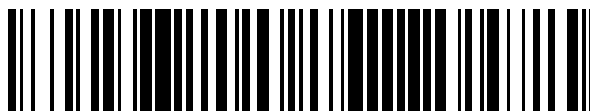


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 077**

51 Int. Cl.:

C12M 1/107

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2012** **E 12461557 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015** **EP 2733197**

54 Título: **Planta de biogás con cámara de fermentación e instalación para la producción y utilización de biogás**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.01.2016

73 Titular/es:

FOTYGA, RYSZARD ALEKSANDER (100.0%)
Podlesna 25/1
80-255 Gdansk, PL

72 Inventor/es:

FOTYGA, RYSZARD ALEKSANDER

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 556 077 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).

PLANTA DE BIOGÁS CON CÁMARA DE FERMENTACIÓN E INSTALACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOGÁS

DESCRIPCIÓN

La presente invención se refiere a una planta de biogás provista de una cámara de fermentación e instalación para la producción y utilización de biogás, utilizada en agricultura, especialmente en granjas pequeñas, para la producción de biogás en el proceso de fermentación anaeróbica de biomasa, con posibilidad de su uso temporal para el cultivo de plantas.

En el estudio titulado "Fermentacja metanowa, technologie, urządzenia, przykłady" [Fermentación anaeróbica, tecnologías, dispositivos, ejemplos], de los autores: M. Początek, M. Janik (fuente: www.en4.pl) se describe la tecnología presentada por la compañía Bekon de producción de biogás de biomasa basada en el proceso de precolado con lixiviación continua del lecho en el reactor. El reactor de percolación consiste en una estructura rectangular de hormigón armado con una gran puerta hermética para cargar el material. La función de mezclado en el reactor se genera por la circulación del líquido procesador con el que se rocían los residuos. Este líquido facilita la propagación de la flora bacteriana y disuelve los compuestos orgánicos acelerando su degradación. El sistema está equipado con dos fuentes de calor: un intercambiador de calor en el depósito del líquido y la instalación incorporada en la estructura de la fosa. El microprocesador controla la intensidad de riego. En esta solución la carga de material se realiza mediante una pala cargadora. Se utiliza una carga única de biomasa sin pre-tratamiento. El rendimiento del proceso depende de la calidad del material introducido. La solución permite obtener biogás con un contenido de metano del 80%. El consumo de energía requerida para calentar el material introducido es de un 10%.

En la descripción DE 202005005077 U1 se menciona un depósito de fermentación para la producción de biogás de los restos orgánicos. El depósito puede ser cuadrado, rectangular, oval o circular. Tiene el fondo inclinado en un ligero ángulo hacia el canal/desagüe para exceso de líquidos. La fermentación de biomasa en el depósito se hace con la flora bacteriana (cultivos de microorganismos) con una cubierta/aislante térmica encima de la que se coloca una membrana/película impermeable a los gases. El espacio entre la cubierta termoaislante y el protector se utiliza como almacenamiento de biogás. La cubierta debajo de la cual se recoge el biogás está bien sellada en el perímetro del depósito mediante un cierre hidráulico. El proceso de fermentación puede ser controlado gracias a la regulación de la cantidad del líquido introducido que después es descargado desde el depósito. La instalación puede contener también un sistema de recirculación de líquidos, intercambiadores de calor, bombas, ventiladores, un sistema de calentamiento de biomasa mediante aire caliente y un sistema de cogeneración. Se ha previsto también la posibilidad de compresión y almacenamiento de biogás, y la posibilidad de conexión del sistema de cogeneración también con otros sistemas de energía renovable.

En la descripción DE 20319847 U1 se menciona una planta de biogás de dimensiones mayores. Esta planta de biogás tiene una estructura de túnel con una base hermética al gas y paredes laterales en las que se apoya la estructura del techo; equipada con dos capas de un material elástico a prueba de gas o membrana hermética. El espacio entre las dos capas de membrana puede ser utilizado como una barrera de aislamiento o una especie de almacenaje temporal de gas. En esta solución la estructura del techo está anclada a las paredes laterales y la carga de material se hace tras haber abierto la tapa hermética de la parte superior.

De la descripción de la patente polaca nº 166913 se conoce un dispositivo para la producción de biogás con los residuos de agricultura que tiene una cámara de fermentación con una tapa hermética, que está unida de manera inclinada con la cimentación mediante un elemento tipo bisagra. Los bordes de la cubierta se prolongan mediante unas placas de sellado las cuales están sumergidas en líquido que rellena los depósitos formados en la cimentación. El dispositivo está equipado con un calefactor, y la cimentación tiene un aislamiento térmico.

El objetivo de la invención es elaborar una estructura de planta de biogás para el procesamiento de biomasa disponible en diversas formas en las granjas, que incluye biomasa seca y pulpa, produciéndose biomasa pulpa como un sub-producto en la crianza de animales, con posibilidad de transformar los lodos post-fermentativos en compost/abono para la producción de cultivos, así como también desarrollar una instalación que permita controlar el proceso de fermentación anaeróbica en la planta de biogás y utilizar el biogás para las necesidades de la explotación agrícola en el sistema de cogeneración.

La planta de biogás tiene una cámara de fermentación, equipada con un depósito de biomasa de base aislada térmicamente y muros de cimentación sustancialmente verticales, una instalación para humedecer la biomasa con un líquido procesador, una instalación de recirculación de lixiviado, cubierta abovedada sujeta a una estructura de soporte y apoyado en los muros de cimentación del depósito sustancialmente verticales, hastiales herméticos, y un almacén de biogás formado por una doble membrana de la cubierta, con la entrada al almacén situada en la parte superior de la cámara de fermentación. Según la invención, las dos membranas, superior e inferior, conforman la capacidad de almacenamiento de biogás y están instaladas en lados opuestos de la estructura rígida arqueada. La membrana inferior tiene las aberturas de paso de gas a una altura de aproximadamente 1/4 de la altura total de la estructura, y el canal de entrada está conectado a un ventilador de conducto que fuerza la circulación de biogás hacia el almacén de biogás. Los bordes inferiores de la cubierta están apoyados en la parte superior de los muros de cimentación del depósito sustancialmente verticales. La instalación para humedecer la biomasa con el líquido

procesador tiene toberas de humectación situadas en la zona de carga de biomasa, a diferentes alturas dependiendo de la altura de carga de biomasa, preferiblemente en la zona intermedia. Además en la zona de carga de biomasa, hay un canal para pulpa, creado preferiblemente por un tabique perforado apoyado en el fondo del depósito de biomasa o constituyendo un tubo perforado, apoyado o descansando libremente en la capa de biomasa.

5 El canal para pulpa puede tener diferentes formas y puede estar colocado por encima del fondo del depósito de biomasa.

10 Como primera opción de diseño de la planta de biogás los bordes inferiores de la cubierta están instalados de forma deslizante y forman una conexión hermética en la parte superior de los muros adecuadamente conformados, en particular estando instalados mediante resbaladeras o guías que comprenden perfiles tipo C.

15 Como alternativa, preferentemente, los bordes inferiores de la cubierta están instalados de manera móvil en ranuras realizadas en la parte superior de los muros. Las ranuras forman una conexión hermética con los bordes inferiores, en particular un cierre hidráulico.

Preferiblemente, en la parte más baja del almacén de biogás se coloca un conducto calefactor.

20 Preferiblemente, las toberas de humectación se sitúan en la zona de carga de biomasa en distintos niveles entre el depósito de biomasa y la parte superior de la cámara de fermentación. Como alternativa, preferentemente, las toberas de humectación se sitúan en un nivel, en la zona intermedia entre el depósito de biomasa y la parte superior de cámara de fermentación.

25 En el caso de que el canal para pulpa está separado mediante un tabique perforado, es preferible situarlo entre las zonas laterales del depósito de biomasa, y el tabique perforado tiene forma de U invertida.

Preferiblemente, en la parte superior del canal se coloca un ducto interno que suministra la pulpa. En la parte inferior se coloca un tornillo transportador para extraer la pulpa comprimida al exterior.

30 Preferiblemente en un ejemplo de realización de la invención, el depósito de biomasa tiene una forma rectangular visto desde arriba, mientras que el canal para pulpa está situado longitudinalmente en la parte central del depósito, en paralelo con sus lados más largos.

35 Preferiblemente, el depósito de biomasa está equipado con una instalación de aireación con unas toberas perforadas instaladas en las zonas laterales en el fondo del depósito (alimentación mediante un ducto de aireación).

Preferiblemente, la planta de biogás según la invención tiene un serpentín colocado en la capa de biomasa, que sirve para la eliminación de exceso de calor de la cámara de fermentación, o para el calentamiento del material.

40 Preferiblemente, la estructura rígida arqueada de la cubierta está colocada en un manguito de membrana hermética, aislando la estructura de la atmósfera de gas en el almacén de biogás.

45 En este caso, preferiblemente, dicho manguito de membrana tiene aberturas de inspección que sirven para introducir gases adecuados que protegen la estructura ante el deterioro y para controlar la humedad de la atmósfera dentro del manguito.

50 Preferiblemente, los muros de cimentación están hechos de materiales que limitan el escape de calor desde el interior de la planta de biogás, por ejemplo un material termoaislante, muro de ladrillo o paneles de aislamiento colocados entre postes.

55 La instalación para la producción y utilización del biogás, comprende una cámara de fermentación en forma de túnel, que constituye el espacio interior de la planta de biogás con una cubierta convexa de estructura rígida arqueada, un almacén de biogás constituido por dos capas de membrana con una entrada al almacén de biogás situada en la parte superior de la cámara de fermentación, la instalación de humedecimiento de biomasa con un líquido procesador, una instalación de recirculación de aguas de lixiviación, un sistema de cogeneración alimentado por biogás y llevado por un ducto desde el almacén de biogás y un sistema de automatización para controlar el sistema de producción y utilización del biogás. De acuerdo con la invención hay dos capas de membrana, superior e inferior, que forman el almacén de biogás y que están ancladas en los lados opuestos de la estructura rígida arqueada. La membrana inferior tiene aberturas de paso de gas a una altura aproximadamente de 1/4 parte de la altura total de la estructura, y al canal de entrada está conectado un ventilador de conducto que fuerza la circulación de biogás al almacén de biogás, mientras que la instalación de humectación de la biomasa tiene un conducto por el que circula líquido procesador de biomasa hacia unas toberas de humectación situadas en la zona de carga de biomasa a diferentes alturas dependiendo de la altura de carga de biomasa, preferiblemente en la zona intermedia. Además, en la zona de carga de biomasa hay un canal para pulpa que está creado por un tabique perforado en el fondo del depósito de biomasa o constituyendo un tubo suspendido, apoyado o descansando libremente en la biomasa. La instalación de recirculación de aguas de lixiviación consta de un intercambiador de calor de flujo cruzado conectado

con el depósito de biomasa mediante un ducto de aguas de lixiviación. Además el intercambiador está conectado por un ducto de retorno con la instalación de humectación de biomasa por el líquido procesador. El intercambiador de calor de flujo cruzado tiene un lecho fijo por donde pasan las aguas de lixiviación en contracorriente a los gases de escape. Estos son transportados al lecho mediante un conducto desde el sistema de cogeneración.

Preferiblemente, en la ejecución de las instalaciones el conducto de aguas de lixiviación está conectado con un conducto perforado en el depósito de biomasa y con una bomba de aguas de lixiviación que tiene conexión con el dispositivo de riego colocado encima del lecho del intercambiador. Debajo del lecho fijo está colocado un tanque para recibir las aguas que pasan por el lecho. Las aguas del tanque son bombeadas por una bomba a un conducto de retorno.

Preferiblemente, la tubería interna es alimentada por la primera bomba colocada en el depósito de pulpa, específicamente en el punto de recogida de abono líquido, mientras que los conductos de humectación son alimentados por la segunda bomba de agua colocada en el líquido procesador, específicamente en la superficie superior del líquido en el punto de recogida de abono líquido. Con esta solución, el líquido con menor contenido de sólidos es aspirado en la parte superior del punto de recogida de abono líquido, y no va a atascar los sustratos en la zona de carga de biomasa.

Preferiblemente, las toberas de humectación se colocan en la zona de carga de biomasa en varios niveles entre el fondo del depósito y la parte superior de la cámara de fermentación. Alternativamente, es preferible situar las toberas en un nivel en la zona intermedia entre el depósito de biomasa y la parte superior de la cámara de fermentación.

En el caso de que el canal para pulpa está separado en el fondo del depósito de biomasa mediante un tabique perforado, es preferible situarlo entre las zonas laterales del depósito de biomasa, teniendo el tabique forma de U invertida.

Preferiblemente, en la parte superior del canal de pulpa se coloca un ducto interno que suministra la pulpa. En la parte inferior del canal se coloca un tornillo transportador para extraer la pulpa compactada al exterior.

Preferiblemente, el depósito de biomasa está equipado con una instalación de aireación con unas toberas perforadas instaladas en las zonas laterales en el fondo del depósito (alimentación mediante un ducto de aeración).

Preferiblemente, la parte inferior del almacén de biogás se conecta mediante un ducto con un depósito exterior para dióxido de carbono. Además, este ducto se conecta a un ventilador reversible que fuerza el flujo de gases.

La estructura de la planta de biogás, tras la eliminación de hastiales (paredes apiñonadas), permite el movimiento de la estructura de cubierta a fin de permitir una carga libre de biomasa y la eliminación de los productos producidos después de la fermentación. Los bordes superiores de los muros tienen una forma apropiada para actuar como guías y como juntas a la vez. Tras finalizar el proceso de fermentación anaeróbica la cubierta puede moverse hacia alguna de las direcciones marcadas por las guías facilitando el acceso al depósito de biomasa. En una solución alternativa, la estructura de la cubierta puede inclinarse hacia los lados utilizando bisagras, o también puede ser levantada.

Al construir hastiales (paredes apiñonadas) la estructura de la cubierta puede ser sellada fácilmente con el muro de cimentación mediante un cierre hidráulico u otro tipo de sellado. La construcción del almacenamiento de biogás proporciona la circulación de biogás mediante aberturas de paso de gas y gracias a un desplazamiento gradual de aire al comienzo del proceso y después de un desplazamiento de una mezcla de gases con un bajo contenido de metano, lo que permite obtener biogás de alto valor calorífico. La utilización de un canal interior para pulpa hecho con un tabique perforado, permite una humectación mayor de la capa inferior de la biomasa e intensificación del proceso de fermentación anaerobia, utilizando la pulpa con biomasa y otros residuos orgánicos, en particular los que se producen en la crianza de animales. Además de las perforaciones en los tabiques, el canal puede ser equipado con unos tubos adicionales que distribuyen el líquido en biomasa. Este canal se puede desmontar fácilmente tras finalizar el proceso de fermentación. La estructura de la planta de biogás y parte de las instalaciones interiores y los lodos post-fermentación que se producen en las zonas laterales del depósito pueden ser utilizados para la producción de cultivos. En este caso, la cubierta puede funcionar como un aislamiento térmico y la instalación de aireación colocada en el fondo del depósito facilita airear los lodos y su calentamiento mediante la acción de bacterias aeróbicas. Ya calientes, los lodos de fermentación pueden ser utilizados como un sustrato para la producción de cultivos tipo plasticultivo con una transformación de los lodos post-fermentación en compost.

Preferiblemente, la planta de biogás tiene un conjunto de varias o más estructuras. La estructura de la planta permite una fácil adaptación para satisfacer diversas funciones. Además de la producción de plantas en los lodos post-fermentación, tras ser vaciada de éstos, puede ser utilizada como una secadora que utiliza el calor del agregado de cogeneración o de la cámara de fermentación tras colocar unos serpentines. Antes de empezar el proceso de fermentación puede servir también como un almacén de biogás, y el fondo de la planta puede servir como una laguna para la cría de algas que utilizan los compuestos orgánicos y minerales contenidos en las aguas de

lixiviación, dióxido de carbono y calor provenientes del proceso de fermentación anaeróbica, fermentación aeróbica o del agregado de cogeneración. La instalación para producción y utilización de biogás facilita establecer un proceso continuo de fermentación anaeróbica en la cámara de fermentación utilizando biomasa seca y pulpa, con posibilidad de regular la intensidad del proceso. El canal para recibir la pulpa en la zona de biomasa está colocado entre las zonas laterales del depósito, en un sitio más favorable para el desarrollo de bacterias termófilas, y la biomasa almacenada en la cámara de fermentación constituye un aislamiento térmico. La ejecución de un almacén de biogás con las aberturas de paso de gas a una altura de 1/4 parte de la altura total de la estructura y descarga de dióxido de carbono en la base de la estructura de tejado, facilita obtener biogás de alto contenido de metano gracias a la posibilidad de desplazar los componentes de gas más pesados desde el almacén de biogás a la cámara de fermentación, y también gracias a la posibilidad de desplazar los gases de gran densidad, en particular los de dióxido de carbono, al exterior del almacén. El intercambiador de calor de flujo cruzado aplicado, facilita la desgasificación y calentamiento de aguas de lixiviación utilizando la energía térmica de gases de escape producidos en el sistema de cogeneración y su re-introducción en la cámara de fermentación a través de la instalación de humectación de biomasa.

Preferiblemente, en el caso de ubicación de la planta de biogás en las regiones de clima frío, la cubierta de la planta de biogás debe ser equipada con un sistema químico de deshielo con toberas pulverizadoras, colocadas encima de la limatesa.

La invención se ilustra en las figuras adjuntas, en las que:

fig. 1 presenta un esquema en sección transversal de la planta de biogás con cámara de fermentación de túnel e instalación interior para producción y almacenamiento de biogás,

fig. 2 presenta un esquema en sección transversal del intercambiador de calor y masa,

fig. 3 presenta un esquema de la planta de biogás de la figura 1 con la instalación de producción y utilización de biogás con el sistema de cogeneración, el intercambiador de calor y masa, y el punto de descarga del abono líquido,

fig. 4 presenta una variante de flujo del biogás por el almacén de biogás,

fig. 5 presenta un esquema en la sección transversal del detalle constructivo del muro de cimentación, un ejemplo de ejecución,

fig. 6 presenta un esquema de control de la planta de biogás, y un ejemplo de ejecución,

fig. 7 presenta un esquema de control del proceso de producción de cultivos, y un ejemplo de ejecución.

En la figura se utilizan las siguientes indicaciones: 1 – muros de cimentación, 1a – zona superior de biomasa, 1b – zona intermedia de biomasa, 1c – capa inferior de biomasa, 1d – espacio libre, 2 – canal interior para pulpa, 3 – estructura rígida arqueada de la cubierta, 3a – membrana superior, 3b – membrana inferior, 3c – almacén de biogás, 4 – tabique perforado, 5 – bordes inferiores de la cubierta, 6 – conducto interior, 7 – conducto de humectación, 7a – toberas pulverizadoras, 8 – ventilador del canal, 9 – válvula de gas, 10 – conducto perforado, 11 – conducto de aireación, 11a – tobera perforada, 12 – tornillo transportador, 13 – ventilador reversible, 14 – almacén, 15 – lecho fijo, 16 – carga absorbente, 17 – bañera, 18 – bomba de retorno, 19 – conducto de gases de escape, 19a – salida de gases de escape, 20 – tubería de aguas de lixiviación, 20a – dispositivo de humectación, 21 – canal de salida de gases de escape, 22 – conducto de retorno, 23 – válvula con gatillo, 24 – bomba de aguas de lixiviación, 25 – alambre para calentar, 26 – rejilla inferior con aberturas en la parte de abajo, 27 – rejilla superior con aberturas laterales, 28 – primera bomba de agua, 28a – segunda bomba de agua, 29 – aberturas de paso de gas, 30 – conducto de gas, 31 – un depósito exterior de gas, 32 – serpentín, 33 – tubería, 33a – entrada de biogás, 33b – salida de biogás, 34 – conducto, 35 – válvula, 40 – placa, 41 – perfil tipo T, 42 – varillas roscadas, 43 – material aislante, 44 – varilla longitudinal, 44a – guía, 45 – sellado, 46 – keder, 47 – alambre de tensión, 48 – perfil tipo C, 49 – instalación de deshielo, 50 – tobera pulverizadora.

Como se muestra en la figura 1, la planta de biogás está equipada con un depósito de biomasa con una base aislada térmicamente y muros sustancialmente verticales (1), instalación de humectación de biomasa con líquido procesador, instalación de recirculación de aguas de lixiviación, la cubierta arqueada en la estructura rígida (3) y apoyada en las muros sustancialmente verticales (1) del depósito de biomasa, hastiales herméticos, almacén de biogás (3c) formado por doble capa de membrana de la cubierta con una entrada al almacén (3c) situada en la parte superior de la cámara de fermentación. El depósito de biomasa en planta tiene una forma rectangular. Dos capas de membrana, la superior (3a) y la inferior (3b), que forman el almacén de biogás (3c) están fijadas en los lados opuestos de la estructura rígida arqueada (3) de la cubierta. La estructura de soporte (3) es una estructura de celosía ligera. La membrana superior 3a está unida con la parte superior de la estructura rígida mientras la membrana 3b está unida con la parte inferior de la estructura (3). Espacio entre las membranas 3a, 3b es para el almacenamiento de biogás 3c. En el espacio entre las membranas 3a y 3b se puede colocar una capa de aislamiento térmico no absorbente. El espacio de almacén está dividido en cámaras separadas mediante unos manguitos de membrana que protegen la estructura de celosía. En otras palabras, cada una de las vigas arqueadas de la estructura de soporte (3) está cubierta por un manguito de membrana y tiene al menos dos aberturas en los extremos de la viga que permiten controlar la atmósfera en la manga – por ejemplo gracias a inyectar aire seco o gas (como puede ser el SO₂ que protege la madera contra carcoma). En dichas cámaras del almacén de biogás (3c) se pueden instalar sellos laberínticos o membranas que facilitan la separación de metano y las partículas más pesadas de gases contenidos en el biogás. La membrana inferior (3b) tiene a una altura de 1/4 parte de la altura

total de la estructura rígida las aberturas de paso de gas, y al canal de entrada está conectado un ventilador (8) que promueve la circulación de biogás entre el almacén de biogás (3c) y la cámara de fermentación. En la parte inferior del almacén de biogás (3c) está colocado un alambre para calentar (25) que sirve para liberar metano de hidrato de metano que pueden producirse en condiciones desfavorables. El ventilador de canal (8) está equipado con una tapa que protege contra el flujo de gas en sentido inverso. En el lado de aspiración del ventilador (8) está colocado un sensor de cantidad de metano.

Los bordes inferiores (5) de la cubierta están apoyados en unas guías formadas en la parte superior de muros de cimentación (1) del depósito de biomasa. Guías adecuadamente formadas que pueden ser por ejemplo perfiles tipo C (48) en la extremidad de los muros de cimentación (1), y un perfil tipo C en la parte inferior (5) de la cubierta, guías colocadas de tal manera que puedan moverse mutuamente – por ejemplo el perfil tipo C en el borde inferior (5) de la cubierta cubre y abarca el perfil tipo C (48) en la extremidad del muro de cimentación (1). La membrana de la cubierta está unida por una conexión hermética con los muros de cimentación. Además, los bordes inferiores (5) de la cubierta están montados de forma deslizante, resbaladora o de rodadura que facilita el movimiento longitudinal de la estructura del tejado. En una ejecución alternativa la estructura puede ser inclinada hacia un lado utilizando bisagras o levantada. Después de instalar los hastiales, el interior de la planta de biogás forma un túnel cerrado de cámara de fermentación.

La instalación para humectación de biomasa que lleva el líquido procesador al interior de biomasa consta de conductos de humectación (7) con sus ramales, donde se conectan las toberas de humectación (7a), situadas al menos en un nivel entre el depósito de biomasa y la parte superior de la cámara de fermentación. Todas toberas de humectación (7a) se sitúan en la zona de carga de biomasa en distinta altura, dependiendo de la altura de zona de carga de biomasa, en particular en la zona intermedia (1b) colocada encima del nivel de los bordes superiores de los muros de cimentación (1) del depósito de biomasa. Las toberas pulverizadoras (7a) se sitúan al menos en un nivel, en la zona intermedia (1b) o en varios niveles dentro de la biomasa, en la zona intermedia (1b) y en la zona superior (1a).

En la zona de carga de biomasa hay un canal interior (2) para pulpa, preferiblemente, sin embargo está situado paralelamente a los muros de cimentación (1), preferiblemente está separado por un tabique divisor perforado (4) con forma de letra de U invertida. Alternativamente, el canal (2) puede ser formado por una tubería perforada, suspendida, apoyada en el fondo de depósito de biomasa o directamente en la biomasa. Las paredes del tabique perforado (4) (o respectivamente una tubería perforada) separan el canal (2) del depósito de biomasa.

En la parte superior del canal (2) está situado un conducto interior (6) que lleva la pulpa a su depósito. El tabique perforado (4) permite filtración del exceso de aguas purificadas desde el canal (2) a las zonas laterales del depósito de biomasa. En la primera fase el canal (2) está vacío. Tras iniciar el proceso la pulpa está complementada con un conducto interior (6). Después de traer la pulpa y filtrar las aguas de lixiviación, una parte del canal interior que está en el fondo sirve como depósito de decantación para las partículas sólidas orgánicas contenidas en la pulpa. Para la eliminación de lodos de post-fermentación del canal interior (2) al exterior se utiliza el tornillo transportador (12) instalado en la parte inferior del canal en el fondo del depósito de biomasa. En las zonas laterales del depósito de biomasa, separados por un canal interior (2), están colocados los conductos perforados (10) que descargan el agua de lixiviación.

El depósito de biomasa está equipado con la instalación de aireación con toberas pulverizadoras (11a) instaladas en las zonas laterales en el fondo del depósito de biomasa accionadas por el conducto de aireación (11). El depósito de biomasa en planta tiene la forma rectangular, y el canal interior (2) puede estar situado por ejemplo, en la parte central del depósito paralelamente a sus lados largos. El fondo del depósito de biomasa está aislado térmicamente del suelo. Dependiendo de las condiciones locales, el fondo puede estar empotrado en el suelo, total o parcialmente en el suelo.

Cuando se carga una biomasa ésta se coloca en el depósito de biomasa de tal manera que llene la mayor cantidad del interior de la cámara de fermentación, dejando un pequeño espacio (1d) entre la parte superior de biomasa (1a) y la membrana inferior (3b). Tras cargar la biomasa, la cámara de fermentación se sella a lo largo de los muros de cimentación y por el cierre hermético de los hastiales.

La fermentación anaeróbica comienza después de humectar la biomasa mediante la pulpa y/o el líquido procesador. La humectación de la biomasa seca se produce en la parte inferior de su volumen (1c), por eso en el proceso de producción de biogás la biomasa está en estado seco, en estado húmedo y también sumergida en el líquido, sin embargo, la intensidad de producción de biogás está regulada cambiando la cantidad del líquido procesador distribuida por los conductos de humectación (7), o cambiando la cantidad de la pulpa administrada por el conducto interior (6). El líquido procesador administrado por las toberas pulverizadoras (7a) hidrata la capa intermedia 1b y la capa inferior (1c) de la biomasa. El líquido se extrae de la pulpa a través del tabique (4) e hidrata la capa inferior (1c). El exceso del líquido en la parte inferior (1c) se descarga desde el depósito de biomasa por un conducto perforado (10). El serpentín (32) colocado en la capa de biomasa sirve para eliminar el exceso de calor desde la cámara de fermentación o, cuando sea necesario, sirve para calentar el lodo para estimular la fermentación.

El biogás que se produce en el proceso de fermentación anaeróbica y que se acumula en la parte superior de la cámara de fermentación se introduce mediante ventilador de canal (8) hacia el almacén de biogás (3c) tras alcanzar un contenido adecuado de metano. Al llenarse el almacenamiento de biogás con un bajo contenido de metano, principalmente dióxido de carbono, éste será transportado desde el espacio de almacenamiento (3c) a través de las aberturas de gas (29) en la membrana inferior (3b) hasta la cámara de fermentación. A lo largo del borde de almacén de biogás están colocados alambres eléctricos de calefacción (25) que sirven para liberar el metano desde los hidratos de metano. Durante la circulación de la mezcla de gases a través del almacén de biogás (3c) y las aberturas de gas (29) aumenta la concentración de metano en la zona superior del almacén de biogás (3c) y desde allí el biogás con alto contenido de metano se descarga al sistema de cogeneración mediante una válvula (9). Cuando se recibe el biogás en la válvula de gas (9), como resultado de la diferencia de presión, se producirá el flujo de retorno de la mezcla de gases desde la cámara de fermentación mediante las aberturas de gas (29) hasta el depósito de biogás (3c). Esto permitirá equilibrar la presión y aumentar la eficiencia del biogás recolectado desde el almacén.

Preferiblemente, en el caso de ubicación de la planta de biogás en regiones de clima frío, el tejado de la planta de biogás debe ser equipado con un sistema de deshielo (49) con toberas pulverizadoras (50) colocadas encima de la limatesa (figura 1).

La figura (4) muestra otra variante de flujo de biogás por el almacén de biogás. En esta variante el ventilador (8) fuerza el flujo de biogás secuencialmente (en serie) a través de todas las cámaras formadas en el almacén de biogás. La brecha (29) está abierta en la última cámara y facilita el retorno de una parte de biogás a la cámara de fermentación. El flujo de biogás hacia las siguientes cámaras es a través de los conductos (33). La salida (33a) de la cámara está situada en la parte superior de la misma, y el paso (33b) hacia la siguiente cámara está en el nivel de 1/2 de altura de almacén. En las dos variantes de flujo de biogás a través de cámaras de almacén (es decir la variante de flujo paralelo y en serie) el dióxido de carbono y otros gases de mayor densidad que el metano se retiran de las cámaras de almacén mediante tuberías (34) instaladas en la parte inferior de las cámaras y equipadas en toberas (35) controladas por los sensores de metano. La válvula debe estar cerrada por la aparición de metano en la salida de tubería.

En una realización preferida de la invención, la membrana 3a puede ser atada a la varilla, cinta o cuerda (44) distribuidas a lo largo del muro de cimentación (1) mediante keder (46) y cuerda (47), formando un bolsillo. Keder es un tipo de conexión bien conocido por los expertos. El sellado (45) entre la membrana (3a) y el muro (1) no está expuesto a tensiones. De tal manera que se forma una conexión firme y flexible que le da elasticidad a toda la estructura de la cubierta de la planta de biogás. Esto es importante y ventajoso para la durabilidad de la estructura expuesta por ejemplo a los vientos dominantes.

Específicamente, de preferencia se utiliza simultáneamente un grupo de instalaciones de la planta de biogás de acuerdo con la invención teniendo en cuenta un desplazamiento de fase apropiado, conocido por los expertos en este campo. Esto significa que, por ejemplo cuando la primera planta de biogás está en carga, en otra planta se produce el proceso de fermentación de biomasa y recepción de gas, mientras en la tercera planta de biogás el proceso de fermentación está terminado y la planta está preparada para el transbordo. De manera análoga se puede utilizar una planta de biogás constituida por unos segmentos, y el desplazamiento de fase descrita se refiere a esos segmentos. La estructura de la planta de biogás permite la personalización fácil de realización de varias funciones. Además de la producción de cultivos en los lodos de post-fermentación, tras vaciar completamente el túnel de los mismos, éste se puede utilizar como una secadora que utiliza el calor desde el agregado de cogeneración o desde la cámara de fermentación por los serpentines colocados allí. Antes de la fermentación se puede utilizar como un almacén de biogás, el fondo de la planta puede servir como una laguna para la cría de algas que utilizan los compuestos orgánicos y minerales contenidos en las aguas de lixiviación y dióxido de carbono y calor provenientes del proceso de fermentación anaeróbica, fermentación aeróbica o del agregado de cogeneración.

La instalación para producción y utilización de biogás incluye una cámara de fermentación en forma de túnel que es un espacio interior de la planta de biogás con una cubierta convexa de estructura rígida arqueada, un almacén de biogás 3c constituido por dos capas de membrana, la instalación para humedecimiento de la biomasa mediante un líquido procesador, una instalación de recirculación de aguas de lixiviación, un sistema de cogeneración alimentado por biogás y llevado por un conducto (30) desde el almacén de biogás (3c), un intercambiador de calor de flujo cruzado de alta capacidad calorífica y un sistema de automatización para controlar el sistema de producción y utilización del biogás.

Como se muestra en la Figura 2, el intercambiador de calor de flujo cruzado consiste en un armazón desmontable (14) aislado térmicamente y un lecho fijo (15); está lleno de material con una alta capacidad térmica y se utiliza para la transferencia de calor y masa entre las aguas de lixiviación recogidas por los conductos (10) del fondo del depósito, y los gases de escape producidos en el agregado de cogeneración KOG. Encima del lecho está colocado un dispositivo de humectación (20a). Encima del dispositivo de humectación (20a) está colocada una rejilla con aberturas laterales (27). La rejilla está provista de carga absorbente (16) tipo mineral de hierro o virutas de acero que absorben los compuestos de azufre. El lecho fijo se coloca en la rejilla inferior con las aberturas en la parte de abajo

(26). Debajo del lecho fijo (15) se coloca una bañera (17). Entre la bañera (17) y el lecho fijo (15) está la salida de gases de escape (19a) del conducto (19) que suministra los gases de escape desde el sistema de cogeneración.

El agua de lixiviación suministrada por el dispositivo de humectación/pulverización (20a) se pasa por el lecho en contracorriente a los gases de escape mediante un conducto de gases de escape (19) desde el sistema de cogeneración. El agua recogida en la bañera (17) que está caliente se conduce por un conducto de retorno (22) desde el intercambiador mediante una bomba de retorno (18). La bomba de retorno (18) está equipada con un sensor de nivel del líquido, en particular en el interruptor de flotador. Los gases de escape que pasan por el lecho fijo (15) y agua transmiten energía térmica al contacto con el lecho. Como resultado del calentamiento de agua de lixiviado se produce la liberación de gases contenidos, en particular de dióxido de carbono y de sulfuro de hidrógeno. Los gases liberados del agua de lixiviación y los gases de escape pasan por la rejilla superior (27) con el relleno absorbente (16), y después se les descarga a la atmósfera mediante el canal de salida de gases de escape (21). El agua de condensación que se acumula en la parte superior de la rejilla con aberturas laterales (27) se descargará al exterior mediante la válvula con gatillo (23). El interruptor tiene el armazón desmontable (14) que facilita el acceso a los elementos interiores del intercambiador y cambio del lecho (15).

Como se muestra en la Figura 3, la planta de biogás de la Figura 1 está conectada con el sistema de cogeneración mediante un conducto que realiza la tarea de mantener el suministro de calor y electricidad. El sistema de cogeneración consiste en un equipo de tratamiento de biogás U y un agregado de cogeneración KOG donde se produce la combustión del biogás recogido desde el almacén de biogás (3c). La energía de gases de escape que se producen en la combustión de biogás, se utiliza para calentar y cambiar la composición química de las aguas de lixiviación recirculadas en la planta de biogás mediante el intercambiador de calor de flujo cruzado mostrado en la Figura 2. Las dos capas de membrana, la superior (3a) y la inferior (3b), que forman el almacenamiento de biogás (3c), se instalan en lados opuestos de la estructura rígida arqueada (3) de la cubierta, sin embargo, la membrana inferior (3b) a una altura aproximadamente de 1/4 parte de la altura total de la estructura (3) tiene las aberturas de paso de gas (29); y el ventilador de canal (8) que fuerza la circulación de biogás al almacén de biogás (3c) está equipado con una tapa que lo protege contra el retorno de flujo de gases. Las aberturas de paso de gas (29) facilitan la recirculación de gases entre el almacén de biogás (3c) y la cámara de fermentación. Además, las partes inferiores de las cámaras de biogás (3c) están conectadas con el depósito de dióxido de carbono (31) mediante un conducto compensatorio exterior. Al conducto compensatorio puede estar conectado un ventilador de retorno (13) que fuerza el flujo de gases. El depósito exterior para gas (31) sirve para almacenar dióxido de carbono que se acumula en la parte inferior del almacén de biogás. Además sirve para completar el volumen del almacén de biogás (3c) durante la recolección del biogás por la válvula de gas 9. El ventilador de retorno (13) facilita el intercambio de gases.

La instalación de humectación de biomasa con el líquido procesador tiene unos conductos de humectación (7) con toberas pulverizadoras (7a) situadas en la zona de carga de biomasa en distinta altura, dependiendo de la altura de la zona de carga de biomasa, en particular en la zona intermedia (1b). La colocación de tuberías humectantes (7) con válvulas en varios niveles permite la humectación de la biomasa hasta el nivel deseado. La hidratación de la biomasa en altos niveles aumenta la tasa de producción de biogás debido a la humectación de un mayor volumen de biomasa. Dependiendo de las necesidades se puede controlar en cierta medida la velocidad de producción de biogás mediante la cantidad de líquido suministrado al espacio entremedio (1b) y al canal interior (2), así como eligiendo el nivel en el cual el líquido se suministra a la biomasa. Si se proporciona una cantidad mayor de líquido procesador, un mayor volumen de la biomasa estará sujeto a procesos bioquímicos, por lo que el rendimiento del proceso de producción de biogás continuará creciendo. Durante la fermentación anaeróbica se producen unas sustancias que retardan este proceso, por ejemplo mediante acidificación de la biomasa. Para prevenirlo, la biomasa puede ser pre-mezclada con productos químicos que corrigen el pH y que se liberan durante la humectación de las capas posteriores de la biomasa, tales como dolomita.

En la zona de carga de biomasa hay un canal (2) para pulpa que se sitúa de pretendencia paralelamente a los muros de cimentación (1). Es conveniente dividir el canal con un tabique perforado (4), preferiblemente éste debe tener la forma de una U invertida. Alternativamente, el canal (2) puede ser una tubería perforada, suspendida, apoyada en el fondo del depósito de biomasa o directamente en la biomasa. La pulpa es suministrada por un conducto interior (6) situado en la parte superior del canal (2). Para la eliminación de lodos espesados de post-fermentación al exterior desde el canal (2) sirve un tornillo transportador (12) instalado en la parte inferior del canal (2). El tabique perforado (4) (o respectivamente un conducto perforado) facilita el filtrado del exceso de agua desde el canal (2) hasta las zonas laterales del depósito de biomasa. Otra solución para distribuir el líquido consiste en la utilización de tuberías adicionales de humectación conectadas con el canal (2). En las zonas laterales del depósito de biomasa divididas por el canal interior (2) están colocadas unas tuberías perforadas (10) que recogen agua de lixiviación mediante el conducto (20) a un intercambiador de calor de flujo cruzado. Las aguas de lixiviación calentadas vuelven por el conducto de retorno (22) a los conductos de humectación (7) de la instalación que hidrata la biomasa con el líquido procesador, y dependiendo de las necesidades, vuelve por el conducto interior (6) al canal (2). El exceso de aguas de lixiviación puede ser también llevado al punto de recogida de abono líquido (PZG) o al exterior de la instalación.

El líquido procesador necesario para empezar y mantener la fermentación anaeróbica puede ser tomado periódicamente junto con la pulpa desde el punto de recogida de abono líquido (PZG) mediante la primera bomba de

agua (28), y después bombearlo al canal (2) mediante un conducto interior (6). También desde el punto de recogida de abono líquido PZG puede ser tomado el líquido procesador con una pequeña cantidad de partículas sólidas por otra bomba de agua (28a) situada en la capa superior del abono líquido, desde donde está guiada a los conductos humectantes (7). En otra solución, la bomba (28) dependiendo de las necesidades, puede ser trasladada a otro nivel mediante una guía.

A medida que la fermentación progresa el volumen de sustratos disminuye en la zona intermedia (1b) y la zona inferior (1c). El volumen de biomasa en estas zonas se complementará con el hundimiento gravitacional de biomasa seca almacenada en la zona superior (1a). La biomasa seca en la zona superior (1a) tiene una función de aislamiento térmico, almacenamiento de sustratos, almacén temporal de biogás y separador de gases. A medida que la fermentación progresa la zona superior (1a) desaparecerá gradualmente. La finalización del proceso de fermentación se produce como resultado del bombeo del líquido desde el depósito de biomasa y suministro de aire comprimido a través del conducto de aireación (11) a la biomasa. El desarrollo de las bacterias aerobias producirá el aumento de la temperatura del sustrato. La temperatura del sustrato puede ser regulada por la cantidad de aire suministrado por las toberas perforadas (11a) que están alimentadas por un conducto de aireación (11), y también puede ser regulada por una transferencia de calor a través de un serpentín (32). El periodo de transformación de lodo post-fermentativo al compost puede ser utilizado para la producción agrícola tipo plasticultivo en un sustrato calentado que consiste esencialmente con el lodo post-fermentativo.

La adaptación de la planta de biogás al cultivo de plantas consiste en eliminar los lodos post-fermentativos del canal (2), eliminar el exceso de lodo en las zonas laterales del depósito de biomasa, desmontar la parte superior del canal (2), conectar el compresor de aire a las tuberías/conductos (11), bombear el exceso de agua y eventualmente poner una capa superior de tierra cultivable adecuada para los cultivos. El aire compensado suministrado por los conductos (11) inicia y mantiene la fermentación anaeróbica en el lodo (Figura 7). Control de los procesos descritos respecto a la producción de biogás y de cultivos puede llevarse a cabo manualmente encendiendo y parando las bombas y el compresor de aire, abriendo y cerrando válvulas adecuadas, así como encendiendo y apagando el receptor de biogás.

De acuerdo con las figuras 6 y 7, la estructura e instalación de una planta de biogás según la invención permite el control automático de los procesos de producción, almacenamiento y combustión de biogás en el agregado de cogeneración KOG en el supuesto de que en las siguientes unidades de tiempo se producen cantidades similares de biogás. Sobre la base de un algoritmo que compara las cantidades de biogás producido en las siguientes unidades de tiempo se encenderán o apagarán las bombas de agua 28 y 28a. Dichas bombas estarán protegidas contra el funcionamiento en seco a través de un interruptor de flotador. La cantidad de biogás se medirá sobre la base de datos del MEDIDOR DE GAS y/o el tiempo del trabajo y rendimiento del ventilador de canal (8). Tras alcanzar la concentración de metano en biogás programada en el regulador y adecuada para un trabajo correcto del receptor se encenderá el ventilador de canal (8). En el sistema de control se establece medir la concentración de metano en biogás mediante unos sensores %CH₄ colocados en la parte superior de la cámara de fermentación, al lado de punto de aspiración del ventilador de canal (8) y en el conducto de gas (30). El ventilador se apagará al disminuir el porcentaje de metano en biogás debajo del valor requerido en el punto de aspiración del ventilador. El consumo de biogás para el sistema de cogeneración se produce cuando se abre la válvula de gas (9). Esta válvula (9) estará cerrada en el caso de disminuir el porcentaje de metano en biogás dentro del conducto de biogás (30) debajo del valor requerido. La extracción de dióxido de carbono acumulado en la parte inferior de cada cámara de almacen de biogás (3c) se llevará a cabo bajo la condición que los sensores CH₄ colocados en las cámaras no muestran la presencia de metano. En este caso la válvula (35) se abrirá y el ventilador (13) bombeará el dióxido de carbono al almacén (31) (Figura 4). El control de un intercambiador de calor de flujo cruzado se efectuará mediante los sensores de temperatura T1, T2 i T3 y el sensor de metano CH₄ instalado en la salida del conducto de gases de escape 21. La bomba de aguas de lixiviación 24 se encenderá cuando el material alcanzará una temperatura determinada 15 (el sensor T2), y se apagará cuando en la bañera 17 (el sensor T1) se detectará una temperatura determinada. La bomba de aguas de lixiviación (24) puede apagarse también tras detectar la presencia de metano en el conducto de gases de escape (21) (el sensor CH₄). Otros sensores de temperatura servirán para medir la temperatura de procesos bioquímicos en los puntos seleccionados de la planta de biogás y en su instalación. Esto también se aplica para controlar la temperatura del sustrato en la fase de producción de cultivos (los sensores T5) y para controlar el trabajo de compresor de aire y de la bomba que fuerza la rotación a través del serpentín (32). Programa de control y vigilancia debe tener en cuenta un retraso de reacción de suelo en la cantidad de aire suministrado al suelo y debe corregir el funcionamiento de compresor de aire de acuerdo con la previsión y las condiciones meteorológicas actuales (el sensor TZ).

Los muros de cimentación (1) presentados en las figuras 3, 6 y 7 son de ladrillo. Una solución alternativa de la estructura de los muros se presenta en las figuras 1 y 5. En este caso los muros (1) abarcan las placas (40) que están instaladas entre postes. Como se muestra en la figura 5, los postes de los muros (1) consisten de dos perfiles tipo T (41) conectados con varillas roscadas (42). Entre los perfiles tipo T (41) están los elementos de muros de cimentación con un alto aislamiento térmico. El perfil T exterior (41) está envuelto de un material aislante (43). Esta estructura del poste limita el escape de calor al exterior de la planta de biogás.

REIVINDICACIONES

1. Planta de biogás con cámara de fermentación en forma de túnel, equipada con depósito de biomasa con el fondo aislado térmicamente y muros de cimentación sustancialmente verticales, una instalación para humedecer la biomasa con un líquido procesador, una instalación de recirculación de lixiviado, cubierta abovedada sobre una estructura de soporte y apoyada en los muros de cimentación del depósito, hastiales herméticos y almacén de biogás formado por una doble capa de membrana de la cubierta con entrada al almacén situada en la parte superior de la cámara de fermentación **caracterizada por que** dos capas de membrana, superior (3a) e inferior (3b) que forman el almacén de biogás (3c) están instaladas en lados opuestos de la estructura rígida arqueada de la cubierta, la membrana inferior (3b) tiene aberturas de gas (29) aproximadamente a una altura de 1/4 parte de la altura total de la estructura, y el canal de entrada está conectado a un ventilador de conducto (8) que fuerza la circulación de biogás al almacén de biogás (3c) mientras que los bordes inferiores (5) de la cubierta están apoyados en la parte superior de los muros de cimentación (1) sustancialmente verticales del depósito de biomasa, mientras que la instalación para humedecer la biomasa con el líquido procesador tiene toberas de humectación (7a) situadas en la zona de carga de biomasa a diferentes alturas dependiendo de la altura de carga de biomasa, preferiblemente en la zona intermedia (1b) habiendo adicionalmente en la zona de carga de biomasa un canal (2) para pulpa, creado preferiblemente por un tabique perforado (4) apoyado en el fondo de depósito de biomasa o constituyendo un tubo perforado, suspendido, apoyado o puesto libremente en una capa de biomasa.
2. Planta de biogás según la reivindicación 1, **caracterizada por que** los bordes inferiores (5) de la cubierta están instalados de forma deslizante y forman una conexión hermética en la adecuadamente conformada parte superior de los muros de cimentación verticales (1), en particular mediante resbaladeras o guías que comprenden perfiles tipo C, o los bordes inferiores (5) de la cubierta que están montados de forma deslizante en ranuras realizadas en la parte superior de los muros de cimentación (1) verticales, formando dichas ranuras una conexión hermética con los bordes inferiores (5), en particular un cierre hidráulico.
3. Planta de biogás según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada por que** las toberas de humectación (7a) están situadas en la zona de carga de biomasa, en un nivel o en varios niveles entre el depósito de biomasa y la parte superior de la cámara de fermentación.
4. Planta de biogás según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizada por que** en la parte superior de canal (2) para pulpa está colocado un conducto interior (6) que suministra pulpa, y en la parte inferior del canal (2) para pulpa está colocado un tornillo transportador (12) para descargar la pulpa compactada al exterior.
5. Planta de biogás según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 1 a 4, **caracterizada por que** el depósito de biomasa está equipado con una instalación de aireación con toberas perforadas (11a) instaladas en las zonas laterales en el fondo del depósito de biomasa, alimentadas por un conducto de aireación (11).
6. Planta de biogás según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 1 a 5, **caracterizada que** está equipada con un serpentín (32) colocado en la capa de biomasa, para extraer el exceso de calor de la cámara de fermentación o para calentar el lecho.
7. Planta de biogás según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 1 a 6, **caracterizada por que** la estructura rígida arqueada (3) de la cubierta está ubicada en un manguito de membrana hermético, aislando la estructura (3) de la atmósfera de gas en el almacén de biogás.
8. Planta de biogás según la reivindicación 7, **caracterizada por que** dicho manguito de membrana tiene aberturas de inspección que sirven para la entrada de gases adecuados que protegen la estructura ante el deterioro y para controlar la humedad de la atmósfera en el interior del manguito.
9. Planta de biogás según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 1 a 8, **caracterizada por que** los muros de cimentación sustancialmente verticales (1) están hechos de material termoaislante, preferiblemente utilizando ladrillo o hechos de placas termoaislantes (40) colocadas entre postes.
10. Instalación para producción y utilización de biogás que comprende una cámara de fermentación en forma de túnel, que constituye un espacio dentro de la planta con una cubierta convexa de estructura rígida arqueada, un almacén de gas constituido por dos capas de membrana con una entrada al almacén de gas situada en la parte superior de la cámara de fermentación, la instalación de humedecimiento de biomasa mediante líquido procesador, una instalación de recirculación de aguas de lixiviación, un sistema de cogeneración alimentado por biogás y llevado por medio de un conducto de gas desde el almacén de biogás y un sistema automatizado para controlar el proceso de producción y utilización de biogás, **caracterizada por que** dos capas de membrana, superior (3a) e inferior (3b), que forman el almacén de biogás (3c), están instaladas en lados opuestos de la estructura rígida arqueada de la cubierta; la membrana inferior (3b) tiene aberturas de gas (29) aproximadamente a una altura de 1/4 parte de la altura

- total de la estructura, y el canal de entrada está conectado a un ventilador (8) que fuerza la circulación de biogás hacia el almacén de biogás (3c), mientras que los bordes inferiores (5) de la cubierta están apoyados en la parte superior de los muros de cimentación (1) sustancialmente verticales del depósito de biomasa, mientras que la instalación de humectación de biomasa con el líquido procesador tiene conductos (7) con toberas de humectación (7a) situadas en la zonas de carga de biomasa a diferentes alturas dependiendo de la altura de carga de biomasa, preferiblemente en la zona intermedia (1b), habiendo adicionalmente en la zona de carga de biomasa un canal (2) para pulpa que está creado preferiblemente por un tabique perforado (4) en el fondo del depósito de biomasa, o constituyendo un tubo perforado, suspendido, apoyado o puesto libremente en la biomasa, alimentado con pulpa mediante un conducto interior (6) situado en el canal (2) para pulpa, en el que la instalación de recirculación de aguas de lixiviación incluye un intercambiador de calor de flujo cruzado conectado con el depósito de biomasa mediante un conducto de aguas de lixiviación (20), estando el intercambiador conectado por un conducto de retorno (22) con la instalación de humectación de biomasa por el líquido procesador y en el que el intercambiador de calor de flujo cruzado tiene un lecho fijo (15) de una capacidad térmica elevada, por donde se hacen pasar las aguas de lixiviación en contracorriente a los gases de escape transportados al lecho mediante un conducto (19) desde el sistema de cogeneración.
- 5
- 10
- 15
11. Instalación según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el conducto de aguas de lixiviación (20) está conectado con un conducto perforado (10) en el depósito de biomasa y con la bomba de aguas de lixiviación (24) conectada por el lado de descarga con el dispositivo de humectación (20a) colocado encima del lecho fijo (15) de un intercambiador de calor de flujo cruzado, mientras que debajo del lecho fijo (15) está colocada una bañera (17) para recoger el agua que pasa por el lecho en donde el agua de la bañera (17) se bombea a la tubería de retorno (22) mediante una bomba de retorno (18).
- 20
- 25 12. Instalación según las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizada por que** las toberas de humectación (7a) están situadas en la zona de carga de biomasa en un nivel o en varios niveles entre el depósito de biomasa y la parte superior de la cámara de fermentación.
- 30 13. Instalación según las reivindicaciones 10, 11 ó 12, **caracterizada que** en la parte superior del canal (2) para pulpa está colocado un conducto interior (6) que suministra pulpa, y en la parte inferior del canal (2) para pulpa está colocado un tornillo transportador (12) para descargar al exterior la pulpa compactada.
- 35 14. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones de 10 a 13, **caracterizada por que** el depósito de biomasa está equipado con instalación de aireación con toberas perforadas (11a) instaladas en las zonas laterales en el fondo del depósito de biomasa, que se alimentan mediante un conducto de aireación (11).
- 40 15. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 10 a 14, **caracterizada por que** un depósito exterior de gas (31) para dióxido de carbono está conectado con la parte inferior del almacén de biogás (3c) mediante un conducto compensatorio, en el que preferiblemente un ventilador de retorno que fuerza el flujo de gases está conectado al conducto compensatorio.

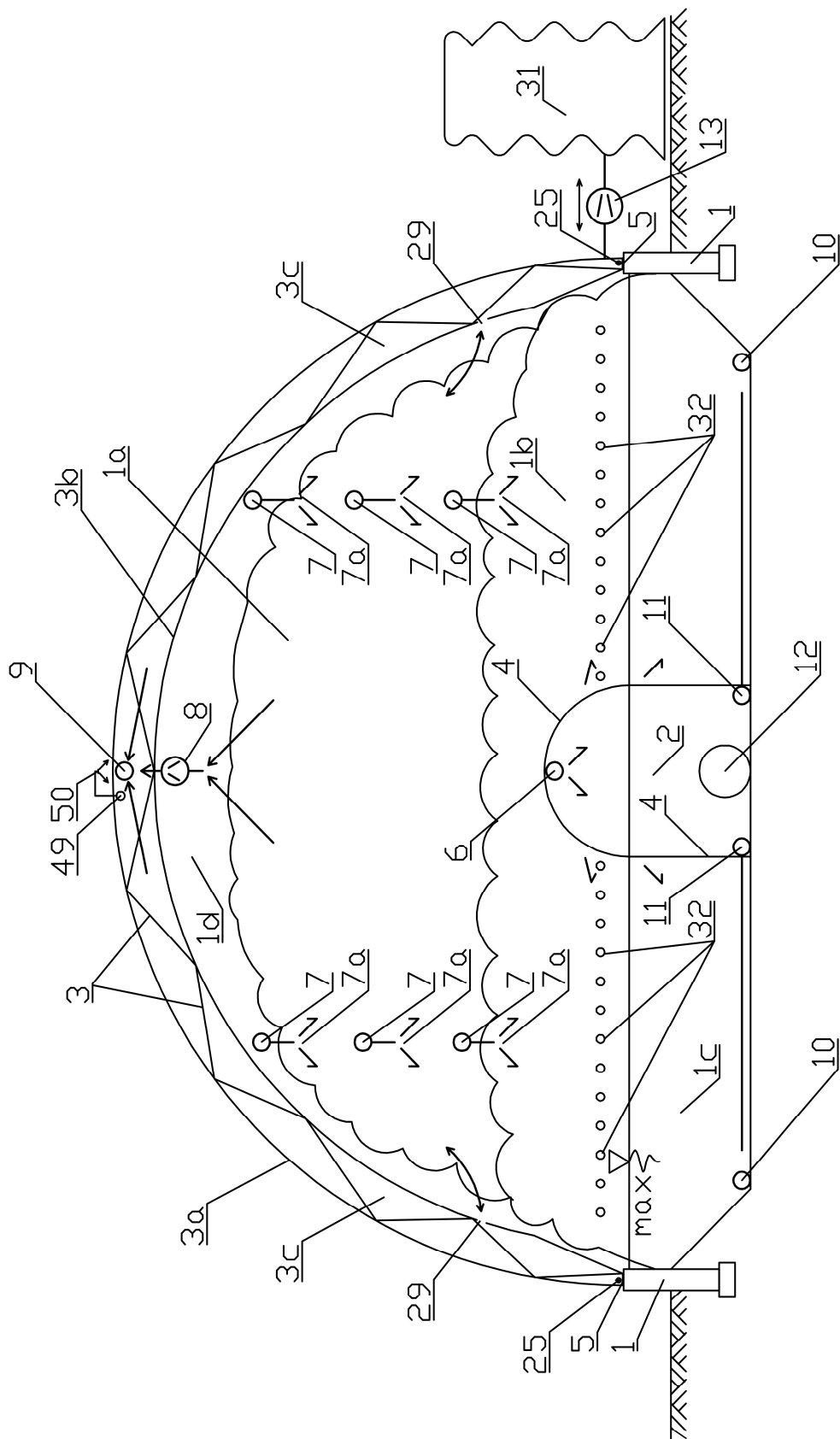


fig. 1

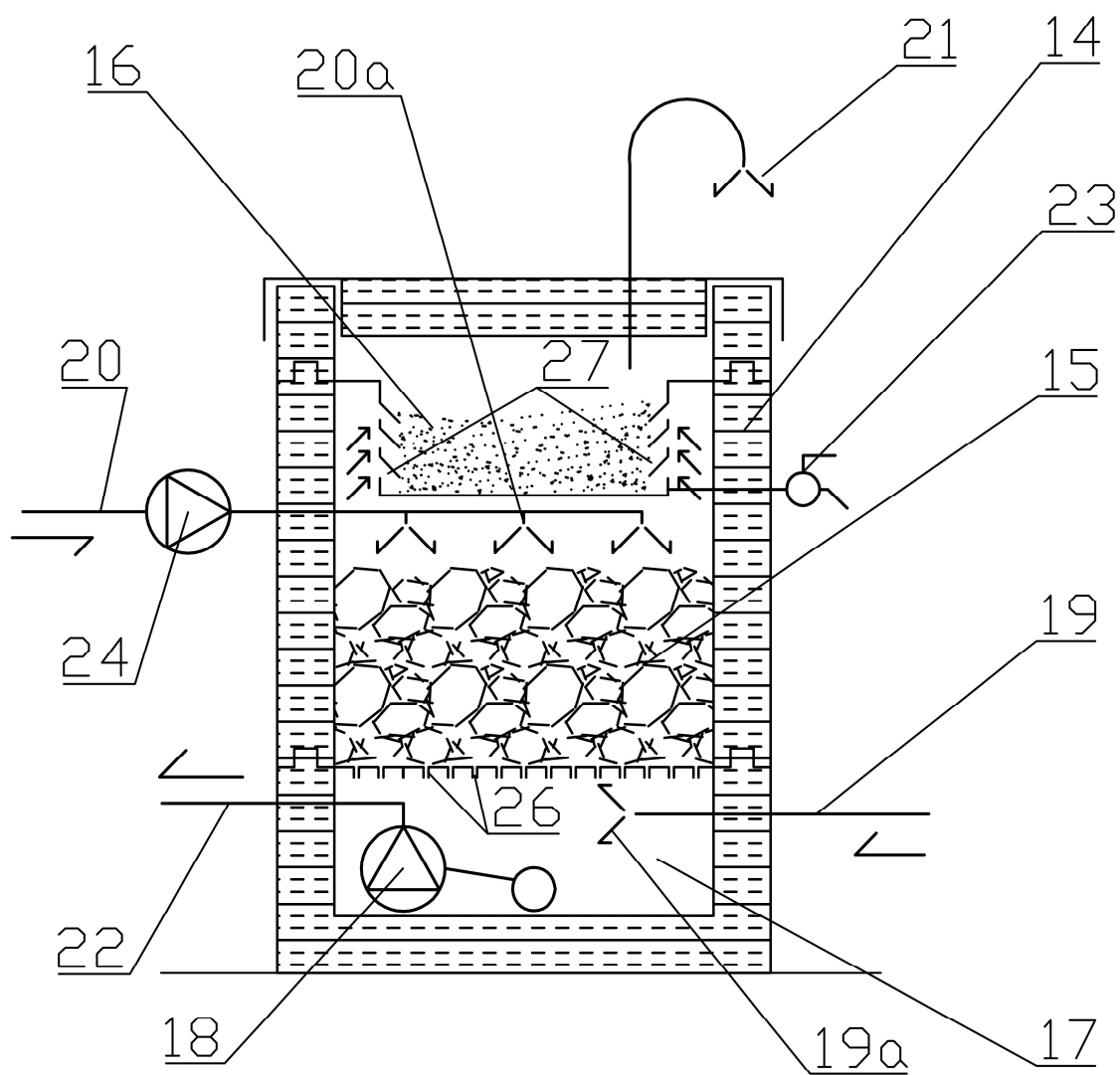
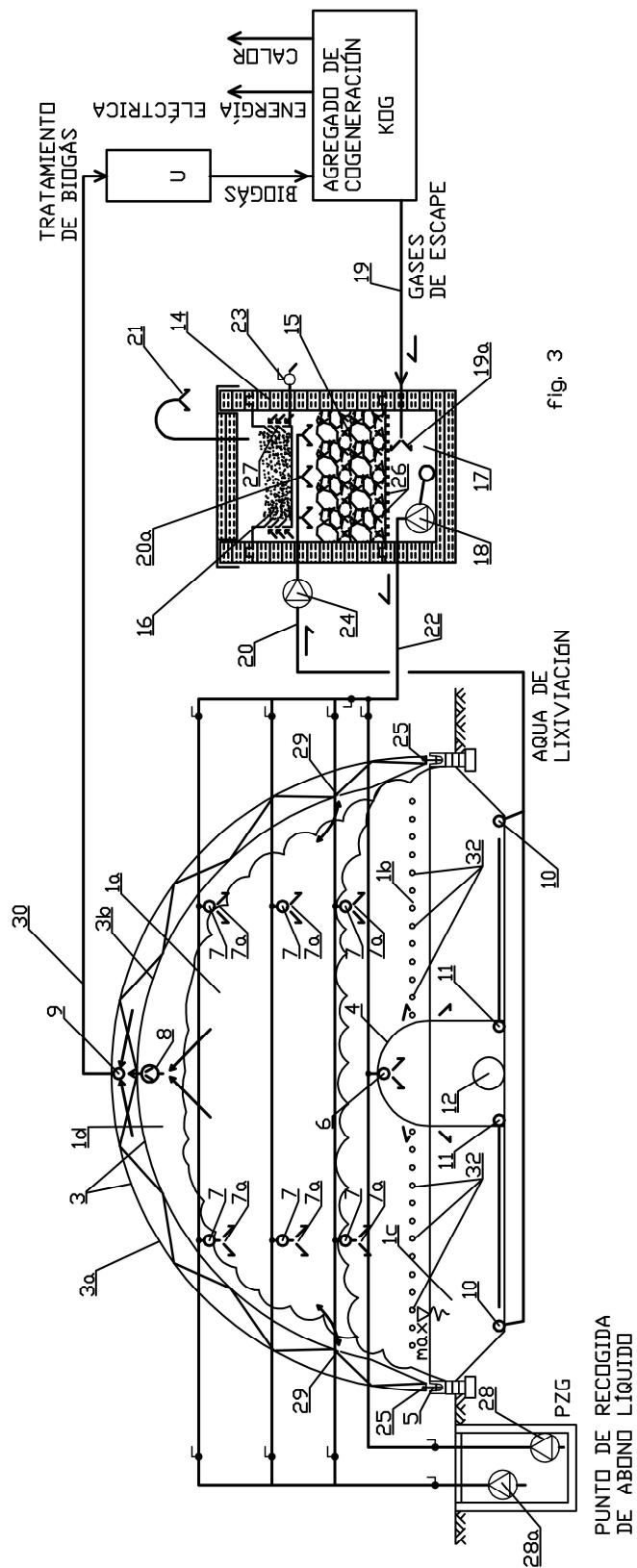


fig. 2



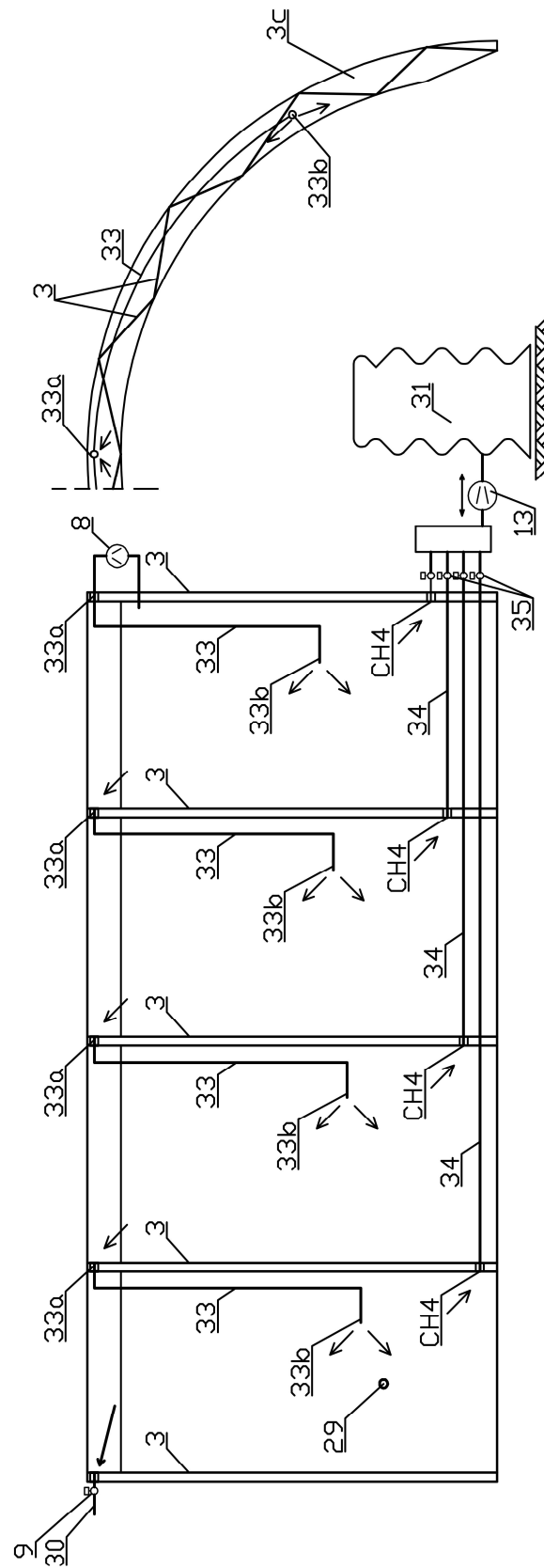


fig. 4

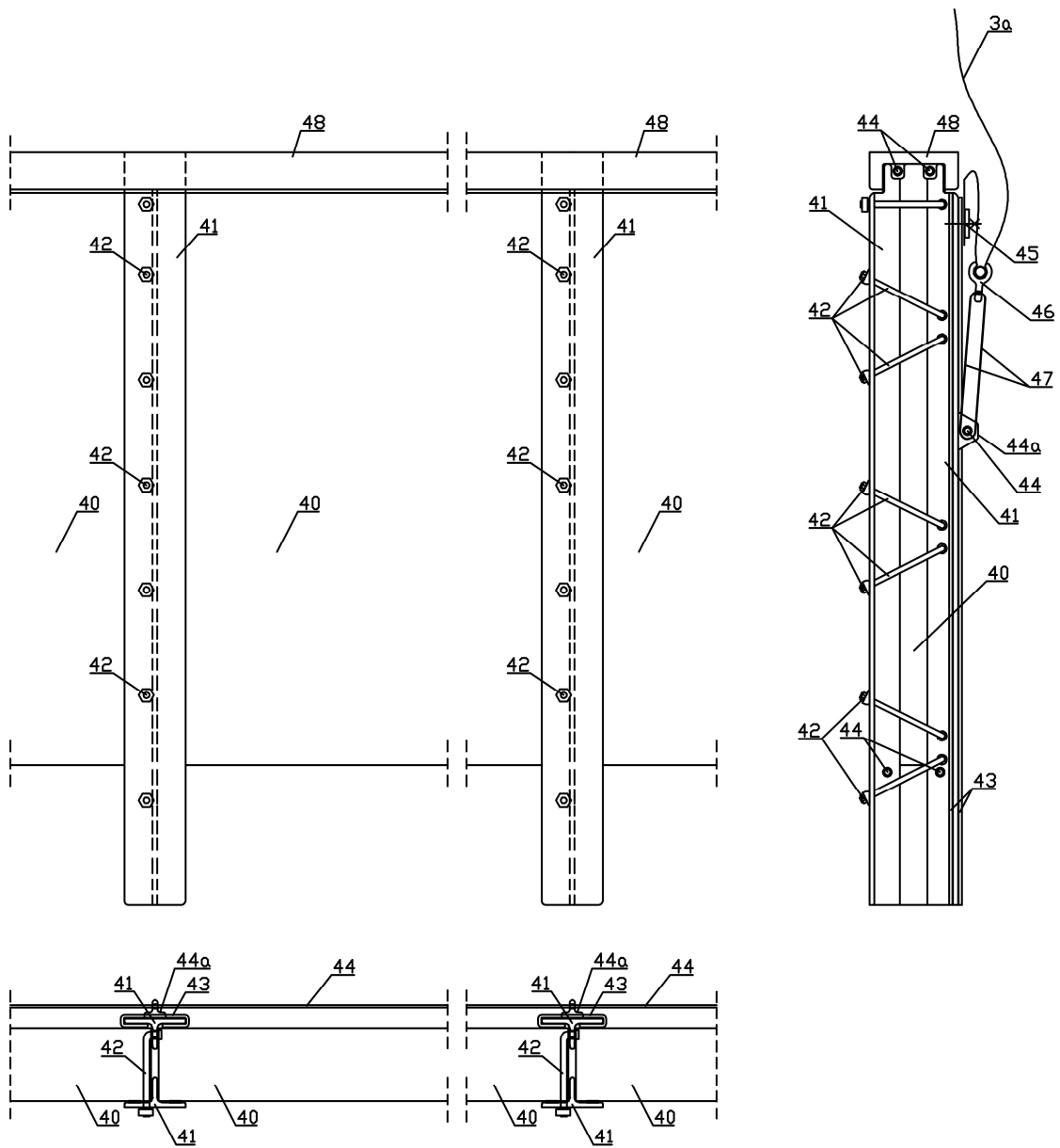


fig. 5

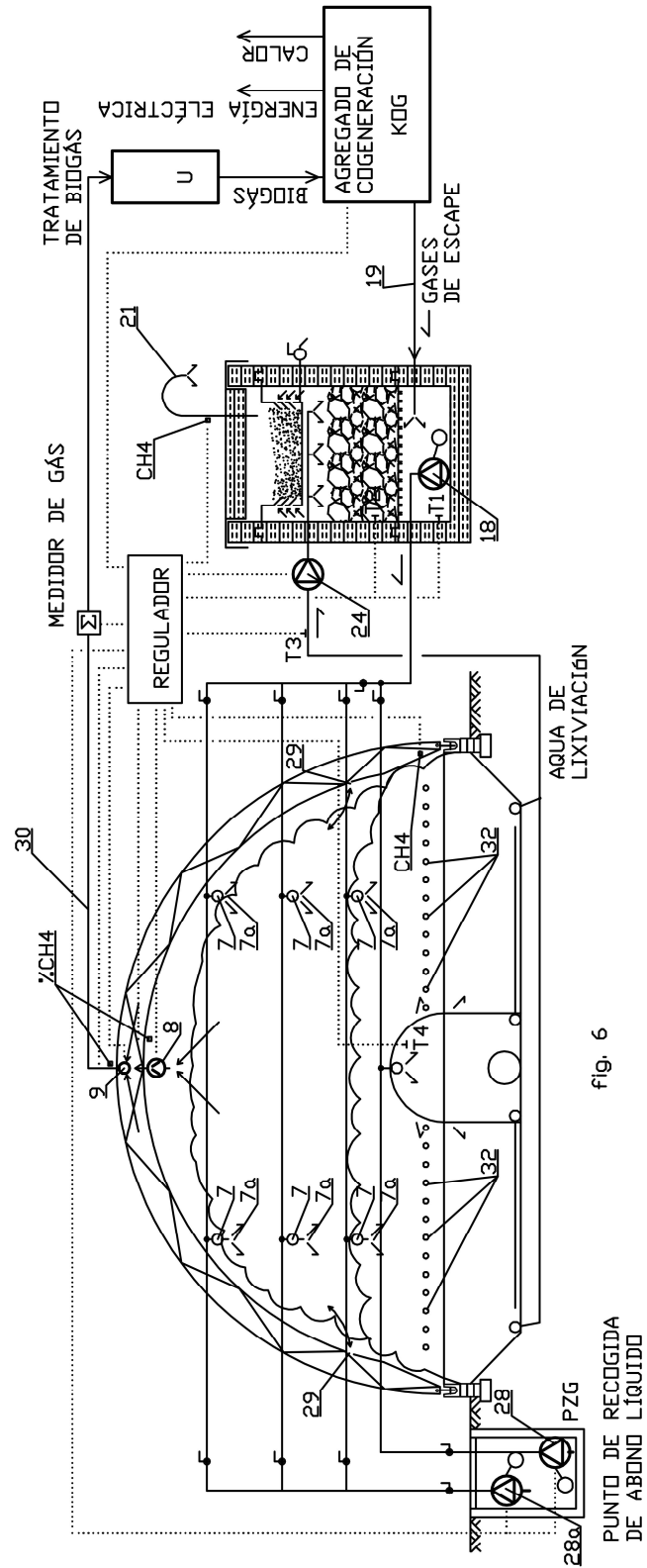


Fig. 6

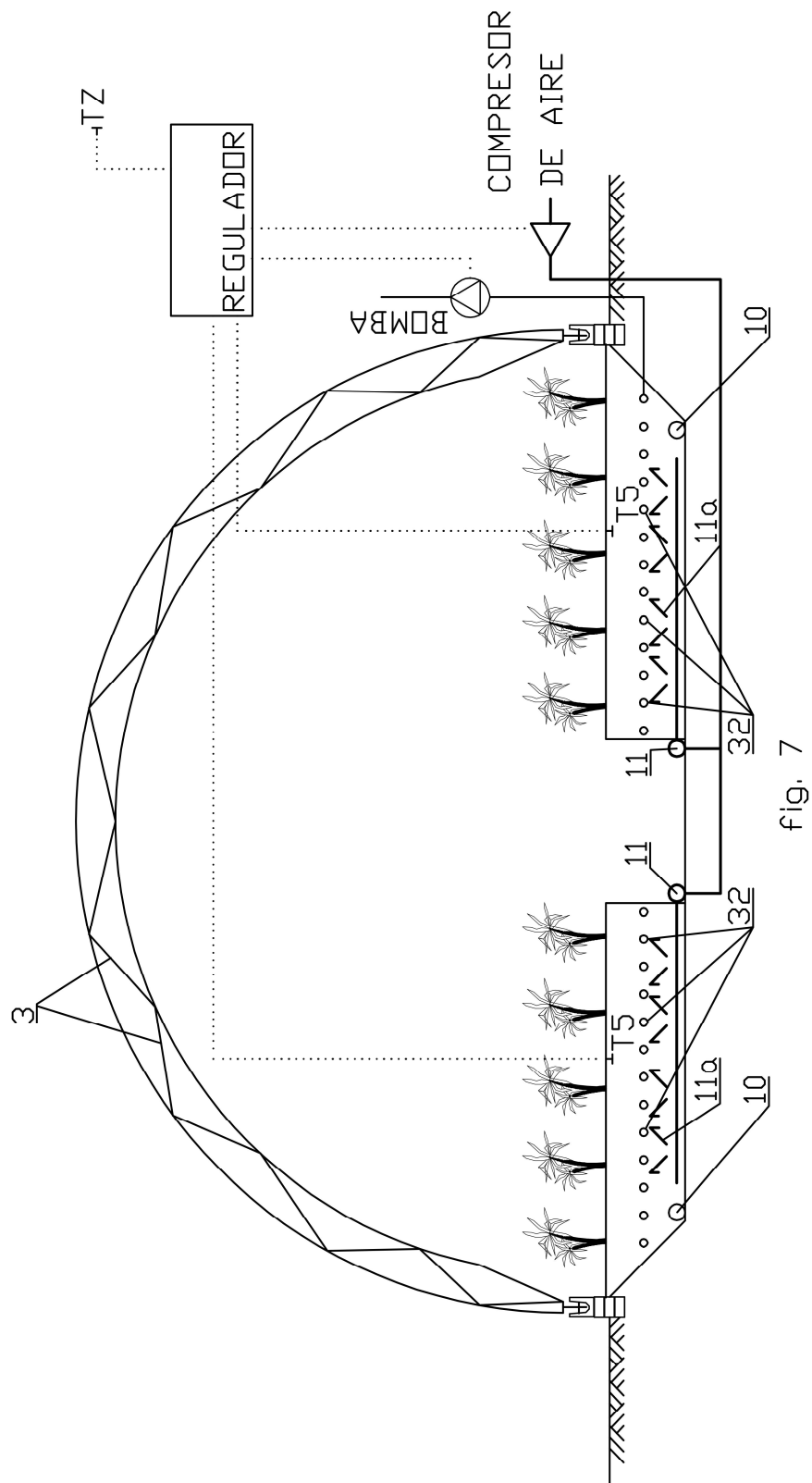


fig. 7