Para el exceso de metano se prevé una salida de emergencia 20, que puede terminar p.ej. en un recipiente regulador o en una antorcha de emergencia.

Del recinto de almacenaje de gas sale una tubería de recirculación 11 que conduce al fondo del reactor de metano, con el fin de que la realimentación del gas favorezca la reacción que genera metano y con el fin de expulsar el CO₂ que obstaculiza el progreso de la reacción.

Una parte de la solución de biogás que se halla en reacción dentro del reactor puede realimentarse al recipiente mezclador previo 2.

La solución del biorreactor ya reaccionada puede retirarse a través de la deshidratación de lodos del agua de filtrado 16, que puede alimentarse de nuevo al mezclador 2 o aprovecharse de otro modo (18), dicho lodo puede destinarse a una utilización posterior.

Debido a que el biomaterial se transporta continuamente de la picadora 3 mediante el sistema de acarreo 4 al reactor 2 es posible mantener la formación de gas metano incluso cuando falta la vinhaca, cuando la producción de vinhaca se halla parada. Esto es importante en particular porque de este modo las bacterias productoras de metano se mantienen vivas y es posible continuar la producción de biogás.

En la figura 2 se representa una instalación más costosa para la producción de biogás empleando los mismos materiales de partida que en la figura 1.

En este caso se introducen en el reactor 2 igualmente el biomaterial procedente de la picadora 3 y de un búnker de alimentación 4, la vinhaca de la fuente 45 y las aguas de lavado o el agua dulce 14 en una proporción tal que el contenido de materia seca de la suspensión acuosa se sitúe aprox. en el 12 %. Se prevé además la introducción de aire en el reactor 2 para expulsar el CO₂ de la masa macerada, que impide la reacción que conduce a la formación de metano. Se prevén también las tuberías de realimentación 12,12a desde los reactores de biogás 8 y 9 al reactor 2. Entonces se pasa la masa macerada a través de un intercambiador de calor apropiado para que adopte la temperatura entre adecuada y óptima para las bacterias productoras de metano que se hallan en reactor de biogás 8, se ajusta su pH y después se trasvasan al reactor de biogás 8. En este reactor se hallan las bacterias productoras de metano, que trabajan en un intervalo de temperaturas en torno a 55°C. El residuo del biorreactor de metano 8 se trasvasa a otro biorreactor 9 conectado en serie, en el que p.ej. existe otra cepa de bacterias productoras de metano que trabaja eventualmente a una temperatura diferente, por ejemplo en torno a 37°C y por tanto presenta otro perfil de transformación.

La planta de biogás 1 puede explotarse según la invención en especial de manera que el recipiente mezclador aeróbico y el circuito de producción de biogás anaeróbico estén estrictamente separados entre sí. De este modo se asegura que desde el punto de vista de seguridad no existirá una cantidad relevante de biogás libre (metano). Esto conduce a una seguridad de explotación mejorada de la instalación en su conjunto.

Una vez representadas y descritas las formas de ejecución especiales, es evidente para los expertos que existen múltiples variantes y formas de ejecución alternativas. Por consiguiente, la invención solamente se limitará con el alcance que se define en las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

- 1 planta de biogás
- 5 2 recipiente mezclador/previo
- 2a regulación de pH
- 3 picadora
- 4 sistema de acarreo
- 5 adición de vinhaca
- 10 6 alimentación de aire fresco
- 7 intercambiador de calor
- 8 reactor de biogás
- 9 reactor de biogás
- 10 recinto de almacenaje de gas
- 15 11 circulación de biogás
- 12 realimentación de agua de sustrato
- 13 realimentación de lodos con bomba de husillo o similar
- 14 introducción de agua dulce/aguas de lavado
- 15 deshidratación de lodos
- 20 16 realimentación de aguas de filtrado
- 17 torta de filtro
- 18 agua de filtrado
- 19 generador de electricidad/vapor
- 20 depósito de almacenaje/regulación/antorcha de emergencia
- 25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de metano a partir de:

- 5 I) aguas residuales o de proceso de la fabricación de azúcar y etanol y
II) materias primas vegetales pasadas por la picadora, en el que:

- 10 - se introducen por lo menos en un recipiente mezclador/previo (2) las aguas residuales y de proceso y las materias primas vegetales pasadas por la picadora y eventualmente las aguas de lavado y agua dulce y/o el agua de sustrato realimentada con producción de una masa macerada en condiciones aeróbicas para hidrolizarlas a un pH ligeramente ácido, en torno a 5,
- se ajusta de modo apropiado el pH y la temperatura de la masa macerada;
- se trasvasa la masa macerada ajustada a por lo menos un biorreactor (8, 9) que contiene bacterias productoras de metano en condiciones anaeróbicas y se mantiene en dicho reactor para la producción del biogás,
15 - se obtiene el biogás generado y
- se saca el líquido biológicamente degradado.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el biogás se recircula al o a los biorreactor(es) (8, 9).

25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se introduce en el biorreactor un álcali elegido entre el grupo formado por: una solución alcalina, agua de lavado alcalina de la producción de azúcar/etanol, lechada de cal, amoníaco, para seguir elevando el pH y reducir la fracción de CO₂ dentro del biogás producido.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que por aireación se ajustan condiciones aeróbicas en el recipiente mezclador/previo (2) y se expulsa el dióxido de carbono.

30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de 1 a 3, caracterizado porque en el recipiente mezclador/previo (2) hay una presión normal.

35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones de 1 a 5, caracterizado porque la fermentación que conduce al biogás se realiza con intervención de bacterias añadidas y/o inmovilizadas.

40 7. Planta de biogás (1) para un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con por lo menos un recipiente mezclador/previo (2) provisto de un sistema de intercambiador de calor (7) para la masa macerada de materias primas vegetales pasadas por la picadora y las aguas residuales o de proceso de la fabricación de azúcar y etanol, y por lo menos un reactor posterior de biogás con bacterias productoras de biogás, en el que:

- 45 - el recipiente mezclador/previo (2) puede airearse y está previsto:
- un sistema de recirculación de biogás en el sustrato del reactor de biogás;
- un sistema de separación lodos y de sustrato fermentado y
- la realimentación de aguas de sustrato o de filtrado (16) al reactor de biogás.

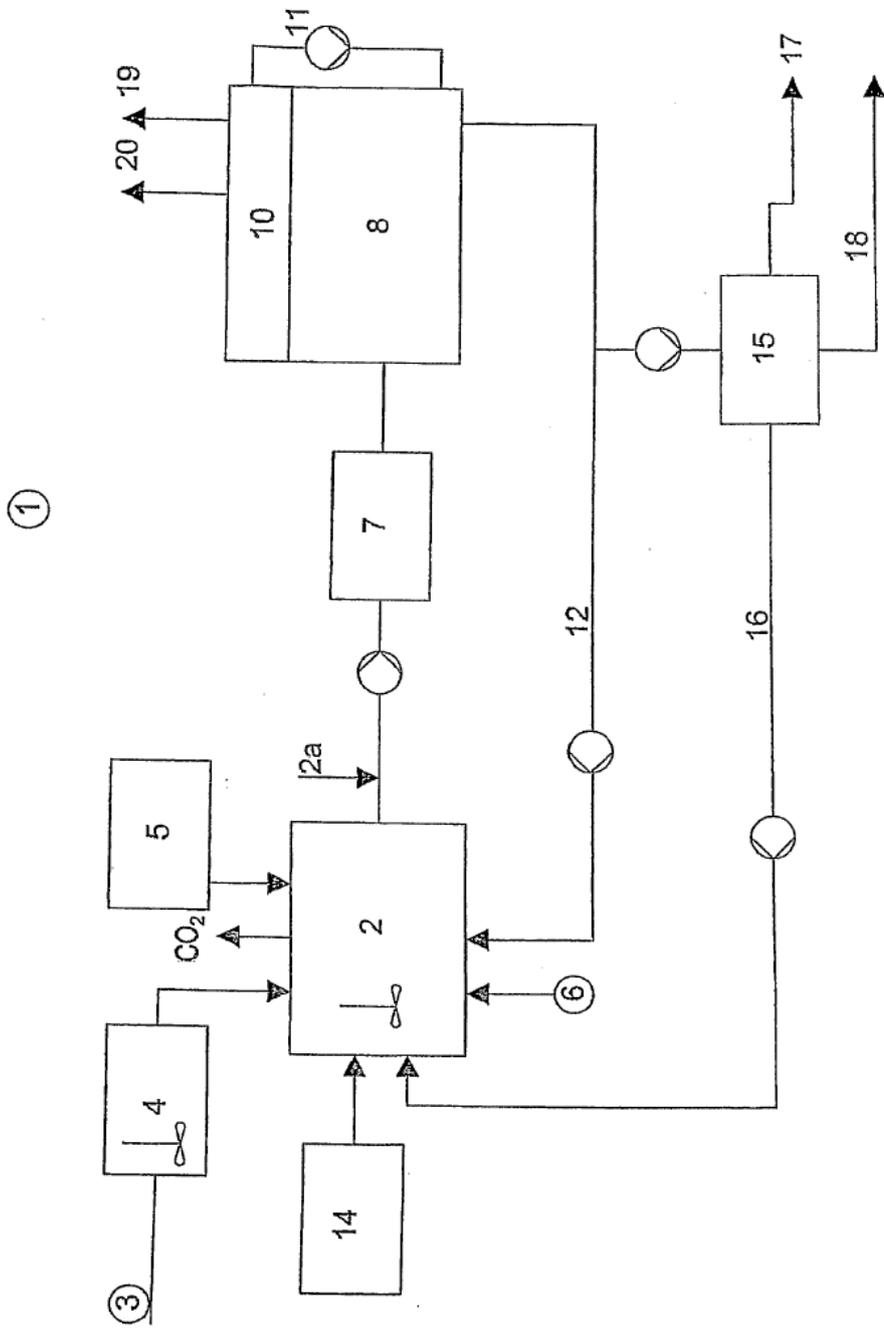


Fig. 1

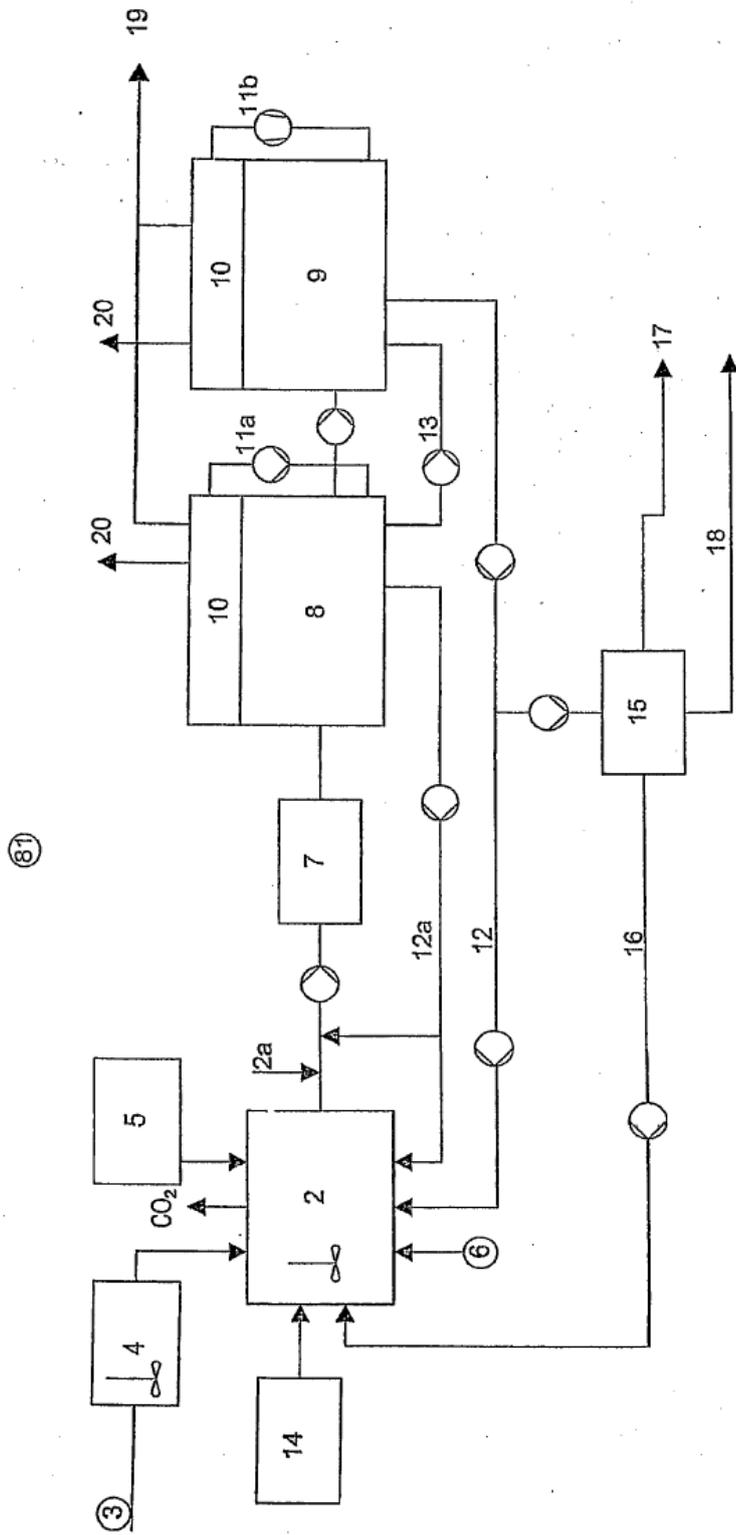


Fig. 2