

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 902**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107** (2006.01)

**C12M 1/16** (2006.01)

**C12M 1/00** (2006.01)

**C12M 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2017 PCT/EP2017/079499**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2018 WO18091603**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2017 E 17801686 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3541921**

54 Título: **Sistema de producción de biogas a partir de biomasa sólida y procedimiento de biogas correspondiente**

30 Prioridad:

**17.11.2016 FR 1661168**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.04.2021**

73 Titular/es:

**YANCO (100.0%)  
Allée de l'Ecluse, Péniche Union Ile de Puteaux  
92800 Puteaux, FR**

72 Inventor/es:

**MERCIER, YANN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 821 902 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**

Sistema de producción de biogas a partir de biomasa sólida y procedimiento de biogas correspondiente

5 La presente invención se refiere a un sistema de producción de biogas que comprende al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, al menos una unidad central de almacenamiento de biogas, varios digestores anaerobios, una red de alimentación de digestato líquido, una red de evacuación de digestato líquido y una red de evacuación de biogas.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de producción de biogas.

10 En el sentido de la presente invención, se entiende por biomasa sólida las materias orgánicas de origen vegetal, animal, bacteriológico o fúngico, que contienen una tasa de materia seca superior a 12%, preferentemente superior a 15%, que permiten la producción de biogas.

La biomasa solida puede ser fibrosa, principalmente pajosa, y/o heterogénea, y/o contener elementos no deseados, principalmente piedras, grava, arena, alambre de espino, cordeles, piezas metálicas provenientes de herramientas agrícolas o también sacos de plástico, elementos de embalaje y acondicionamiento, o también residuos urbanos, eventualmente mal separados.

15 La metanización (aún denominada digestión anaerobia) es un procedimiento biológico natural que utiliza la degradación de las materias orgánicas por varios tipos de microorganismos, en particular bacterias, en condiciones controladas y en ausencia de oxígeno.

20 Dicho procedimiento lleva, por una parte a la producción de biogas, que corresponde a una mezcla gaseosa compuesta mayoritariamente por metano y dióxido de carbono y, por otra parte, a la producción de un producto húmedo rico en materias orgánicas parcialmente estabilizadas denominado digestato, que a continuación se puede utilizar como mejorador orgánico.

25 El biogas presenta la ventaja de ser un gas convertible en energía renovable y, por ejemplo, puede servir en la producción de electricidad y/o calor o en la producción de carburante. El biogas puede ser inyectado igualmente en una red de gas natural después de su depuración, es decir después de que el metano presente en el biogas se haya separado del CO<sub>2</sub> y de otros gases presentes en el biogas.

El digestato puede ser sometido a un tratamiento de separación de fases líquida/sólida cuya fracción sólida (denominada digestato sólido) es más rica en materias orgánicas y en elementos fosfatados y la fracción líquida (denominada digestato líquido) es más rica en nitrógeno amoniacal y en potasio. Los digestatos líquidos y sólidos se pueden almacenar y/o tratar y/o dispersar separadamente.

30 Así, el procedimiento biológico de metanización permite valorizar las materias orgánicas produciendo una energía renovable y disminuir las emisiones de gas de efecto invernadero, captando el metano producto de la degradación de estas materias y sustituyendo el empleo de energías fósiles y/o de abonos químicos.

35 Las materias orgánicas susceptibles de producir biogas mediante una metanización, pueden ser residuos que provienen por ejemplo del sector agrícola y/o agro-industrial y/o ser de origen urbano, En particular, el estiércol proveniente de la explotación agrícola de la ganadería es una materia orgánica, producto de los excrementos animales mezclados con la paja de los lechos del ganado, que constituye una fuente importante y particularmente interesante en la producción de biogas. A este respecto, la metanización en el sector agrícola a partir de materias orgánicas, en particular pajas y/o estiércol, representa una actividad que se desarrolla cada vez más en la actualidad.

40 La metanización se realiza habitualmente en el interior de un reactor denominado digestor que corresponde la mayoría de las veces a una cuba, que tiene la mayoría de las veces una forma esencialmente cilíndrica, pero a veces es paralelepípedica, vertical u horizontal, que está destinada a contener las materias orgánicas que se van a tratar, en particular estiércol y/o pajas y/o residuos de origen industrial y/o de origen urbano, con el fin de producir biogas y digestato.

45 Los diferentes procedimientos de metanización se pueden dividir en dos grandes familias en función de la naturaleza de los residuos que se van a degradar, es decir los procedimientos de metanización en vía líquida y los procedimientos de metanización en vía seca.

50 En primer lugar, los procedimientos de metanización en vía líquida se realizan generalmente para tratar residuos cuya mezcla tiene una tasa media de materia seca inferior a 15%, correspondiente por ejemplo a mezclas de barros líquidos o de grasas o mezclas principalmente compuestas por purines. Dichos procedimientos se pueden utilizar también para tratar materias orgánicas sólidas que se han mezclado con agua o digestato líquido.

Los procedimientos de metanización en vía líquida consisten principalmente en transportar, de forma generalmente continua, las materias orgánicas que se van a tratar, la mayoría de las veces mediante sistemas de bombeo o de tornillo sin fin, hacia el interior de un digestor que generalmente está cerrado herméticamente por medio de un techo o de una membrana flexible. Las materias orgánicas que se van a tratar se mezclan continuamente en el interior del

- digestor, a menudo mediante uno o varios agitadores, que pueden ser de hélices o de palas, o a veces mediante inyecciones de gas, principalmente de biogas, con el fin de evitar los fenómenos de decantación de la biomasa en el fondo del digestor y/o los fenómenos de flotación y de formación de costra de biomasa en la superficie del líquido en el digestor, y favorecer la formación de biogas por el contacto entre la biomasa y los microorganismos. El digestor se puede calentar eventualmente a temperaturas comprendidas entre 20 y 60°C, en particular a temperaturas comprendidas entre 35 y 55°C. Las materias orgánicas permanecen varias semanas de media en el digestor, generalmente durante un periodo que puede ir de 20 a 80 días.
- El biogas producido durante esta reacción de metanización se almacena generalmente a presión atmosférica en una membrana flexible estanca fijada en la parte superior del digestor. La membrana se presenta entonces en forma de una cúpula que contiene un cielo gaseoso por encima de la pared vertical del digestor. Más raramente, el biogas se puede almacenar en un gasómetro que a menudo es una bolsa de almacenamiento flexible situada al lado del digestor.
- Los procedimientos de metanización en vía líquida presentan principalmente el inconveniente de que las biomasa que se deben degradar pueden ser difíciles de manipular y de preparar para transportarlas hacia el digestor y necesitan un gasto de energía grande para ser mezcladas de forma continua en el interior de digestor.
- En los procedimientos de metanización en vía líquida que incluyen la introducción de materias orgánicas sólidas, las materias orgánicas sólidas se trituran a menudo antes de ser incorporadas en la cuba de digestión con el fin de facilitar el transporte de las materias orgánicas en el seno del digestor, así como su mezcla. A veces, las materias orgánicas sólidas son objeto de un procedimiento de clasificación previo con el fin de eliminar de ellas el máximo posible de objetos no deseados.
- Estos tipos de procedimientos de metanización en vía líquida continua presentan a menudo dificultades a nivel de la alimentación de la biomasa, ya que a menudo es necesario tratar previamente la biomasa antes de su introducción en el digestor, principalmente triturando la parte sólida de la biomasa y extrayendo las materias no deseadas. Además, los sistemas de mezcla en el seno de digestor pueden ser dañados debido a la naturaleza de las materias orgánicas o de las materias no deseadas.
- En segundo lugar, los procedimientos de metanización denominada por vía seca se realizan para tratar residuos sólidos cuya mezcla tiene una tasa media de materia seca generalmente superior a 15%, principalmente que va de 15% a 40%, correspondiente por ejemplo a estiércol, paja, residuos industriales o urbanos o biomasa heterogéneas.
- Un primer tipo de procedimiento de metanización por vía seca consiste en transportar en continuo, principalmente por medio de una tolva y de un sistema de tornillo sin fin, o más raramente de un sistema de bombeo potente, las materias orgánicas sólidas que se van a tratar al interior de un digestor, la mayoría de las veces dispuesto de forma horizontal. Las materias orgánicas sólidas que se van a tratar se mezclan, la mayoría de las veces lentamente, en el interior del digestor que se puede calentar a temperaturas comprendidas entre 20 y 60°C, en particular a temperaturas comprendidas entre 35 y 55°C.
- Además, las materias orgánicas sólidas se trituran a menudo antes de ser incorporadas en la cuba de digestión con el fin de facilitar el transporte de las materias orgánicas en el seno del digestor así como su mezcla. A veces, las materias orgánicas sólidas también son objeto de un procedimiento de clasificación previo con el fin de retirar de ellas la mayor cantidad posible de objetos no deseados.
- Este tipo de procedimiento de metanización en vía seca continua presenta a menudo dificultades en cuanto a la alimentación de la biomasa ya que a menudo es necesario tratar previamente los residuos antes de su introducción en el digestor, principalmente triturándolos y extrayendo las materias no deseadas. Además, el sistema de mezcla en el seno del digestor puede ser dañado debido a la naturaleza de las materias orgánicas o de las materias no deseadas.
- Un segundo tipo de procedimiento de metanización en vía seca es un procedimiento discontinuo o en lotes. Consiste en transportar, a menudo por medio de dispositivos mecánicos de carga/descarga, por ejemplo del tipo de cargador de cangilones, las materias orgánicas sólidas en el interior de las células de metanización que se cierran una vez que están llenas. Estas células son generalmente tipos de garajes equipados con puertas que se cierran una vez que se ha realizado la carga. Este tipo de procedimiento se denomina a menudo procedimiento en garaje. A continuación, las materias orgánicas se rocían o se duchan con digestato líquido, cargado de bacterias, con el fin de realizar una percolación que lleva a la producción de biogas. Una vez que la reacción termina, se abren las puertas de cada célula con el fin de recuperar el digestato sólido, generalmente por medio de los mismos dispositivos mecánicos que para la carga. Dicho procedimiento utiliza generalmente varias células de metanización o digestores, alimentadas en lotes una tras otra. En este tipo de procedimiento, las células están destinadas generalmente a funcionar mayoritariamente al mismo tiempo, incluso aunque hayan sido alimentadas en momentos diferentes. El biogas producido en el transcurso de la reacción de metanización se almacena la mayoría de las veces separadamente en un gasómetro, a menudo una bolsa de almacenamiento flexible situada al lado de los digestores.
- Este tipo de procedimiento en garaje plantea principalmente el problema de la gestión del biogas. Al inicio de la reacción de metanización, el biogas producido en cada célula se mezcla a menudo con el aire presente en el garaje antes de cerrar la puerta del garaje y después de cargar la biomasa que se va a tratar, lo que tiene como consecuencia que, durante el tiempo necesario para el remplazamiento del aire por biogas, se produce una mezcla de aire-biogas

5 por la célula. Igualmente, al final de la reacción, el biogas presente en el garaje debe ser remplazado por aire antes de la apertura de la puerta del garaje, lo que tiene como consecuencia que, durante el tiempo necesario para remplazar el biogas por aire, la célula produce igualmente una mezcla aire-biogas. Estas mezclas de aire y biogas producidas al principio y al final de la reacción de metanización tienen como consecuencia que el biogas producido por los procedimientos de metanización en garaje esté a menudo mezclado con aire.

10 Esta presencia de aire en el biogas producido por los procedimientos en garaje hace que la valorización del biogas por inyección del biometano en una red de gas natural sea muy difícil. En efecto, para poder ser inyectado en una red de gas natural, el biogas debe ser depurado, es decir que el metano presente en el biogas se debe separar del CO<sub>2</sub> y de los otros gases presentes en el biogas. Sin embargo, cuando el biogas contiene aire contiene en particular nitrógeno gaseoso (N<sub>2</sub>) que puede resultar técnicamente difícil de separar del metano.

15 Además, en un garaje, la reacción de metanización no está convenientemente optimizada ya que la biomasa sólida introducida en las células no está íntimamente mezclada con el digestato líquido y a menudo se forman caminos preferentes de circulación del digestato líquido en la biomasa sólida, impidiendo una buena difusión del digestato líquido en el seno de la biomasa sólida que se va a tratar e impidiendo, por lo tanto, un contacto íntimo entre las bacterias y la biomasa, reduciendo sensiblemente la tasa de degradación de la biomasa sólida.

Más generalmente, otro inconveniente principal unido a los procedimientos de metanización en vía líquida y en vía seca es la emisión de malos olores que pueden producirse en el lugar de producción del biogas, principalmente durante el almacenamiento y el tratamiento previo de las biomases sólidas, así como durante las operaciones de carga y de descarga de la biomasa en las unidades de metanización.

20 Por ejemplo, los estiércoles, los purines y generalmente todos los residuos procedentes de los excrementos animales, y también los residuos orgánicos procedentes de actividades industriales, como por ejemplo los residuos de mataderos, así como los residuos orgánicos procedentes de los municipios o de la gran distribución son la mayoría de las veces residuos susceptibles de emitir olores fuertes y desagradables en el transcurso de su almacenamiento y de los pretratamientos de los que son objeto antes de su introducción en la unidad de metanización.

25 En menor medida, las operaciones de tratamiento del digestato, es decir después de la digestión anaerobia de las materias orgánicas, pueden igualmente conducir a la emisión de olores desagradables, en particular en el transcurso de las operaciones de separación de fase, principalmente a causa de la evaporación del amoníaco contenido en el digestato.

30 De hecho, las emisiones de olores son un reto importante en la aceptación de los proyectos de metanización por el vecindario, tanto si se realizan por un procedimiento en vía seca como por un procedimiento en vía líquida. La mayoría de las veces se trata del principal reto. En efecto, los medios utilizados para minimizar y controlar los olores generados en el transcurso de las diferentes etapas de metanización en un territorio son muy costosos en inversión y en explotación: edificios de confinamiento de las instalaciones de pretratamiento, sistemas de aspiración de grandes volúmenes de aire sucio, sistemas de depuración del aire por vía físico-química, sistemas de depuración de aire por vía biológica, auditorías realizadas por organismos autorizados, reuniones periódicas con asociaciones vecinales con el fin de evaluar y controlar el nivel de malos olores, etc.

35 Así, las materias orgánicas que se van a tratar a menudo provocan dificultades en el transcurso de los diferentes procedimientos de metanización ya que estas biomases presentan generalmente el inconveniente de comprender numerosos elementos no deseados y/o de ser difíciles de manipular y/o de triturar, lo que hace que las operaciones de preparación de la biomasa (clasificación, trituración, bombeo, transferencias, etc.) sean difíciles.

40 En efecto, la paja así como el estiércol o también las biomases heterogéneas, pueden comprender piedras, grava, arena, alambre de espino, cordeles, piezas metálicas provenientes de herramientas agrícolas o también sacos de plástico, elementos de embalaje o de acondicionamiento. Dichos elementos a menudo son difíciles de separar de la biomasa que se va a tratar y pueden, por lo tanto, dañar las instalaciones que componen la unidad de metanización. Como ejemplo, estos elementos no deseados pueden dañar las bombas, los tornillos sin fin, los agitadores y los trituradores, llevando también al remplazo parcial o total de las piezas de desgaste y/o piezas principales, con frecuencias elevadas, dando lugar a costes de mantenimiento elevados.

45 Además, la paja y los productos pajizos, tales como los estiércoles, la paja menuda, las cañas de maíz, etc. son delicados de manipular ya que los productos pajizos son abrasivos lo que puede dañar, degradar o desgastar los equipos empleados en el transcurso de las diferentes etapas de los procedimientos de metanización (etapas de trituración, de clasificación, de bombeo, de prensado y/o de mezcla).

Dichos daños son, por lo tanto, susceptibles de producir una disminución de la producción de biogas, incluso una parada de la misma, y generar una pérdida de beneficios y/o un aumento de los costes de mantenimiento y de explotación de la instalación.

55 Además, una vez introducidos, la paja y otros productos pajizos son a menudo difíciles de mezclar en el digestor ya que tienen tendencia a flotar y/o a decantarse y/o a enmarañarse alrededor de los agitadores, lo que da lugar a gastos de energía importantes, principalmente consumos eléctricos elevados. Dichos gastos energéticos impactan

negativamente sobre la rentabilidad de las instalaciones.

Así, el estiércol, la paja y los productos pajizos son materias orgánicas que pueden resultar difíciles de valorizar con vistas a una metanización.

5 Con el fin de solucionar algunos de estos inconvenientes, la solicitud de patente FR 2 990 951 describe principalmente un procedimiento de preparación de un sustrato de metanización a partir de biomasa fibrosa sólida, tal como estiércol y la paja, que comprende una etapa de inmersión de la biomasa en un líquido, en particular agua o digestato líquido, una etapa de hidrólisis y una etapa de separación de la materia seca en suspensión y el líquido por prensado, de forma que se prepare un sustrato de metanización. En particular, este procedimiento comprende una etapa de trituración de la biomasa antes o después de la inmersión, realizada por ejemplo mediante una bomba trituradora. Este  
10 procedimiento tiene como objetivo retirar los elementos no deseados de la biomasa fibrosa sólida por decantación y, por consiguiente, optimizar la preparación del sustrato de metanización antes de realizar su transporte en el digestor. En el documento US 5958756 A se describe un sistema de producción de biogas con varios digestores amovibles.

15 Sin embargo, la biomasa fibrosa sólida sigue siendo aún la mayoría de las veces difícil de manipular durante este procedimiento. En efecto, la paja resulta complicada de comprimir después de la inmersión, lo que puede generar problemas de fijación, colmatación y bloqueo a nivel de las bombas y las prensas y/o de los medios de separación.

Dicho procedimiento presenta igualmente el inconveniente de dar lugar a gastos de energía importantes con el fin de mantener correctamente la paja en suspensión en el líquido a lo largo de la etapa de dilución. En efecto, se observa que la paja tiene tendencia a enmarañarse, aglomerarse, flotar y no mezclarse fácilmente en el líquido.

20 Además, este procedimiento no resuelve convenientemente el problema que se produce durante la mezcla de la biomasa en el digestor. En efecto, la paja sigue siendo aún demasiado difícil de mezclar en el digestor, ya que flota sobre la superficie y se enmaraña, lo que conduce a un fenómeno de acumulación y de formación de costra que impide principalmente la buena circulación del biogas en el seno de la cuba, lo que complica su recuperación y que puede llevar a la sedimentación compacta completa de la biomasa sólida presente en el digestor y la parálisis de éste.

25 Así, las diferentes unidades de metanización utilizadas en la actualidad presentan varios inconvenientes cuando deben tratar total o parcialmente biomasa sólida, y en particular biomasa sólida heterogéneas.

30 A la vista de lo anterior, la invención tiene principalmente como objetivo valorizar más eficazmente la biomasa sólida por metanización minimizando al mismo tiempo los gastos de energía, reduciendo los gastos de personal de explotación, haciendo innecesaria la compra y la instalación de algunos equipos de preparación y de agitación de la biomasa sólida, disminuyendo los riesgos de deterioro de las instalaciones que componen la unidad de metanización y disminuyendo los gastos de mantenimiento y de preparación de la biomasa sólida.

La presente invención tiene, por lo tanto, principalmente como objetivo un sistema de producción de biogas que comprende:

- al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, constituida por una o varias estructuras, apta para contener principalmente digestato líquido,
- 35 • al menos una unidad central de almacenamiento de biogas, constituida por una o varias estructuras, apta para contener principalmente biogas,
- varios digestores anaerobios de los que algunos son digestores de biomasa sólida, comprendiendo cada uno de dichos digestores de biomasa sólida:
  - 40 - una cuba apta para contener biomasa sólida, que comprende al menos una zona de admisión de la biomasa sólida, situada en la parte superior de la cuba, sobre la que un techo es apto para abrirse y cerrarse, comprendiendo además al menos una zona de evacuación de la biomasa sólida digerida residual, pudiendo ser comunes algunas de dichas zonas de admisión y de evacuación de la biomasa, y
  - 45 - al menos una apertura de alimentación de digestato líquido, situada en la parte inferior del digestor anaerobio, unida al menos a un circuito de alimentación de digestato líquido, apta para permitir la introducción de digestato líquido en dicho digestor de biomasa sólida, y
  - al menos una apertura de evacuación de digestato líquido, situada en la parte superior del digestor anaerobio, unida al menos a un circuito de evacuación del digestato líquido, apta para permitir la evacuación del digestato líquido de dicho digestor de biomasa sólida,
  - 50 - al menos una apertura de evacuación de biogas, situada en la parte superior del digestor anaerobio, unida al menos a un circuito de evacuación del biogas, apta para permitir la evacuación del biogas desde dicho digestor de biomasa sólida, y
  - al menos una apertura de vaciado de digestato líquido, situada en la parte inferior del digestor

anaerobio, apta para permitir el vaciado del digestato líquido de dicho digestor de biomasa sólida, y

- al menos una apertura de introducción y/o de evacuación de aire, situada en la parte superior del digestor anaerobio, apta para permitir la introducción y/o la evacuación de aire en dicho digestor de biomasa sólida,

5           ➤ pudiendo ser algunas aperturas entre dichas aperturas comunes, con la excepción de las aperturas de alimentación y de evacuación de digestato líquido que son distintas, y

10           ➤ al menos una red de alimentación de digestato líquido que incluye varios circuitos de alimentación de digestato líquido, que une algunas aperturas de alimentación de digestato líquido de algunos digestores de biomasa sólida a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, apta para permitir la alimentación de digestato líquido, por vía directa o indirecta, en dichos digestores desde la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, y

15           ➤ al menos una red de evacuación de digestato líquido que incluye varios circuitos de evacuación de digestato líquido, que une algunas aperturas de evacuación de digestato líquido de algunos digestores de biomasa sólida a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, apta para permitir la evacuación de digestato líquido, por vía directa o indirecta, desde dichos digestores hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, y

20           ➤ al menos una red de evacuación del biogas que incluye varios circuitos de evacuación de biogas, que une algunas aperturas de evacuación de biogas de algunos digestores de biomasa sólida a la unidad central de almacenamiento de biogas, apta para permitir la evacuación de biogas, por vía directa o indirecta, desde dichos digestores hacia la unidad central de almacenamiento de biogas,

              ➤ pudiendo ser comunes algunas partes de dichas redes, y

- al menos un medio de circulación de digestato líquido, preferentemente una bomba, situada en la red de alimentación de digestato líquido y/o en la red de evacuación de digestato líquido, apta para permitir la circulación del digestato líquido a través de algunos digestores de biomasa sólida, y

25           • al menos un dispositivo de calentamiento del digestato líquido, y

- de los que al menos un digestor de biomasa sólida y al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria están calorifugados.

30           El sistema de producción de biogas según la invención presenta la ventaja de valorizar más eficazmente la biomasa sólida reduciendo al mismo tiempo la inversión en varios equipos, los gastos energéticos, de personal y de mantenimiento de los equipos, el desgaste de los materiales y los riesgos de deterioro.

El sistema de producción de biogas según la invención comprende varios digestores anaerobios de biomasa sólida.

Por digestor anaerobio de biomasa sólida se entiende un digestor apto para contener biomasa sólida y en el que una reacción de metanización es apta para producirse en condiciones anaerobias.

Preferentemente, el o los digestores anaerobios de biomasa sólida están concebidos para contener biomasa sólida.

35           En particular, el o los digestores anaerobios de biomasa sólida están inmóviles, es decir son inamovibles.

40           Según la presente invención, cada digestor anaerobio de biomasa sólida del sistema de producción de biogas comprende una cuba apta para contener biomasa sólida, cuya cuba comprende una o varias zona(s) de admisión de la biomasa sólida. Dicha o dichas zona(s) de admisión está(n) situada(s) en particular en al menos una parte de la superficie superior de la cuba en la que el techo se abre y se cierra, permitiendo la incorporación de la biomasa sólida en el interior de la cuba.

45           La zona de admisión permite introducir directamente, por lo tanto, la biomasa sólida bruta (es decir, no tratada) en el digestor sin tener que efectuar una operación de separación de los elementos no deseados ni una dilución previa en un líquido o una trituración, lo que permite disminuir las inversiones en los equipos de preparación de la biomasa sólida, disminuir los gastos energéticos, de mantenimiento y de personal y los riesgos de deterioro con respecto a las unidades de metanización clásicas.

En particular, los digestores anaerobios del sistema según la invención permiten evitar el uso de un dispositivo dirigido a separar los elementos no deseados de la biomasa sólida, de un dispositivo de trituración y de un dispositivo de agitación de la biomasa en el digestor.

50           Después de la introducción de la biomasa sólida y el cierre del techo, la cuba de los digestores se llena con digestato líquido que proviene, de forma directa o indirecta, de al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria apta para almacenar digestato líquido. Después del llenado de la cuba se

desarrolla, en primer lugar por la biomasa sólida y después por el digestato líquido, la metanización por percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida y la difusión del digestato líquido a través de la biomasa sólida, la cual está totalmente sumergida (y eventualmente parcialmente en suspensión) en condiciones anaerobias en el seno de la cuba de los digestores. El biogas se forma entonces en el transcurso de la metanización.

5 La digestión de la biomasa sólida por percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida y la difusión del digestato líquido en la biomasa sólida permite liberarse de la necesidad de agitar la mezcla de biomasa sólida y digestato líquido en la cuba del digestor, evitando así inversiones en medios mecánicos de agitación y costes de explotación.

10 La apertura de evacuación del biogas, situada en la parte superior del digestor anaerobio, permite entonces evacuar el biogas formado durante la etapa de digestión de la biomasa, que a continuación va a ser dirigida hacia la unidad central de almacenamiento de biogas.

La apertura de evacuación del digestato líquido permite, por su parte, evacuar el digestato líquido que se va a transportar hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.

15 Una vez que se termina la metanización, se realiza un vaciado aerobio del digestato líquido contenido en la cuba del digestor, en el transcurso de la cual el espacio vacante que deja este vaciado es llenado con aire, y el acceso a través de la zona de admisión permite entonces recuperar fácilmente la biomasa sólida digerida residual, después de que la digestión ha terminado, minimizando la energía gastada en el transcurso de esta operación. Se trata, por lo tanto, de un procedimiento de metanización discontinuo o en lotes.

20 En otras palabras, la zona de admisión constituye un orificio de entrada y de salida de la biomasa sólida situada a nivel de la superficie superior de la cuba del digestor, según la invención.

Dicho de otra forma, la o las zonas de admisión de biomasa sólida es o son comunes a la o las zonas de evacuación de la biomasa sólida digerida residual.

25 De esta forma, algunos digestores anaerobios de biomasa sólida, preferentemente los digestores anaerobios de biomasa sólida están unidos, por medio de una red de alimentación del digestato líquido y de una red de evacuación de digestato líquido a la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria y, por medio de una red de evacuación de biogas, a la unidad central de almacenamiento de biogas.

#### **Red de alimentación de digestato líquido**

30 En el sentido de la presente invención, una red de alimentación de digestato líquido comprende varios circuitos de alimentación de digestato líquido aptos para unir al menos una apertura de alimentación de digestato líquido de uno o varios digestores anaerobios de biomasa sólida con la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, lo que permite alimentar, por vía directa o indirecta, del digestato líquido el o los digestores anaerobios de biomasa sólida.

35 Por red de alimentación de digestato líquido apta para permitir la alimentación de digestato líquido por vía directa en algunos digestores de biomasa sólida desde una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, se entiende en el sentido de la invención que dichos digestores están directamente alimentados por digestato líquido que proviene de dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria. Se trata de una unión en paralelo.

40 En particular, para cada digestor unido en paralelo a dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, la alimentación de digestato líquido se hace directamente desde dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, sin transitar por ningún otro digestor anaerobio.

45 Por red de alimentación de digestato líquido apta para permitir la alimentación de digestato líquido por vía indirecta en algunos digestores desde una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, se entiende que algunos digestores de biomasa sólida están alimentados por digestato líquido que proviene de dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria a través de otro u otros varios digestores precedentes. Se trata de una unión en serie.

50 En particular, para cada digestor de biomasa sólida unido en serie a dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, la alimentación de digestato líquido se hace de forma indirecta desde dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, y el digestato líquido transita por otro o por otros varios digestores anaerobios situados directamente o no posteriormente, antes de alimentar dicho digestor anaerobio.

Según este modo de realización, la alimentación, por vía indirecta, de digestato líquido de un digestor anaerobio proviene del digestor anaerobio precedente, cuyo digestor puede estar a su vez bien unido directamente a dicha unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento del digestato líquido o bien unido a otro digestor anaerobio, y así sucesivamente.

Preferentemente, la o las red(es) de alimentación de digestato líquido comprende(n) uniones en paralelo, es decir que la red de alimentación de digestato líquido es apta para permitir la alimentación de digestato líquido por vía directa

Preferentemente, la red de alimentación de digestato líquido une el conjunto de digestores anaerobios del sistema de producción de biogas a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.

5 **Red de evacuación de digestato líquido**

En el sentido de la presente invención, una red de evacuación de digestato líquido comprende varios circuitos de evacuación de digestato líquido aptos para unir al menos una apertura de evacuación de digestato líquido de uno o varios digestores anaerobios de biomasa sólida a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, lo que permite evacuar, por vía directa o indirecta, el digestato líquido desde el o los digestores anaerobios de biomasa sólida hacia dicha unidad central.

Por red de evacuación de digestato líquido apta para permitir la evacuación de digestato líquido por vía directa en algunos digestores de biomasa sólida hacia una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, se entiende en el sentido de la invención que el digestato líquido contenido en dichos digestores se evacúa directamente hacia dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria. Se trata de una unión en paralelo.

En particular, desde cada digestor unido en paralelo a dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, la evacuación de digestato líquido se hace directamente hacia dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, sin transitar por ningún otro digestor anaerobio.

Por red de evacuación de digestato líquido apta para permitir la evacuación de digestato líquido por vía indirecta de algunos digestores de biomasa sólida hacia una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, se entiende en el sentido de la invención que el digestato líquido contenido en dichos digestores se evacúa hacia dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria a través de otro o de otros varios digestores. Se trata de una unión en serie.

En particular, para cada digestor de biomasa sólida unido en serie a dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, la evacuación de digestato líquido se hace de forma indirecta hacia dicha unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, y el digestato líquido transita por otro o por otros digestores anaerobios antes de alimentar dicha unidad central de almacenamiento de digestato varios líquido y de digestión complementaria.

Según este modo de realización, la evacuación, por vía indirecta, de digestato líquido de un digestor anaerobio se hace hacia el digestor anaerobio siguiente, cuyo digestor puede estar a su vez bien unido directamente a la unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento de digestato líquido o bien estar unido a otro digestor anaerobio, y así sucesivamente.

Preferentemente, la o las red(es) de evacuación de digestato líquido comprenden uniones en paralelo, es decir que la red de evacuación de digestato líquido es apta para permitir la evacuación de digestato líquido por vía directa

Preferentemente, la red de evacuación de digestato líquido une el conjunto de digestores anaerobios del sistema de producción de biogas a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.

**Red de evacuación de biogas**

En el sentido de la presente invención, una red de evacuación de biogas comprende varios circuitos de evacuación de biogas aptos para unir al menos una apertura de evacuación de biogas de uno o varios digestores anaerobios de biomasa sólida a la unidad central de almacenamiento de biogas, lo que permite evacuar, por vía directa o indirecta, el biogas desde el o los digestores anaerobios de biomasa sólida hacia dicha unidad central.

Por red de evacuación de biogas apta para permitir la evacuación de biogas por vía directa de algunos digestores de biomasa sólida hacia una unidad central de almacenamiento de biogas, se entiende en el sentido de la invención que el biogas contenido en dichos digestores se evacúa directamente hacia dicha unidad central de almacenamiento de biogas y de digestión complementaria. Se trata de una unión en paralelo.

En particular, desde cada digestor unido en paralelo a dicha unidad central de almacenamiento de biogas, la evacuación de biogas se hace directamente hacia dicha unidad central de almacenamiento de biogas, sin transitar por ningún otro digestor anaerobio.

Por red de evacuación de biogas apta para permitir la evacuación de biogas por vía indirecta de algunos digestores de biomasa sólida hacia una unidad central de almacenamiento de biogas, se entiende en el sentido de la invención que el biogas contenido en dichos digestores se evacúa hacia dicha unidad central de almacenamiento de biogas a través de otro o de otros varios digestores. Se trata de una unión en serie.

Según este modo de realización, para cada digestor de biomasa sólida unido en serie a dicha unidad central de

almacenamiento de biogas, la evacuación

5 En particular, para cada digestor de biomasa sólida unido en serie a dicha unidad central de almacenamiento de biogas, la evacuación de biogas se hace de forma indirecta hacia dicha unidad central de almacenamiento de biogas, y el biogas transita por otro o por otros digestores anaerobios antes de alimentar dicha unidad central de almacenamiento de biogas.

Según este modo de realización, la evacuación, por vía indirecta, de biogas de un digestor anaerobio se hace hacia el digestor anaerobio siguiente, cuyo digestor puede estar a su vez bien unido directamente a la unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento del biogas o bien unido a otro digestor anaerobio, y así sucesivamente.

10 Preferentemente, la o las red(es) de evacuación de biogas comprenden uniones en paralelo, es decir que la red de evacuación de biogas es apta para permitir la evacuación de biogas por vía directa

Preferentemente, la red de evacuación de biogas une el conjunto de digestores anaerobios del sistema de producción de biogas a la unidad central de almacenamiento de biogas.

#### **Partes comunes a las redes**

15 Según algunos modos de realización, la red de alimentación de digestato líquido, la red de evacuación de digestato líquido y la red de evacuación de biogas presentan partes comunes, principalmente uno o varios circuitos comunes.

Preferentemente, la red de evacuación de digestato líquido y la red de evacuación de biogas presentan partes comunes, principalmente uno o varios circuitos en común, es decir uno o varios circuitos de evacuación de digestato líquido y de biogas.

#### **Medio de circulación de digestato líquido**

20 El sistema de producción de biogas comprende al menos un medio de circulación situado en la red de alimentación de digestato líquido y/o en la red de evacuación de digestato líquido.

Preferentemente, el medio de circulación de digestato líquido es una bomba, más preferentemente situada en la red de alimentación de digestato líquido.

#### **Dispositivo de calentamiento de digestato líquido**

25 El sistema de producción de biogas comprende además al menos un dispositivo de calentamiento de digestato líquido.

Preferentemente, la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria puede estar equipada al menos de un dispositivo de calentamiento del digestato líquido que contiene.

30 De esta forma, el digestato líquido que está destinado a alimentar el o los digestor(es) anaerobio(s), preferentemente el o los digestor(es) anaerobios se mantiene(n) preferentemente a una temperatura comprendida entre 30 y 55°C, y ventajosamente entre 35 y 40°C, régimen mesófilo, o a una temperatura comprendida entre 45 y 55°C, régimen termófilo.

35 La alimentación de digestato líquido caliente, continua o secuencial, del o de los digestor(es) anaerobio(s) por la unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento del digestato líquido, permite el mantenimiento en el o los digestor(es) anaerobio(s) de una temperatura de reacción elevada similar a la temperatura del digestato líquido en la unidad central de digestión y de almacenamiento del digestato líquido, lo que favorecerá la reacción de digestión anaerobia en cada uno de los digestores anaerobios, preferentemente en modo mesófilo o termófilo.

Además, al menos un digestor anaerobio de biomasa sólida y al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria están calorifugados.

#### **Unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria**

40 La unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria es una unidad apta para almacenar el digestato líquido que, según la presente invención, alimenta de digestato líquido el o los digestores anaerobios, principalmente los digestores anaerobios de biomasa sólida.

45 La unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria recupera igualmente el digestato líquido evacuado desde el o los digestores anaerobios, principalmente los digestores anaerobios de biomasa sólida.

Además, una digestión complementaria puede tener lugar en el seno de la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.

La unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria tiene también preferentemente una función suplementaria de producción de biogas.

- 5 En efecto, durante la etapa de digestión, la recirculación del digestato líquido que proviene del o de los digestores anaerobios hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, después de la difusión del digestato líquido en la biomasa sólida, puede provocar transportes con el digestato líquido de materias finas sólidas biodegradables aún no digeridas y/o transportes de sustancias disueltas biodegradables aún no digeridas, como por ejemplo ácidos grasos volátiles que no han tenido tiempo de transformarse en biogas en el digestor anaerobio.
- Así, la metanización residual de estas materias se produce en la unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento del digestato líquido.
- 10 Preferentemente, la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria no contiene biomasa sólida o la contiene en cantidades muy pequeñas.
- Según una característica de la invención, algunos de dichos digestores de biomasa sólida están rematados con un medio de agarre apto para permitir la alimentación de la biomasa sólida.
- En otros términos, el medio de agarre es apto para cargar la biomasa sólida en algunos digestores de biomasa sólida en el lugar de implantación del sistema de producción de biogas.
- 15 Preferentemente, el medio de agarre es apto para cargar biomasa sólida en al menos un digestor anaerobio y para descargar la biomasa sólida digerida residual, después de que la digestión ha terminado, a través de la zona de admisión del digestor.
- El medio de agarre permite por lo tanto coger la biomasa sólida e incorporarla en el digestor sin tener que realizar una etapa de clasificación o de separación previa de los elementos no deseados susceptibles de dañar las instalaciones que componen la unidad de metanización y sin tener que realizar una etapa de trituración ni de dilución de la biomasa sólida.
- 20 El medio de agarre permite también recuperar la biomasa sólida digerida residual después de que la digestión haya terminado, es decir el digestato sólido, y evacuarlo del digestor.
- Así, el medio de agarre permite alimentar y descargar el digestor por la parte superior a través de la zona de admisión (respectivamente de evacuación) situada en al menos una parte de la superficie superior de la cuba en la que se cierra el techo.
- 25 El medio de agarre puede igualmente servir para abrir el techo del digestor antes de alimentar el digestor de biomasa sólida o de descargar la biomasa sólida.
- El medio de agarre puede igualmente servir para cerrar el techo del digestor después de las operaciones de alimentación del digestor de biomasa sólida o de descarga del digestato sólido.
- 30 El medio de agarre es preferentemente un gancho apto para agarrar la biomasa sólida por medio de varios garfios o un contenedor apto para coger la biomasa más pastosa por medio de cangilones
- Según una característica de la invención en algunos de dichos digestores de biomasa sólida, al menos una de las aperturas de evacuación del digestato líquido comprende al menos un elemento de separación perforado de evacuación del digestato líquido, situado anteriormente a dicha apertura de evacuación del digestato líquido, apta para separar por una parte el digestato líquido evacuado y, por otra parte, la biomasa sólida.
- 35 En particular, el elemento de separación perforado de evacuación del digestato líquido permite la evacuación del digestato líquido durante la etapa de digestión de la biomasa sólida, reteniendo a la vez la biomasa sólida en el seno del digestor.
- 40 Además, la evacuación del biogas puede hacerse y se hace preferentemente de forma concomitante con la evacuación y la recirculación del digestato líquido hacia la unidad central de digestión complementaria y de almacenamiento del digestato líquido.
- Según una característica de la invención, en algunos de dichos digestores de biomasa sólida, al menos una de las aperturas de vaciado del digestato líquido comprende al menos un elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido, situado anteriormente a dicha apertura de vaciado del digestato líquido, apta para separar por una parte el digestato líquido vaciado y, por otra parte, la biomasa sólida.
- 45 En particular, el elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido permite la circulación del digestato líquido durante las etapas de vaciados anaerobios y aerobios del digestor, reteniendo a la vez la biomasa sólida en la cuba de dichos digestores anaerobios de biomasa sólida.
- 50 Preferentemente, algunos elementos de separación perforados son placas perforadas.
- Más preferentemente, el elemento de separación perforado de evacuación del digestato líquido y el elemento de

separación perforado de vaciado del digestato líquido son placas perforadas.

En particular, el elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido es una plataforma perforada que puede estar situada en la totalidad o en una parte del suelo del digestor anaerobio.

Según una característica de la invención, en algunos de dichos digestores de biomasa sólida:

- 5 - la o las aperturas de alimentación de digestato líquido, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción, preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido entre el exterior y el interior del digestor, y/o
- la o las aperturas de evacuación de digestato líquido, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción, preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido entre el interior y exterior del digestor, y/o
- 10 - la o las aperturas de evacuación de biogas, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción, preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del biogas entre el interior y el exterior del digestor, y/o
- la o las aperturas de vaciado de digestato líquido, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción, preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido entre el interior y exterior del digestor, y/o
- 15 - la o las aperturas de introducción y/o de evacuación de aire, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción, preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del aire entre el interior y exterior del digestor.

20 En particular, el o los medios de obstrucción situado(s) en la o las aperturas de alimentación de digestato líquido, es o son apta(s) para permitir la alimentación de digestato líquido del o de los digestor(es) que provienen de la red de alimentación del digestato líquido.

En particular, el o los medios de obstrucción situado(s) en la o las aperturas de evacuación de digestato líquido, es o son apta(s) para permitir la evacuación de digestato líquido desde dicho (o dichos) digestor(es) hacia la red de alimentación de digestato líquido.

25 En particular, el o los medios de obstrucción situado(s) en la o las aperturas de evacuación de biogas, es o son apta(s) para permitir la evacuación del biogas desde dicho (o dichos) digestor(es) hacia la red de alimentación de biogas.

En particular, el o los medios de obstrucción situado(s) en la o las aperturas de vaciado de digestato líquido, es o son apta(s) para permitir el vaciado del digestato líquido desde dicho (o dichos) digestor(es) hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.

30 En particular, el o los medios de obstrucción situado(s) en la o las aperturas de introducción y/o de evacuación de aire, es o son apta(s) para permitir la introducción o la evacuación del aire en el digestor.

Preferentemente, cuando algunas aperturas son comunes, entonces los medios de obstrucción de dichas aperturas son igualmente comunes.

35 Preferentemente, cuando la apertura de evacuación de digestato líquido y la apertura de evacuación del biogas son comunes, entonces el o los medios de obstrucción situado(s) en cada una de dichas aperturas son comunes.

Así, el o los medios de obstrucción situado(s) sobre la o las aperturas de evacuación de digestato líquido y de biogas, es o son apto(s) para permitir la evacuación del digestato líquido y del biogas hacia la red de evacuación de digestato líquido y la red de evacuación de biogas, principalmente hacia sus partes comunes.

Preferentemente, los medios de obstrucción presentes en el sistema de producción de biogas son válvulas.

40 Según una característica de la invención, algunos de dichos digestores anaerobios de biomasa sólida comprenden una junta líquida situada alrededor del techo de la cuba, apta para impedir la salida del biogas contenido en dicho digestor cuando el techo está cerrado, y apta para impedir las entradas de aire en dicho digestor cuando el techo está cerrado.

45 Preferentemente, la junta líquida se sitúa alrededor del techo de la cuba de los digestores anaerobios de biomasa sólida.

La junta líquida permite asegurar una mejor estanqueidad del techo y evitar las eventuales fugas de biogas. Preferentemente, la junta líquida es un canalón lleno de agua.

En particular, un grifo permite la alimentación continua de agua en la junta líquida con el fin de minimizar la evaporación de la junta.

Según una característica de la invención, algunas estructuras que componen la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, por una parte, y algunas estructuras que componen la unidad central de almacenamiento de biogas, por otra parte, son comunes.

5 Como variante, la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la unidad central de almacenamiento de biogas constituyen dos estructuras distintas.

La unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria también puede corresponder a un digestor apto para almacenar conjuntamente el digestato líquido y el biogas o a dos cubas distintas capaces de almacenar separadamente el digestato líquido y el biogas.

10 En algunos casos, la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria puede comprender varios digestores aptos para almacenar conjuntamente el digestato líquido y el biogas o varias cubas distintas capaces de almacenar separadamente el digestato líquido y el biogas.

15 En algunos casos, la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria puede estar constituido principalmente por varios digestores anaerobios amovibles, aptos para almacenar conjuntamente el digestato líquido y el biogas. En este caso, el biogas puede ser almacenado ventajosamente en uno o varios depósitos flexibles dedicados y separados.

Preferentemente, la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, por una parte, y la unidad central de almacenamiento de biogas, por otra parte, son comunes y constituyen una única unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de biogas y de digestión complementaria.

20 Así, la unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria corresponde a un digestor apto para almacenar conjuntamente digestato líquido y biogas y constituye una sola estructuras que comprende particularmente digestato líquido y biogas.

25 Según una característica de la invención, en algunos digestores de biomasa sólida, al menos una apertura de evacuación de digestato líquido y una apertura de evacuación de biogas son comunes y están unidas al menos a un circuito de evacuación de una mezcla de digestato líquido y de biogas, cuyo circuito está conectado a un medio de separación apto para separar el biogas y el digestato líquido.

Así, el digestato líquido y el biogas se evacúan de forma concomitante a través de la apertura de evacuación de digestato líquido y de biogas para ser transportados hacia un elemento apto para separar el biogas y el digestato líquido de forma que los transfiere respectivamente hacia la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la unidad de almacenamiento de biogas.

30 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de producción de biogas que comprende al menos las etapas siguientes:

- una etapa de alimentación de biomasa sólida, realizada por al menos un medio de agarre, a través de una zona de admisión situada a nivel de la parte superior de una cuba de al menos un digestor de biomasa sólida calorifugado, tal como se ha definido anteriormente
- 35 - una etapa de llenado de la cuba de dicho digestor, con digestato líquido para sumergir la biomasa sólida,
- una etapa de digestión, constituida por una percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida contenida en dicho digestor y una difusión del digestato líquido en dicha biomasa sólida en condiciones anaerobias para generar y después recuperar el biogas, y
- una etapa de vaciado aerobio del digestato líquido de la cuba del digestor, y
- 40 - una etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual, realizada por al menos un medio de agarre, a través de una zona de evacuación de la biomasa sólida del digestor.

En otras palabras, la cuba de al menos un digestor anaerobio está alimentada por la parte superior de biomasa sólida a través de una zona en la que el techo del digestor se abre y se cierra.

45 El procedimiento de producción del biogas presenta, por lo tanto, la ventaja de no necesitar una etapa de preparación ni de separación de los elementos no deseados ni de trituración ni de dilución previa de la biomasa sólida ni necesita la mezcla de la biomasa sólida en el digestor, lo que permite minimizar las inversiones en equipos y los gastos energéticos asociados a dichas etapas, así como los eventuales riesgos de daño de los equipos del digestor o de los equipos utilizados durante el procedimiento y disminuir los costes de personal y de mantenimiento relacionados con las diferentes etapas evitadas.

50 Según una característica, entre la etapa de digestión de la biomasa sólida y la etapa de vaciado aerobio del digestato líquido, el procedimiento comprende al menos las etapas siguientes:

- una etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido de la cuba del digestor, durante la que se vacía el digestato líquido contenido en el digestor. Preferentemente, este vaciado consiste en un bombeo a partir de la parte inferior de la cuba del digestor hacia la unidad de digestión principal a través del elemento de separación inferior. Durante esta etapa, el espacio vacante dejado por la evacuación del digestato líquido se llena con biogas que proviene de la unidad de digestión principal. A final de esta etapa, la biomasa sólida parcial o totalmente digerida reposa en el fondo del digestor, y
- una etapa de rellenado de la cuba del digestor con digestato líquido. Preferentemente, el digestato líquido proviene de la unidad de digestión principal después del vaciado anaerobio.

5 Según una característica, entre la etapa de rellenado de la cuba del digestor con un digestato líquido y la etapa de vaciado aerobio de la biomasa líquida, el procedimiento comprende además al menos una etapa de digestión constituida por una percolación del digestato líquido en la biomasa sólida y una difusión del digestato líquido en la biomasa sólida para generar y después recuperar el biogas a través de la zona de evacuación del biogas situada en la parte superior del digestor.

15 En particular, el procedimiento comprende una etapa de apertura del techo de al menos un digestor anaerobio antes de la etapa de alimentación de biomasa sólida con el fin de permitir rellenar por la parte superior de la cuba de dicho digestor anaerobio con la biomasa sólida.

La zona de admisión está situada, por lo tanto, sobre al menos una parte de la superficie superior de la cuba sobre la que se cierra el techo.

20 Según un modo de realización, el procedimiento comprende una etapa de cerrado del techo sobre la zona de admisión del digestor previamente a la etapa de llenado de la cuba con digestato líquido.

Opcionalmente, el medio de agarre puede igualmente abrir y eventualmente cerrar el techo del digestor.

El digestato líquido se introduce a continuación en el interior de la cuba por medio de uno o varios medios de circulación, preferentemente una o varias bombas de alimentación, proveniente de la unidad de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria.

25 Según un modo de realización, después de la etapa de llenado de la cuba con la biomasa sólida que se va a tratar y con digestato líquido, el medio de obstrucción, preferentemente una válvula, situado en la apertura de introducción y/o de evacuación de aire, está en posición cerrada de forma que la reacción de metanización se desarrolla en condiciones anaerobias.

30 La etapa de percolación lleva, a nivel de la parte superior del digestor, a la formación de un flujo de biogas y de digestato líquido.

La percolación está asegurada por la utilización de una o varias bombas de circulación situada(s) entre la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la cuba del digestor.

35 En particular, la o las bomba(s) de circulación permite(n) asegurar una presión del digestato líquido sobre la biomasa sólida obligándole a atravesarla, lo que favorece el contacto íntimo entre las bacterias contenidas principalmente en el digestato líquido y la biomasa sólida que se va a degradar.

La percolación se acompaña de una difusión del digestato líquido en la biomasa sólida, la cual está favorecida por la presión ejercida por el bombeo del digestato líquido sobre la biomasa sólida. Esta difusión favorece el contacto íntimo entre las bacterias y la biomasa sólida que se va a tratar.

40 Además, el bombeo y la circulación forzada del digestato líquido entre la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y el digestor presentan la ventaja de hacer circular una cantidad muy grande de digestato líquido a través de un volumen más pequeño de biomasa sólida que se va a tratar, lo que limita los riesgos de acidosis en el digestor, en los alrededores de la biomasa sólida que se va a tratar.

45 En efecto, en los otros procedimientos de metanización, cantidades demasiado grandes de la biomasa que se va a tratar en el digestor pueden llevar a una reacción de acidogénesis excesiva, que puede provocar una acidificación del digestato líquido, o acidosis, la cual conlleva a una inhibición parcial, incluso total, de la metanogénesis y, por lo tanto, de la producción de metano. En síntesis, dicha reacción se provoca cuando la producción de ácidos grasos volátiles, inducida por bacterias acidógenas, es mayor que la capacidad de transformación de estos ácidos grasos en metano por la bacterias metanógenas.

50 Según un modo de realización, el procedimiento comprende, en el momento de la evacuación del biogas hacia la unidad central de almacenamiento de biogas y de la recirculación del digestato líquido hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria, una etapa de separación, realizada por medio de al menos un elemento de separación perforado de evacuación del digestato líquido, preferentemente una placa o una rejilla perforada, que permite a la vez extraer la mezcla compuesta por biogas y por digestato líquido hacia la unidad de digestión principal y retener en el digestor la biomasa fibrosa sólida que se encuentra en suspensión en la cuba.

- 5 En particular, durante la fase de digestión anaerobia, el o los medios de obstrucción, situado(s) en la o las aperturas de evacuación de biogas y la o las aperturas de evacuación de digestato líquido, está o están en posición abierta con el fin de hacer circular el biogas y el digestato hacia la unidad de digestión principal. El o los medios de obstrucción está (o están) principalmente situados posteriormente al elemento de separación superior y anteriormente o en los circuitos de evacuación del biogas y del digestato líquido.
- Según un modo de realización, la etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido se realiza vaciando por la parte inferior de la cuba del digestato líquido, lo que provoca la compactación de la biomasa sólida en el fondo de la cuba y permite eliminar los caminos preferentes de percolación así como las bolsas de biogas bloqueadas en la biomasa.
- 10 La etapa de vaciado anaerobio se puede realizar aspirando el digestato líquido por medio de la o las bomba(s) situada(s) entre la cuba del digestor y la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.
- La aspiración del digestato líquido puede tener lugar, de forma preferente, posteriormente al elemento perforado de vaciado del digestato líquido para evitar que la biomasa sólida sea arrastrada con el digestato líquido hacia la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.
- 15 La etapa de vaciado anaerobio permite al biogas que proviene de la unidad de almacenamiento de biogas llenar el conjunto del volumen liberado en la cuba remplazando el digestato líquido que es aspirado por la bomba hacia la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.
- Después de la etapa de vaciado anaerobio, se realiza de nuevo una etapa de relleno de la cuba con digestato líquido con el fin de continuar la reacción de metanización.
- 20 De la misma forma que anteriormente, la etapa de digestión lleva a la formación de biogas, recuperado por medio del elemento de separación perforado de evacuación de digestato líquido a nivel de la parte superior del digestor.
- Según un modo de realización, la etapa de vaciado aerobio del digestato líquido de la cuba del digestor se realiza al final del ciclo de metanización.
- 25 Dicha etapa se realiza cerrando el o los medios de obstrucción situados en la o las aperturas de evacuación de digestato líquido y la o las aperturas de evacuación de biogas, y abriendo el o los medios situado(s) en la o las aperturas de introducción y/o de evacuación de aire en el digestor y vaciando la cuba de digestato líquido desde la parte inferior de la cuba del digestor hacia la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.
- La etapa de vaciado aerobio se realiza aspirando el digestato líquido por medio de la o las bomba(s) situada(s) entre la cuba del digestor y la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria.
- 30 La aspiración del digestato líquido puede tener lugar de forma preferente posteriormente al elemento perforado de vaciado de digestato líquido para evitar que la biomasa sólida sea arrastrada con el digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.
- La etapa de vaciado aerobio permite que el aire que proviene del exterior llene el conjunto del volumen liberado en la cuba remplazando el digestato líquido que es aspirado por la bomba hacia la unidad de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria
- 35 Según un modo de realización, el procedimiento comprende una etapa de apertura del techo en la zona de admisión de la biomasa sólida previamente a la etapa de evacuación del digestato sólido, correspondiente a la biomasa sólida digerida residual después de la metanización.
- 40 La etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual se puede realizar por medio del medio de agarre apto para coger la biomasa sólida digerida residual después de la metanización.
- Dicha etapa presenta la ventaja de poder desarrollarse con total seguridad después del vaciado aerobio del digestato líquido, en ausencia de contacto con el biogas.
- Como se ha indicado anteriormente, la unidad de digestión principal puede estar compuesta por una o varias estructuras.
- 45 Otras ventajas y características de la invención aparecerán a partir del examen de la descripción detallada de un modo de realización de la invención, en ningún caso limitante, y de los dibujos anexos en los que:
- la figura 1 representa esquemáticamente una vista transversal del digestor según la invención unido a una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por una única unidad,
- 50 - las figuras 2 a 9 representan esquemáticamente vistas transversales de un digestor anaerobio de biomasa sólida durante diferentes etapas del procedimiento de producción de biogas, directamente alimentado de

digestato líquido que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por una única unidad (unión en paralelo),

- 5 - la figura 10 representa esquemáticamente una vista del digestor según la invención unido a una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por dos estructuras distintas entre ellas,
- 10 - la figura 11 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados directamente (unión en paralelo) de digestato líquido por una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por una única unidad,
- 15 - la figura 12 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados indirectamente (unión en serie) de digestato líquido por una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por una única unidad,
- 20 - la figura 13 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados a la vez directa o indirectamente (unión en serie o en paralelo) de digestato líquido por una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidas por una única unidad,
- 20 - la figura 14 muestra una vista superior de un sistema de producción de biogas que comprende varios digestores anaerobios de biomasa sólida y una red de circulación de digestato líquido.

Las figuras 1 a 9 describen las diferentes etapas sucesivas de un procedimiento de producción de biogas que se desarrollan en el seno de un digestor anaerobio de biomasa en el caso en el que este último esté directamente alimentado de digestato líquido (unión en paralelo) que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad de almacenamiento de biogas.

25 Las figuras 1 a 9 se concentran solamente en una parte del sistema de producción de biogas.

En la figura 1 se representa de forma esquemática una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad, denominada unidad 1.

30 En otras palabras, la unidad 1 constituye una única unidad central de almacenamiento de digestato líquido, de biogas y de digestión complementaria.

Según la figura 1, la unidad 1 se posiciona verticalmente y se extiende de forma longitudinal.

35 La unidad 1 comprende una cuba 3, que tiene una forma esencialmente cilíndrica, llena de digestato líquido 5, que está rematada por una membrana 2 estanca que constituye un espacio de almacenamiento de gas 4, el cual está lleno de biogas 25. La membrana 2 ocupa, por lo tanto, la parte en altura de la unidad 1 formando así una cúpula que contiene un cielo gaseoso. La cuba 3 corresponde a una reserva de digestato líquido 5.

Dicho de otra forma, la reserva de digestato líquido 5 está rematada por un espacio de almacenamiento de biogas 25.

Como variante, la cuba 3 puede presentar una forma cúbica o paralelepípedica.

40 La cuba 3 puede estar fabricada de acero, de hormigón, de material plástico o de cualquier otro material, mientras que la membrana estanca 2 puede estar hecha de polímero, principalmente de polietileno, polipropileno o cloruro de polivinilo.

Como variante, la membrana estanca 2 puede estar rematada con al menos una membrana suplementaria de forma que el aire se sitúe en sándwich entre la membrana suplementaria y la membrana estanca 2.

45 El digestor 7 según la invención comprende una cuba 8, de forma esencialmente cilíndrica, dotada de un orificio de entrada 9 en el que un techo amovible 10 es apto para cerrarse y/o abrirse. Como variante, la cuba 8 puede presentar una forma esencialmente cúbica o paralelepípedica. Según la figura 1, el digestor 7 se coloca verticalmente y se extiende de forma longitudinal.

50 Más precisamente, según el modo de realización representado en la figura 1, la cuba 8 presenta una base 8a de forma esencialmente cilíndrica, un cuello 8c y un resalte 8b radial que une la base 8a con el cuello 8c. El cuello 8c forma así un estrechamiento. El orificio de entrada 9 de la cuba 8 presenta así una superficie igual a la superficie delimitada por el cuello 8c. Según la figura 1, el resalte 8b es derecho y horizontal, pero puede presentar igualmente una forma derecha inclinada o redondeada.

Según otro modo de realización, la cuba 8 es esencialmente cilíndrica y no comprende el cuello 8c, ni el resalte radial 8b. Los digestores anaerobios de biomasa sólida, tales como se han representado en las figuras 11, 12 y 13, proporcionan una ilustración de dicho modo de realización.

5 La cuba 8 comprende además, sobre la parte inferior del digestor 7, principalmente a nivel de la base 8a, una tubería 6b destinada a alimentar la cuba 8 de digestato líquido durante una etapa de llenado con digestato líquido.

La tubería 6b comprende además una válvula 30 destinada a obturar o permitir el paso del digestato líquido entre el exterior y el interior del digestor 7.

La tubería 6b está montada en un circuito de alimentación 6'b de digestato líquido.

10 El circuito de alimentación 6'b está provisto de una bomba 6a que es apta para hacer circular el digestato líquido 5 que proviene de la cuba 3 de la unidad 1 hacia la cuba 8 del digestor 7.

El circuito de alimentación 6'b está unido a la unidad 1 por medio de una red de alimentación 33 de digestato líquido. Según la figura 1, el circuito de alimentación 6'b penetra en la red de alimentación 33 de digestato líquido en la proximidad de la bomba 6a.

15 El circuito de alimentación 6'b es, por lo tanto, parte integrante de una red de alimentación 33 de digestato líquido 5 que une la unidad 1 con el digestor anaerobio 7.

La red de alimentación 33 de digestato líquido 5 está compuesta, por lo tanto, por varios circuitos de alimentación de digestato líquido 5, similares o idénticos al circuito de alimentación 6'b y permite unir la unidad 1 al digestor anaerobio 7, pero igualmente a otros digestores anaerobios de biomasa sólida (representados en las figuras 11 a 14). Así, el circuito de alimentación 6'b constituye uno de los circuitos de alimentación que pertenece a la red de alimentación 33.

20 La bomba 6a permite, por lo tanto, no solo alimentar el digestor 7 de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1 por medio del circuito de alimentación 6'b pero igualmente vaciar el digestato líquido 5 que se encuentra en el interior de la cuba 8 por medio del mismo circuito 6'b, hacia la unidad 1. En el modo de realización que se muestra en la figura 1, la tubería 6b une la cuba 3, llena de digestato líquido 5, de la unidad 1, por medio de la red de alimentación 33, a la cuba 8 del digestor 7, que está vacía.

25 Por lo tanto, la tubería 6b corresponde a la vez a una apertura de alimentación de digestato líquido, durante la etapa de llenado de la cuba 8 de digestato líquido 5, y una apertura de vaciado de digestato líquido durante las etapas de vaciados anaerobios y aerobios.

30 La cuba 8 comprende igualmente un canalón o canaleta 11 dispuesta en la proximidad del extremo libre del cuello 8c. El canalón 11 puede estar fabricado como un monobloque con el cuello 8c o conectado con este por cualquier medio apropiado. El canalón 11 está orientado del lado opuesto al espacio interior delimitado por la cuba 8. En particular, el canalón 11 está orientado hacia arriba.

El canalón 11 contiene un líquido 11a, preferentemente agua, y forma así una junta líquida apta para asegurar la estanqueidad, es decir evitar las fugas de biogas o las entradas de aire en el digestor anaerobio 7 cuando el techo 10 está cerrado.

35 El cuello 8c de la cuba 8 comprende igualmente un conducto 14, colocado por debajo del canalón 11, cuya extremidad libre desemboca en la cuba 8. En particular, el canalón 11 está situado en el conducto 14 de forma que reposa sobre este.

40 El conducto 14 está provisto de una válvula 15 que está montada en el circuito 14', situada posteriormente a la válvula 15, cuyo circuito 14' se divide en su extremo en dos circuitos distintos 14a y 14b que están unidos por su extremo a la unidad 1. En particular, el conducto 14' se divide en su extremo en dos circuitos distintos 14a y 14b posteriormente a la válvula 15. El conducto 14 permite recuperar un fluido, formado durante la etapa de digestión (descrita en a figura 4) y la válvula 15 permite obturar o permitir la circulación del fluido en el seno del circuito 14'. En particular, el conducto 14 permite evacuar una mezcla de digestato líquido y de biogas, durante la etapa de digestión, hacia el circuito 14'. El conducto 14 constituye una apertura común a la evacuación del digestato líquido y del biogas y el circuito 14' constituye un circuito común de evacuación de digestato líquido y de biogas.

45 El circuito 14a permite evacuar el biogas hacia el espacio de almacenamiento lleno de biogas 25 de la unidad 1 y el circuito de evacuación 14b del digestato líquido hacia la cuba 3, llena de digestato líquido 5, de la unidad 1. El circuito 14a de evacuación del biogas está colocado, por lo tanto, por encima del circuito 14b de evacuación del digestato líquido lo que facilita la transferencia de los diferentes fluidos hacia la unidad 1.

50 Según un modo de realización, el circuito 14b puede comprender una bomba de circulación (no representada en la figura 1) con el fin de facilitar el transporte del digestato líquido.

En particular, el circuito 14b está colocado, en su extremo, bajo el nivel 5a del digestato líquido 5 que llena la cuba 3 de la unidad 1, de forma que el circuito 14b contiene siempre digestato líquido en su extremo.

## ES 2 821 902 T3

El circuito de evacuación 14' de biogas 25 y de digestato líquido 5, unido al conducto 14, es un circuito que pertenece a una red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y una red de evacuación 35 de biogas 25. Dicho de otra forma, el circuito de evacuación 14' es común a la red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y a la red de evacuación 35 de biogas 25.

- 5 En particular, el circuito 14a de biogas pertenece a la red de evacuación 35 de biogas 25 y el circuito de evacuación 14b de digestato líquido 5 pertenece a la red de evacuación 34 de digestato líquido 5.

La red de evacuación 34 de digestato líquido 5 comprende, por lo tanto, varios circuitos de evacuación de digestato líquido, idénticos o similares al circuito de evacuación 14b y al circuito 14', y la red de evacuación 35 de biogas 25 comprende varios circuitos de evacuación de biogas, idénticos o similares al circuito de evacuación 14a y al circuito 14'; siendo el circuito de evacuación 14' de digestato líquido y de biogas común a las dos redes.

10 La red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y la red de evacuación 35 de biogas 25 unen la unidad 1 al digestor anaerobio 7, pero igualmente a otros digestores anaerobios de biomasa sólida (representados en las figuras 11 a 14).

Más generalmente, la red de alimentación 33 de digestato líquido 5, la red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y la red de evacuación 35 de biogas 25 permiten unir la unidad 1 a otros digestores anaerobios de biomasa sólida (no representados en la figura 1).

20 La cuba 8 comprende igualmente una tubería 16 que está saliente hacia el exterior con respecto al resalte 8b. La tubería 16 está abierta hacia el exterior lo que permite transportar el aire al interior de la cuba 8 del digestor 7 o de evacuarlo hacia el exterior de la cuba 8. La válvula 17, montada en la tubería 16, permite hacer posible o impedir la introducción o la evacuación del aire en el interior de la cuba 8. La tubería 16 se encuentra situada, por lo tanto, en la parte superior del digestor 7.

La tubería 16 corresponde así a una apertura de introducción y/o de evacuación de aire apta para permitir la introducción y/o la evacuación de aire en el digestor.

25 El digestor 7 está, por lo tanto, unido a la unidad 1, por una parte, por medio de una apertura 6b común de alimentación y de vaciado de digestato líquido unida al circuito de alimentación y de vaciado 6'b de digestato líquido y, por otra parte, por medio una apertura 14 común de evacuación de digestato líquido y de biogas unida al menos a un circuito de evacuación de digestato líquido y de biogas.

El digestor anaerobio 7 comprende igualmente un elemento de separación perforado 18 situado anteriormente a la tubería de vaciado 6b.

30 El elemento de separación perforado 18 está fijado sobre el fondo interior de la cuba 8 y ocupa parcial o totalmente el fondo del digestor 7. Así, el elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido 18 puede corresponder a una corona perforada que ocupa parcialmente el fondo de la cuba 8.

35 De forma alternativa, el elemento de separación perforado 18 puede corresponder a un elemento vertical situado en sobreespesor de la virola o de la parte del muro vertical de la cuba 8. El elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido 18 también puede corresponder a cualquier otro tipo de elemento perforado situado anteriormente a la tubería de vaciado 6b, durante las operaciones de vaciado aerobio o anaerobio del digestato líquido de la cuba 8 del digestor 7 hacia la cuba 3 de la unidad 1.

El elemento de separación perforado 18 comprende varios intersticios 18' con el fin de permitir la circulación del digestato líquido durante las etapas de vaciados anaerobios y aerobios del digestor 1, reteniendo al mismo tiempo la biomasa sólida en la cuba 8.

40 Un gancho 20 está colocado por encima del orificio de entrada 9 de la cuba 8 y está suspendido sobre un puente rodante 22 por medio de un cable o de un cabo que puede ser de acero. El gancho 20, tal como se ha representado, comprende varios garfios 21 y es controlado desde el puente rodante 22. Como variante, el gancho 20 corresponde a un contenedor con varios cangilones.

Según la figura 1, el gancho 20 puede coger el techo amovible 10 de la cuba 8.

45 El techo amovible 10 presenta una superficie sensiblemente horizontal provista de un elemento 10a que facilita el agarre del techo 10 por el gancho 20, tal como un asa, una manilla o un agarradero. El techo amovible 10 está así situado sobre el orificio de entrada 9 de la cuba 8 o desplazado con respecto al orificio de entrada 9 de la cuba 8 por medio del gancho 20.

50 El techo amovible 10 presenta rebordes 10b, ajustados de forma que llegan a meterse en el líquido 11a del canalón 11 cuando el techo 10 se instala sobre el orificio de entrada 9 de la cuba 8.

En particular, los rebordes 10b comprenden un parte horizontal y una parte vertical que prolonga hacia abajo la parte horizontal.

## ES 2 821 902 T3

El techo amovible 10 está rematado hacia abajo con un elemento de separación perforado 13 que comprende varios intersticios 13' con el fin de permitir la evacuación del digestato líquido durante la etapa de digestión de la biomasa sólida, reteniendo a la vez la biomasa sólida en la cuba 8.

5 El elemento de separación perforado 13 está fijado sobre el techo 10 amovible de forma que se sitúa anteriormente a la tubería 14 cuando el techo 10 amovible está montado en el interior del orificio de entrada 9 de la cuba 8.

En particular, el elemento de separación perforado 13 es una placa o una rejilla perforada.

10 Según otro modo de realización, el elemento de separación perforado 13 no está fijado sobre el techo 10 amovible, sino que está fijado en el cuello 8c de la cuba 8, bajo el nivel de la tubería 14, de forma que se posicione anteriormente a la tubería 14 durante las operaciones de evacuación de digestato líquido. En este caso, el elemento de separación perforado 13 es amovible y debe retirarse durante las operaciones de carga de la biomasa sólida o de descarga de la biomasa sólida digerida residual.

15 Según otro modo de realización, el elemento de separación perforado 13 no está fijado sobre el techo 10 amovible ni en el cuello 8c, en particular cuando la cuba 8 no incluye cuello 8c, sino que está fijado en cualquier otro lugar de la virola de la cuba 8, en cualquier caso anteriormente a la apertura de evacuación del digestato líquido 14. Los digestores anaerobios de biomasa sólida, tal como se representan en las figuras 11, 12 y 13, proporcionan una ilustración de dicho modo de realización.

El sistema de producción, tal como se representa, comprende igualmente un dispositivo de calentamiento 40 del digestato líquido.

20 El dispositivo de calentamiento 40 está posicionado más particularmente a nivel de la cuba 3 de la unidad 1, de forma que calienta el digestato líquido 27 de forma que el digestato líquido contenido en la unidad central 1 tenga una temperatura constante, generalmente comprendida entre 45 y 55°C para un régimen termófilo y entre 35 y 40°C para un régimen mesófilo.

Además, el digestor 7 de la unidad 1 están calorifugados.

25 En la figura 2 se representa esquemáticamente la etapa de llenado de la cuba 8 del digestor 7 con la biomasa sólida 23, en particular fibrosa y/o heterogénea, por medio del gancho 20

En el transcurso de esta etapa, el techo amovible 10 no está montado sobre el orificio de entrada 9 y el elemento de separación perforado 13 no está instalado tampoco en el cuello 8c, es decir que el extremo del cuello 8c está abierto.

30 El gancho 20 permite agarrar la biomasa sólida 23 almacenada en el exterior de digestor 7 con el fin de depositarla en el interior de la cuba 8 del digestor 7. En otras palabras, el gancho 20 permite alimentar por la parte superior, la cuba 8 del digestor 7, de biomasa sólida 23, a través del orificio de entrada 9 que está situado a nivel de la superficie superior 12 de la cuba 8 del digestor 7. Así, el orificio de entrada 9 constituye una zona de admisión de la biomasa sólida 23.

35 El gancho 20 permite agarrar la biomasa sólida 23 que contiene eventualmente elementos no deseados, tales como piedras, grava, arena, alambre de espino, cordeles, piezas metálicas provenientes de herramientas agrícolas o también sacos de plástico, sin necesitar la operación de clasificación previa, ni trituración, ni dilución de la biomasa sólida en un líquido.

En función de su tasa de materia seca, una fracción líquida de la biomasa 23 puede eventualmente verterse desde el gancho en el momento de la etapa de alimentación de la cuba 8.

40 El gancho 20 tiene igualmente como función abrir el techo amovible 10 para depositarlo al lado de la cuba 8 o más allá y a cerrarlo a continuación.

Según un modo de realización, cuando no está fijado sobre el techo 10 amovible, sino que está fijado en el cuello 8c de la cuba 8, bajo el nivel de la tubería 14, el gancho 20 puede tener igualmente la función de agarrar el elemento de separación perforado 13, después de que se haya desenganchado del cuello 8c, para depositarlo al lado de la cuba 8 o más allá y volver a ponerle en el cuello 8c de la cuba 8 a continuación.

45 La biomasa sólida 23 se encuentra entonces en el interior de la cuba 8 y reposa en el fondo y/o en todo o parte del elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido 18.

Los intersticios 18' del elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido 18 presentan un tamaño suficientemente pequeño para evitar que la biomasa 23 pueda penetrar en la tubería 6b durante las etapas de vaciado anaerobios y aerobios de la cuba 8.

50 La etapa de alimentación se detiene a partir del momento en el que la cantidad de biomasa sólida 23 introducida se juzga suficiente para arrancar la metanización.

Cuando la etapa de relleno de la cuba 8 con biomasa sólida 23 ha terminado, el techo amovible 10 se monta en el interior de la superficie delimitada por el cuello 8c de forma que recubra totalmente de forma estanca el orificio de entrada 9.

5 En particular, el gancho 20 permite posicionar el techo amovible 10 en el interior de la superficie delimitada por el cuello 8c y meter los rebordes 10b en el líquido 11a de la junta líquida 11.

Así, la figura 3 muestra la cuba 8 del digestor 7, después de cerrar el techo amovible 10, que está llena con el digestato líquido 5, transportado por medio de la bomba de alimentación 6a, proveniente de la cuba 3 de la unidad 1. En particular, en la figura 3, el digestato líquido 5 se transporta a nivel de la parte inferior de la cuba 8 bajo el elemento perforado 18 y circula a través de los intersticios 18' del elemento de separación 18.

10 En otro modo de realización, la cuba 8 puede llenarse con digestato líquido 5 que no pase a través del elemento perforado inferior 18.

De forma alternativa, el digestato líquido 5 puede también ser transportado por una entrada situada en cualquier otro lugar de la cuba 8.

15 Durante esta etapa de llenado de la cuba 8 con digestato líquido 5, la válvula 17 se deja en posición abierta de forma que el aire presente en la cuba 8 sea evacuado progresivamente del digestor 7 por medio de la tubería 16. En la figura 3 se representa esquemáticamente el aire 24 que escapa de la tubería 16 durante el llenado con digestato líquido 5 de la cuba 8. La válvula 15 está cerrada de forma que el aire 24 no circula hacia la unidad 1 y de forma que el biogas 25 contenido en la cuba 3 no puede penetrar en el digestor 7.

Igualmente, la válvula 30 está en posición abierta, de forma que el digestato líquido 5 alimente la cuba 8 del digestor 7.

20 La biomasa sólida 23, y eventualmente la biomasa sólida digerida residual 19, procedente de un ciclo anterior de metanización, se encuentra entonces sumergida en el digestato líquido 5 en el interior de la cuba 8. En el modo de realización ilustrado en la figura 3, la biomasa sólida 23 y los residuos de biomasa digerida 19 se encuentran mezclados entre ellos.

25 El nivel del digestato líquido 5 en la cuba 3 del digestor principal 1 disminuye mientras que aumenta en el interior de la cuba 8 sacando el aire que se encuentra en el interior de la cuba 8, que escapa a través de la tubería 16. La etapa de relleno se considerará terminada cuando el nivel del digestato líquido 5 haya alcanzado y superado ligeramente por arriba el nivel de la válvula 17, y la totalidad del aire contenido en la cuba 8 haya sido evacuada. En la figura 3 este nivel es también el de la apertura de evacuación de digestato líquido.

30 En la figura 3 se representa, por una parte, el sentido de circulación 27 del digestato líquido 5 en el interior de la cuba 8 del digestor 7 que refleja el aumento del nivel en la cuba 8 y, por otra parte, el sentido de circulación 27 que muestra la bajada de nivel del digestato líquido 5 en el interior de la unidad de digestión principal 1.

Además, el sentido de circulación 27 del digestato líquido 5 se representa en el interior del circuito 6'b y de la tubería 6b.

35 Según la figura 4, una vez que la cuba 8 se ha llenado con el digestato líquido 5, la válvula 17 se cierra de forma que se coloca el digestor 7 en condiciones anaerobias, es decir que se impide cualquier introducción de aire en la cuba 8, mientras que la válvula 15 se abre con el fin de permitir la evacuación de la mezcla de biogas y digestato líquido.

La figura 4 representa, por lo tanto, la etapa de digestión de la biomasa 23 en condiciones anaerobias. En el transcurso de esta etapa, se forma biogas en el seno de la cuba 8.

40 En particular, cuando el nivel de digestato líquido 27 ha alcanzado el nivel de desbordamiento, que se sitúa ligeramente por encima del nivel de la válvula 17, y el digestato líquido 5 comienza a desbordar por la apertura 14, entonces se cierra la válvula 17 con el fin de colocar el digestor 1 en condiciones anaerobias.

La figura 4 representa, por lo tanto, la etapa de digestión de la biomasa 23 en condiciones anaerobias. En el transcurso de esta etapa se forma biogas en el seno de la cuba 8.

45 Se realiza una percolación del digestato líquido 5 a través de la biomasa 23 mediante el bombeo del digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1. La percolación se desarrolla a través de la biomasa sólida 23 de forma que la mayor parte posible de la biomasa sólida 23 se ponga en contacto íntimo con las bacterias contenidas en el digestato líquido 5 y pueda así reaccionar durante la digestión. En la figura 4 se representa esquemáticamente el flujo de digestato líquido 5 que circula, por percolación vertical ascendente, a través del conjunto de la biomasa sólida 23.

50 Según la figura 4, preferentemente, la alimentación de digestato líquido 5 continúa durante toda la etapa de digestión con el fin de que el digestato líquido 5 continúe circulando a través de la biomasa sólida 23, lo que disminuye el riesgo de que se produzcan reacciones químicas o biológicas puntuales no deseadas en algunos lugares del montón de biomasa sólida 23, tal como la acidosis, por ejemplo, las cuales podrían alterar la calidad de la flora bacteriana.

Sin embargo, la alimentación de digestato líquido 5 puede, en algunos casos, interrumpirse temporal o definitivamente,

en particular hacia el final del ciclo de metanización, momento en el que las reacciones químicas y biológicas son menos virulentas.

5 Durante esta etapa, se produce un proceso de difusión del digestato líquido 5 en la biomasa sólida 23. Dicho proceso de difusión está favorecido, por una parte, por la inmersión de la biomasa sólida 23 en el digestato líquido 5 y, por otra parte, por la presión del digestato líquido 5 sobre la biomasa sólida 23 que resulta de la acción de la bomba 6a.

En el modo de realización de la figura 4, la biomasa sólida 23 se disgrega durante la percolación del digestato líquido 5 a través de la biomasa sólida 23 y de la difusión del digestato líquido 5 en la biomasa sólida 23.

La biomasa sólida 23, según su naturaleza, puede flotar y remontar en el digestor durante la etapa de digestión de forma que llega a apoyarse contra el elemento de separación 13.

10 El biogas 25 y el digestato líquido 5 circulan a través de los intersticios 13' del elemento de separación perforado 13, mientras que la biomasa sólida 23 sigue sumergida en la cuba 8 y es retenida por el elemento de separación 13.

La mezcla de biogas 25 y el digestato líquido 5, que circula a través del elemento de separación perforado de evacuación del digestato líquido 13 se representa esquemáticamente en la figura 4.

15 El biogas 25 y el digestato líquido 5 se transportan a continuación juntos en la tubería 14 y circulan en el circuito de evacuación 14' hasta la parte en la que dicho circuito de evacuación 14' se divide en dos circuitos distintos 14a y 14b.

El sentido de circulación 27' del biogas 25 y del digestato líquido 5 se ha representado en la tubería 14 y el circuito de evacuación 14'.

El biogas 25 y el digestato líquido 5 se evacúan en el circuito de evacuación 14' para ser separados a continuación a nivel de su extremo en el circuito 14a de evacuación de biogas y el circuito 14b de evacuación de digestato líquido.

20 En la figura 4 se representa el nivel 5a del digestato líquido 5 en el circuito 14b que se encuentra a la misma altura que el nivel del digestato líquido 5 en la unidad 1.

25 El digestato líquido 5 se encuentra transportado en un circuito de evacuación 14b correspondiente a un conducto de desbordamiento del digestato líquido. El digestato líquido 5 presente en el circuito 14b se transporta hasta la cuba 3, llena de digestato líquido 5, de la unidad 1. En la figura 4, el digestato líquido 5 inyectado en la cuba 8 del digestor 7, por medio de la bomba 6, se recircula por desbordamiento, por medio del circuito de evacuación 14b, en la cuba 3 de la unidad 1. El sentido de circulación del digestato líquido 5 está representado por las flechas 27.

Opcionalmente, la presencia de una bomba de circulación (no representada en la figura 4) montada en el circuito 14b permite aspirar el digestato líquido 5 a través del elemento de separación perforado 13.

30 El biogas 25 es, por su parte, transportado en el circuito 14a hasta el digestor principal 1, en particular a un nivel próximo a la membrana estanca 2, cuyo nivel es preferentemente superior al nivel máximo de almacenamiento del digestato líquido 5 en la cuba 3 de la unidad 1.

La etapa de digestión permite, por lo tanto, producir biogas sin tener que realizar una etapa de mezcla de la biomasa sólida 24, lo que permite disminuir las inversiones en materiales de mezcla y de agitación y reducir los gastos energéticos y de mantenimiento generalmente correspondientes a esta etapa.

35 Como variante, las aperturas de evacuación del digestato líquido y del biogas pueden ser distintas y la separación del biogas 25 y del digestato líquido 27 se puede realizar directamente en la cuba 8 del digestor 7.

Durante la etapa de digestión, la biomasa sólida 23 está sumergida en el digestato líquido 5 y puede flotar en parte en la parte superior del digestor anaerobio 1, encontrarse en parte en suspensión en medio del digestor anaerobio 1 o decantar en parte y encontrarse en la parte inferior del reactor anaerobio 1.

40 El biogas 25 es, por su parte, transportado en el circuito 14a hasta la unidad 1, en particular a un nivel próximo a la membrana estanca 2, cuyo nivel es preferentemente superior al nivel máximo de almacenamiento del digestato líquido 5 en la cuba 3 de la unidad 1.

Así, el elemento de separación perforado 13 se localiza anteriormente a la tubería 14 que está situada a nivel de la parte superior de la cuba 8 del digestor 7.

45 La etapa de digestión permite producir biogas sin tener que realizar necesariamente una etapa de mezcla de la biomasa sólida 23, lo que permite disminuir las inversiones en materiales de mezcla y de agitación y reducir los gastos energéticos y de mantenimiento generalmente correspondientes a esta etapa.

50 Según la figura 4, la junta líquida 11 permite asegurar una mejor estanqueidad del techo 10 y evitar las fugas eventuales de biogas durante la etapa de digestión, susceptibles de producirse a nivel de los rebordes 10b del techo amovible 10.

En la figura 5 se representa esquemáticamente la etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido 5 de la cuba 8 del digestor 7, hacia la cuba 3 de la unidad de digestión principal 1, vaciando el digestato líquido 5 por medio de la bomba 6a y conservando la válvula 17 en posición cerrada mientras que la válvula 15 está en posición abierta.

5 La etapa de vaciado anaerobio permite, por el asentamiento en el fondo del digestor 7 de la biomasa sólida 23 parcialmente digerida como consecuencia de la etapa de digestión y de difusión, suprimir los eventuales caminos preferenciales de percolación así como las eventuales bolsas de biogas bloqueadas en la biomasa 23. Así, el biogas 25 que se encuentra en el circuito 14a, circula desde la unidad 1 en dirección al interior de la cuba 8 del digestor 7 pasando a través del elemento de separación perforado 13. El biogas viene así a llenar el espacio dejado vacante por el vaciado del digestato líquido 5. Durante esta etapa de vaciado, la biomasa sólida 23 vuelve a descender hacia el fondo de la cuba 8 en dirección al elemento de separación perforado 18 y acaba finalmente por depositarse en el fondo de la cuba 8 y/o en el elemento de separación perforado de vaciado del digestato líquido 18.

En la figura 5 se representa el sentido de circulación 27'' de la mezcla de biogas 25 y de digestato líquido 5 en el circuito 14', y el sentido de circulación 27' del biogas 25 en el circuito 14a en dirección a la cuba 8, así como el sentido de circulación 27 del digestato líquido 5 en dirección a la cuba 3 de la unidad 1.

15 El elemento de separación perforado 18 presenta la ventaja de dejar pasar el digestato líquido 5 en el momento del vaciado anaerobio reteniendo en la cuba 8 la biomasa sólida 23 parcialmente digerida. El elemento de separación perforado 18 permite, por lo tanto, separar el digestato líquido 5, dejándolo circular, y la biomasa sólida 23, lo que permite no correr el riesgo de obstruir la bomba de alimentación y de vaciado 6a y de no introducir digestato sólido 23 en la unidad 1.

20 Según la figura 5, el nivel de digestato líquido 27 aumenta en la unidad 1 en el momento de la etapa de vaciado anaerobio.

Como variante, la apertura de vaciado del digestato líquido puede ser distinta de la apertura de alimentación de digestato líquido. En este caso, la apertura de vaciado de digestato líquido puede estar conectada a un circuito de vaciado que está unido a un sumidero.

25 Según esta variante, el digestato líquido se vierte de forma gravitatoria hacia el sumidero desde el cual el digestato líquido 27 se bombea a continuación otra vez en la unidad 1.

Además, el circuito puede estar equipado de una bomba de vaciado y el vaciado de la cuba 8 se puede realizar de esta forma por bombeo.

30 Después del vaciado anaerobio de la cuba 8, se realiza una nueva etapa de llenado de la cuba 8 con digestato líquido 5 como se representa en la figura 6. La etapa de llenado es idéntica a la precedente etapa de llenado con excepción del hecho que la válvula 17 está en posición cerrada y la válvula 15 está en posición abierta, de forma que el biogas 25 que ha sido introducido en la cuba 8 durante la etapa de vaciado anaerobio sea reenviado al cielo gaseoso de la cuba 3 durante la operación de rellenado de digestato líquido.

35 Según la figura 7, una vez que ha finalizado la etapa de llenado, se realiza de nuevo la etapa de digestión de la biomasa sólida 23 con el fin de continuar la producción de biogas 25.

De la misma forma que anteriormente, el biogas 25 producto de la etapa de digestión es principalmente transportado por medio del circuito de evacuación 14a hasta la unidad 1.

Una vez que la etapa de digestión ha terminado, es decir al final del ciclo después de un retraso generalmente comprendido entre 20 y 80 días, se realiza una etapa de vaciado aerobio del digestor 7 como se muestra en la figura 8.

40 La etapa de vaciado aerobio se realiza cerrando la válvula 15 con el fin de impedir cualquier introducción de biogas 25 en el interior de la cuba 8, y abriendo la válvula 17 con el fin de introducir el aire 24 en el interior de la cuba 8 de digestión como reemplazo del digestato líquido 5, que se vacía por la bomba 6a a través de la tubería 6b después de la apertura de la válvula 30, a través del elemento de separación perforado 18, hacia la cuba 3 de la unidad 1.

45 Esta etapa permite vaciar el digestato líquido de la cuba 8 de digestión evitando la presencia de biogas en la cuba 8, lo que permite minimizar las fugas/emisiones de biogas en la atmósfera en el momento de la realización posterior de la etapa de evacuación de la biomasa sólida 19 residual después de la digestión, es decir el digestato sólido.

En esta figura, el nivel del digestato líquido 5 en la cuba 8 disminuye y se introduce progresivamente el aire 24 en el interior de la cuba 8 del digestor 7 llenando el espacio que deja vacante el vaciado del digestato líquido 5.

50 Como variante, la apertura de vaciado de digestato líquido puede ser distinta de la apertura de alimentación de digestato líquido. En este caso, la apertura de vaciado de digestato líquido está conectada a un circuito de vaciado que puede estar unido a un sumidero.

Según esta variante, durante la etapa de vaciado aerobio, el digestato líquido se vierte de forma gravitatoria hacia el sumidero desde el que el digestato líquido 5 puede ser bombeado eventualmente en la unidad 1.

La figura 9 describe la etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual 19, después de que la digestión ha terminado, por el gancho 20. En particular, el gancho 20 agarra el techo amovible 10 para retirarlo del orificio de entrada 9.

5 De esta manera, el gancho 20 permite agarrar la biomasa sólida digerida residual 19, después de que la digestión ha terminado, de manera que se la evacue bien hacia una zona de almacenamiento, una zona de tratamiento o un dispositivo de transporte.

En el modo de realización mostrado en la figura 9, el gancho 20 agarra la biomasa sólida digerida residual 23' en la cuba 8 del digestor 7 dejando eventualmente subsistir residuos de biomasa sólida digerida 19 a nivel de las paredes o del fondo de la cuba 8.

10 Se pueden dejar residuos de biomasa sólida digerida 19 a nivel de las paredes o en el fondo de la cuba 8, o también sobre el elemento de separación inferior 18, ya que pueden constituir un buen sustrato muy rico en bacterias que serán susceptibles de actuar durante el siguiente ciclo de metanización.

15 Gracias a la etapa de vaciado aerobio precedente, la etapa de recuperación de la biomasa sólida digerida residual 19 después de la metanización, que corresponde al digestato sólido, puede desarrollarse con toda seguridad minimizando los riesgos de emisiones de biogás en la atmósfera así como los riesgos de contacto con el biogás de las personas, el gancho y los equipos situados fuera de la cuba 8 de digestión.

Así el orificio de entrada 9 de la cuba 8 representa a la vez una zona de admisión de la biomasa sólida 23 antes de la metanización así como una zona de evacuación de la biomasa sólida digerida residual 19 después de la metanización, denominada digestato sólido.

20 En otras palabras, el orificio de entrada 9 de la cuba 8 constituye un espacio de introducción de la biomasa sólida y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual.

Según otro modo de realización mostrado en las figuras 1 a 9, la zona de admisión de biomasa sólida 23 corresponde a la zona de evacuación de la biomasa sólida.

25 Como variante, la zona de admisión de biomasa sólida 23 puede ser distinta de la zona de evacuación de la biomasa sólida digerida residual 23'.

Según dicho modo de realización, la zona de evacuación de la biomasa sólida puede no estar situada en la parte superior de la cuba 8 del digestor 7.

30 En la figura 10 se representa esquemáticamente una vista transversal del digestor, según la invención, unido a una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad central de almacenamiento de biogás constituidas por dos estructuras distintas una de la otra.

En particular, la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la unidad central de almacenamiento de biogás constituyen dos unidades distintas compuestas cada una por una estructura.

35 Según esta figura, la unidad central 41 de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria comprende una cuba 42 que contiene digestato líquido 5 rematada en la superficie por una pequeña cantidad de biogás 25 y la unidad central 43 de almacenamiento de biogás corresponde a un gasómetro apto para almacenar el biogás 25.

Las dos unidades 41 y 43 están unidas entre ellas por una tubería 44.

En la figura 10, el circuito de evacuación 14' de biogás 25 y de digestato líquido 5 se divide en dos circuitos distintos 14a y 14b que están unidos a la unidad central 41.

40 De la misma forma que anteriormente, por una parte, el circuito 14b es un circuito de evacuación del digestato líquido y está unido a la unidad central 41 bajo el nivel del digestato líquido 5 y, por otra parte, el circuito 14a es el circuito de evacuación del biogás y está conectado a la parte superior de la unidad 41 en una zona que no comprende digestato líquido 5.

45 El circuito 14a de biogás pertenece a una red de evacuación 35 de biogás 25 y el circuito de evacuación 14b de digestato líquido 5 pertenece a la red de evacuación 34 de digestato líquido 5.

Como se ha indicado anteriormente, durante la etapa de digestión, se extrae una mezcla de biogás 5 y de digestato líquido 25 a través del elemento de separación perforado 13 y se transporta en la tubería 14.

El digestato líquido se encuentra entonces transportado principalmente en el circuito 14b hacia la reserva de digestato líquido 5 de la cuba 42.

50 El biogás 5, por su parte, circula principalmente en el circuito 14a y atraviesa la estructura 41, en una zona que no

comprende digestato líquido 5, para ser transportado mediante la tubería 44 hacia el gasómetro 43.

De esta manera, la unidad 41 comprende, en la superficie del digestato líquido 25, una pequeña cantidad de biogas 5 que proviene del circuito 14a que une el digestor 7 y la unidad 41.

5 La figura 11 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados directamente de digestato líquido por una unidad de digestión complementaria y de almacenamiento de digestato líquido y de biogas (unión en paralelo) constituidas por una única unidad, durante una etapa de digestión en condiciones anaerobias.

10 La figura 11 se concentra, por lo tanto, sobre un sistema de producción de biogas que comprende varios digestores anaerobios de biomasa sólida 100, 101, 102, 103 y 104 que contienen biomasa sólida directamente alimentada de digestato líquido 5 que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad, denominada unidad 1.

La unidad 1 es idéntica a la unidad descrita en las figuras 1 a 9, es decir que comprende principalmente un espacio de almacenamiento del biogas 25 y una cuba llena de digestato líquido 5.

15 Según la figura 11, el sistema de producción de biogas puede comprender varios digestores anaerobios entre el digestor 100 y el digestor 101.

Como se ha indicado anteriormente, la figura 11 representa digestores anaerobios de biomasa sólida 100, 101, 102, 103 y 104 según un modo de realización diferente del digestor anaerobio 7.

20 En particular, cada digestor 100, 101, 102, 103 y 104 representado en la figura 11 es idéntico al digestor anaerobio 7, representado en las figuras 1 a 9, excepto por el hecho de que la cuba 8 no comprende cuello 8c ni resalte 8b a nivel de la parte superior de la cuba 8, y que el elemento de separación 13, situado anteriormente a la apertura 14 de evacuación de digestato líquido y de biogas, está fijado sobre la superficie superior de la cuba 8 y la pared lateral contigua a dicha superficie.

25 El digestor 100 comprende una cuba 8, de forma esencialmente cilíndrica dotada de un orificio de entrada, que tiene una superficie inferior o igual a la superficie total de la parte superior de la cuba 8, sobre la que un techo amovible 110 es apto para cerrarse y/o abrirse.

Más precisamente, el techo amovible 110 es apto para abrirse y cerrarse sobre el orificio de entrada que constituye la zona de admisión de la biomasa sólida.

En la figura 11, el techo amovible 110 corresponde a otro modo de realización del techo amovible representado en las figuras 1 a 10.

30 La cuba 8 presenta, a nivel de su superficie superior, una tubería 14, saliente hacia al exterior de la cuba, unida a un circuito 14', que se extiende verticalmente y se divide en un circuito de evacuación 14a de biogas y un circuito de evacuación 14b de digestato líquido.

De la misma forma que anteriormente, la tubería 14 constituye una apertura de evacuación común del digestato líquido y de biogas.

35 El circuito 14b permite evacuar el digestato líquido hacia la cuba, llena de digestato líquido 5, de la unidad 1 y el circuito de evacuación 14a permite evacuar el biogas hacia el espacio de almacenamiento lleno de biogas 5 de la unidad 1.

40 Por una parte, el circuito de evacuación 14' está unido a un circuito 14b por medio de una ramificación, que tiene preferentemente la forma de un codo redondeado, que penetra a la vez en el circuito de evacuación 14' y en el circuito 14b de evacuación de digestato líquido 5. En particular, la ramificación presenta la forma de un codo redondeado orientado hacia abajo que hace la unión entre el circuito de evacuación 14' y el circuito 14b de evacuación de digestato líquido 5. La ramificación pertenece al circuito 14b.

La ramificación puede presentar cualquier forma orientada hacia abajo.

Por otra parte, el circuito de evacuación 14' está unido en su extremo al circuito 14a de evacuación de biogas 25 por medio de una unión en ángulo recto.

45 El circuito 14a de evacuación de biogas 25 está colocado por encima del circuito 14b de digestato líquido 5 y es preferentemente casi paralelo a este.

50 En otras palabras, el circuito de evacuación 14' comprende dos tipos de bifurcaciones situadas una por encima de otra, a saber una ramificación que tiene la forma de un codo redondeado y una unión en ángulo recto, situada por encima de dicha ramificación. Las dos bifurcaciones dan origen a los circuitos 14a y 14b de forma que unen cada digestor anaerobio 100, 101, 102, 103 y 104 respectivamente con el espacio de almacenamiento de biogas 5 y la cuba llena de digestato líquido 5 de la unidad 1.

En particular, el circuito 14b está colocado de forma que permite la evacuación del digestato líquido directamente en la cuba de la unidad 1, es decir próximo al nivel del digestato líquido 5 en el seno de la cuba de la unidad 1.

Paralelamente, el circuito 14a está colocado de forma que permite la evacuación del biogas directamente en el espacio de almacenamiento de biogas de la unidad 1.

- 5 El circuito de evacuación 14b pertenece a una red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y el circuito de evacuación 14a de biogas 25 pertenece a una red de evacuación 35 de biogas 25.

De ello resulta que, por una parte, la red de evacuación 34 de digestato líquido 5 comprende varios circuitos de evacuación de digestato líquido, principalmente el circuito de evacuación 14b de digestato líquido 5 y el circuito de evacuación 14' de digestato líquido 5 y de biogas 25 y, por otra parte, la red de evacuación 35 de biogas 25 comprende  
10 varios circuitos de evacuación de biogas, principalmente el circuito de evacuación 14a de biogas 25 y el circuito de evacuación 14' de digestato líquido 5 y biogas 25.

Dicho de otra manera, la red de evacuación 34 de digestato líquido 5 y la red de evacuación 35 de biogas 25 comprenden respectivamente un circuito de evacuación 14b de digestato líquido 5 y un circuito de evacuación 14a de biogas 5 que son distintos el uno del otro.

- 15 Cada digestor 100, 101, 102, 103 y 104 presenta un conducto 14 y un circuito de evacuación 14' de digestato líquido y de biogas. Por razones de simplicidad, las referencias al conducto 14 así como a los circuitos 14', 14a y 14b solo se han representado para el digestor 100.

Cada digestor 100, 101, 102, 103 y 104 se alimenta de digestato líquido 5 por medio respectivamente de un circuito de alimentación 310, 410, 510, 610 y 710 proveniente de la unidad 1.

- 20 Los circuitos de alimentación 310, 410, 510, 610 y 710 de digestato líquido pertenecen a una red de alimentación 33 de digestato líquido.

Como se ha indicado anteriormente, la apertura de alimentación de digestato líquido corresponde igualmente a una apertura de vaciado del digestato líquido.

La etapa de digestión es idéntica a la etapa de digestión descrita en la figura 4.

- 25 La alimentación de digestato líquido 5 se realiza en cada digestor 100, 101, 102 y 103 por medio de circuitos de alimentación 310, 410, 510, 610 y 710 que pertenecen a una red de alimentación 33 de digestato líquido que está unida a la unidad 1.

Los circuitos de alimentación 310, 410, 510, 610 y 710 están provistos respectivamente de una bomba de alimentación 310b, 410b, 510b, 610b y 710b.

- 30 Durante la etapa de digestión de la biomasa sólida, por una parte, el biogas 25 se evacúa en el circuito de evacuación 14' de digestato líquido y de biogas, así como en el circuito de evacuación 14a hacia el espacio de almacenamiento de biogas de la unidad 25.

Por otra parte, el digestato líquido 5 se evacúa en el circuito de evacuación 14' de digestato líquido y de biogas, así como en el circuito de evacuación 14b hacia la cuba llena de digestato líquido 5 de la unidad 1.

- 35 Según este modo de realización, por una parte, el digestato líquido 5 y, por otra parte, el biogas 25 se evacúan directamente desde cada digestor 100, 101, 102 y 103 hacia la unidad 1.

En la figura 11 se han representado el sentido de circulación 27 del digestato líquido en la red de alimentación 33 de digestato líquido, el sentido de circulación 27'' de la mezcla de biogas y digestato líquido en el circuito 14', el sentido de circulación 27' en la red de evacuación 35 de biogas. Además, se ha representado el sentido de circulación 27 en la ramificación del circuito 14b y después en la red de evacuación 34 del digestato líquido.  
40

La figura 11 representa un sistema de producción de biogas en el que se desarrolla una etapa de digestión en el mismo momento en cada digestor 100, 101, 102, 103 y 104.

- 45 Según una variante según la presente invención, las etapas de digestión pueden no desarrollarse de forma simultánea en cada digestor anaerobio cuando los digestores anaerobios están directamente alimentados de digestato líquido que proviene de la unidad 25.

Así, algunos digestores pueden estar en una fase de vaciado anaerobio, o de vaciado aerobio o de llenado de digestato líquido, mientras que los otros digestores están en una fase de digestión anaerobia.

Nótese que, por cada digestor anaerobio, las etapas de llenado, de vaciado aerobio y anaerobio son idénticas a las descritas precedentemente en las figuras 1 a 9.

- 50 La figura 12 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida

alimentados indirectamente (unión en serie) de digestato líquido por una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas constituidos por una única unidad.

5 La figura 12 se concentra, por lo tanto, en un sistema de producción de biogas que comprende varios digestores anaerobios 100, 101, 102, 103 y 104 que contienen biomasa sólida unidos en serie a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad, denominada unidad 1.

La unidad 1 es idéntica a la unidad descrita en las figuras 1 a 9, es decir que comprende principalmente un espacio de almacenamiento del biogas 25 y una cuba llena de digestato líquido 5.

10 Los digestores 100, 101, 102, 103 y 104 son idénticos a los descritos en el modo de realización mostrado en la figura 11.

La etapa de digestión se desarrolla de forma idéntica a la etapa de digestión descrita en la figura 4.

Para cada digestor anaerobio 101, 102, 103 y 104, la alimentación de digestato líquido 5 se realiza de forma indirecta desde la unidad 1, ya que el digestato líquido 5 transita por el o los digestores anaerobios situados directamente o no, anteriormente a cada digestor anaerobio 101, 102 y 103.

15 Según un modo de realización descrito en la figura 12, la unidad 1 alimenta directamente de digestato líquido 5 al digestor anaerobio 100 del que se ha evacuado, durante la etapa de digestión, digestato líquido 5 y biogas 25 por medio del circuito de evacuación 14' de digestato líquido y de biogas.

20 Durante la separación del biogas 25 y del digestato líquido 5 a nivel de la entrada de la ramificación 32', el digestato líquido 5 es transportado en el circuito de evacuación 14b y después en el circuito de alimentación en dirección al digestor situado directamente o no, posteriormente, por ejemplo, del digestor anaerobio 101.

Cada circuito de alimentación recupera el digestato líquido 5 que ha transitado en el digestor anaerobio precedente.

Por otra parte, las válvulas 41, 41', 41'' y 41''' montadas en el circuito de evacuación 14b de digestato líquido están en posición cerrada, principalmente para transportar el digestato líquido hacia el digestor anaerobio siguiente.

25 Según una variante según la presente invención, las etapas de digestión pueden no desarrollarse de forma simultánea en cada digestor anaerobio cuando los digestores anaerobios están indirectamente alimentados de digestato líquido que proviene de la unidad 1.

30 En la figura 12 se han representado el sentido de circulación 27 del digestato líquido en la red de alimentación 33 de digestato líquido, el sentido de circulación 27'' de la mezcla de biogas y digestato líquido en el circuito 14', el sentido de circulación 27' de biogas en la red de evacuación 35 de biogas. Además, se ha representado el sentido de circulación 27 del digestato líquido en la ramificación 32' y después en el circuito de alimentación 310, 410, 510, 610 y 710, así como en la red de evacuación 34 del digestato líquido.

Nótese que las etapas de llenado, de vaciado aerobio y anaerobio son idénticas a las descritas anteriormente en las figuras 1 a 9.

35 La figura 13 representa esquemáticamente una vista transversal de varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados a la vez directa o indirectamente de digestato líquido por una unidad de digestión complementaria y de almacenamiento de digestato líquido y de una unidad central de biogas (unión en serie y en paralelo) durante la etapa de digestión en condiciones anaerobias.

La figura 13 se concentra sobre un sistema de producción de biogas que comprende varios digestores anaerobios 100, 101, 102, 103 y 104 que contienen biomasa sólida.

40 En este sistema, por una parte, los digestores anaerobios 100, 101 y 104 se alimentan directamente de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1 y, por otra parte, los digestores anaerobios 102 y 103 se alimentan de digestato líquido 5 respectivamente por los digestores 101 y 102.

En otras palabras, los digestores anaerobios 100, 101 y 104 se alimentan directamente de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1.

45 La unidad 1 es idéntica a la unidad descrita en las figuras 1 a 9, es decir que comprende principalmente un espacio de almacenamiento del biogas 25 y una cuba llena de digestato líquido 5.

Los digestores 100, 101, 102, 103 y 104 son idénticos a los descritos en el modo de realización mostrado en la figura 11.

La etapa de digestión se desarrolla de forma idéntica a la etapa de digestión descrita a la vez en las figuras 4 y 7.

50 En la figura 13 se han representado los sentidos de circulación 27 del digestato líquido en la red de alimentación 33 de digestato líquido y en la red de evacuación 34 de digestato líquido, así como el sentido de circulación 27' del biogas

en la red de evacuación 35 del biogas.

Según una variante según la presente invención, las etapas de digestión pueden no desarrollarse de forma simultánea en cada digestor anaerobio.

5 En particular, algunos digestores pueden estar en una fase de vaciado anaerobio o de vaciado aerobio o de llenado de digestato líquido, mientras que los otros digestores están en una fase de digestión anaerobia.

La figura 21 muestra una vista esquemática superior de un sistema de producción de biogas que comprende:

- una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y una unidad central de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad, denominada unidad 1,
- 10 - varios digestores anaerobios 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56 dispuestos alrededor de la unidad 1 formando así un círculo alrededor de la unidad 1, estando unido cada uno de dichos digestores a la unidad 1 por medio de un circuito de alimentación de digestato líquido y un circuito de evacuación de digestato líquido,
- varios digestores anaerobios de biomasa sólida 60, 61, 62, 63, 64 y 65 que está cada uno alimentado de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1 por medio de una red de alimentación 33 de digestato líquido (unión en paralelo),
- 15 - varios digestores anaerobios de biomasa sólida 71, 72, 73, 74 y 75 que está cada uno alimentado indirectamente de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1 por medio de una red de alimentación 33 de digestato líquido (unión en serie) y un digestor anaerobio de biomasa sólida 70 que se encuentra en el primer lugar de la serie (en el extremo o en cabeza de la serie) y que, por lo tanto, se alimenta directamente de digestato líquido 5 que proviene de la unidad 1 por medio de una red de alimentación 33 de digestato líquido.
- 20

La unidad 1 es idéntica a la unidad descrita en las figuras precedentes.

La unidad 1 comprende una cuba que tiene una forma esencialmente cilíndrica, llena de digestato líquido, que está rematada con una membrana estanca que constituye un espacio de almacenamiento de gas, el cual está lleno de biogas.

25 Los digestores anaerobios 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56 están dispuestos de manera que forman un círculo alrededor de la unidad 1.

Cada digestor anaerobio 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56 puede corresponder al digestor anaerobio 7 o uno de los digestores 100 a 104 descritos anteriormente

30 Cada digestor anaerobio 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56 está unido a la unidad 1 por medio de un circuito de alimentación de digestato líquido y de un circuito de evacuación de digestato líquido.

En la figura 14, se han representado los sentidos de circulación de digestato líquido entre cada digestor anaerobio 50, 51, 52, 53, 54, 55 y la unidad 1.

Cada digestor anaerobio 60, 61, 62, 63, 64 y 65 puede corresponder al digestor anaerobio 7 o a uno de los digestores 100 a 104 descritos anteriormente.

35 Los digestores anaerobios 60, 61, 62, 63, 64 y 65 comprenden, por lo tanto, al menos una apertura de alimentación de digestato líquido, al menos una apertura de evacuación de biogas, al menos una apertura de vaciado de digestato líquido y al menos una apertura de introducción y/o de evacuación de aire.

Por razones de simplicidad, solo se representan las aperturas de alimentación de digestato líquido y las aperturas de evacuación de digestato líquido de los digestores anaerobios 60, 61, 62, 63, 64 y 65.

40 Cada digestor anaerobio 60, 61, 62, 63, 64 y 65 está alimentado directamente de digestato líquido que proviene de la unidad 1 mediante una red de alimentación 33 de digestato líquido (unión en paralelo).

Más precisamente, cada apertura de alimentación de digestato líquido está unido a un circuito de alimentación de digestato líquido que pertenece a la red de alimentación 33 de digestato líquido.

45 Cada digestor anaerobio 60, 61, 62, 63, 64 y 65 está unido igualmente a un circuito de evacuación de digestato líquido que pertenece a una red de evacuación 34 de digestato líquido.

Los sentidos de circulación del digestato líquido entre la unidad 1 y cada digestor anaerobio 60, 61, 62, 63, 64 y 65 se han representado en la figura 14.

Cada digestor anaerobio 70, 71, 72, 73, 74 y 75 puede corresponder al digestor anaerobio 7 o uno de los digestores 100 a 104 descritos anteriormente.

## ES 2 821 902 T3

Por razones de simplicidad, solo se representan las aperturas de alimentación de digestato líquido y las aperturas de evacuación de digestato líquido de los digestores anaerobios 70, 71, 72, 73, 74 y 75.

Cada digestor anaerobio 71, 72, 73, 74 y 75 está alimentado indirectamente de digestato líquido que proviene de la unidad 1 por medio de una red de alimentación 33 de digestato líquido (unión en serie).

- 5 En particular, cada digestor anaerobio 71, 72, 73, 74 y 75 está alimentado de digestato líquido por medio de un circuito de alimentación unido al digestor anaerobio precedente, es decir que el digestato líquido 27 ha transitado en el digestor anaerobio precedente antes de alimentar el siguiente.

Cada apertura de alimentación de digestato líquido está unida a un circuito de alimentación de digestato líquido que pertenece a la red de alimentación 33 de digestato líquido.

- 10 Cada digestor anaerobio 70, 71, 72, 73, 74 y 75 está unido igualmente a un circuito de evacuación de digestato líquido que pertenece a una red de evacuación 34 de digestato líquido.

Los sentidos de circulación del digestato líquido entre la unidad 1 y cada digestor anaerobio 70, 71, 72, 73, 74 y 75 se han representado en la figura 14.

- 15 En la figura 14 se representan las bombas de circulación del digestato líquido dispuestas en los circuitos de alimentación de digestato líquido.

Además, el sistema de producción comprende un dispositivo de calentamiento del digestato líquido que puede estar colocado en cualquier lugar del sistema. El sistema de calentamiento no se ha representado en la figura 14.

Además, en esta figura, por razones de simplicidad, no se ha representado la red de evacuación de biogas.

- 20 Como se ha indicado anteriormente, cada uno de los digestores representados en la figura 14 presenta una apertura de evacuación de biogas (no representada), cuya apertura de evacuación de biogas puede ser común a la apertura de evacuación de digestato líquido o puede estar separada.

La apertura de evacuación de biogas está unida al menos a un circuito de evacuación de biogas que pertenece a la red de evacuación de biogas.

- 25 El sistema de producción de biogas, ilustrado en la figura 14, presenta por lo tanto varios digestores anaerobios de biomasa sólida compuestos por:

- varios digestores anaerobios de biomasa sólida, alimentados directamente de digestato líquido que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad (uniones en paralelo), y
- 30 - varios digestores anaerobios de biomasa sólida, alimentados directamente de digestato líquido a través de una red de alimentación 33 que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad (enlaces en paralelo), y
- 35 - varios digestores anaerobios de biomasa sólida alimentados indirectamente de digestato líquido que proviene de una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y de una unidad central de almacenamiento de biogas que constituye una única unidad (enlaces en serie).

Según este modo de realización, la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la unidad central de almacenamiento de biogas están constituidas por una única unidad.

- 40 Como variante, la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria y la unidad central de almacenamiento de biogas pueden ser dos unidades distintas que comprenden una o varias estructuras cada una.

En el sistema de producción de biogas tal como se ha mostrado, uno o varios digestores anaerobios y la unidad 1 están calorífugados.

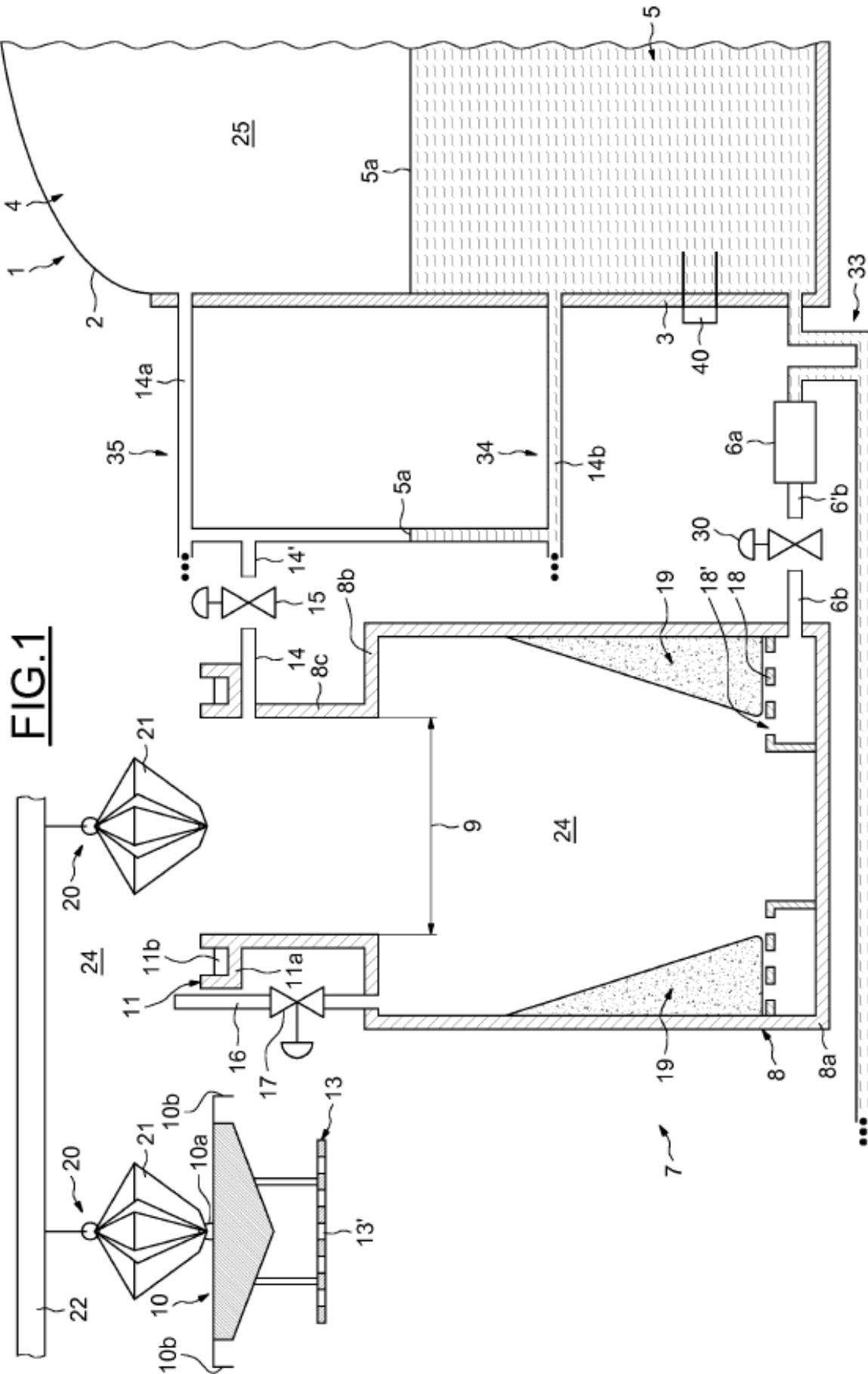
**REIVINDICACIONES**

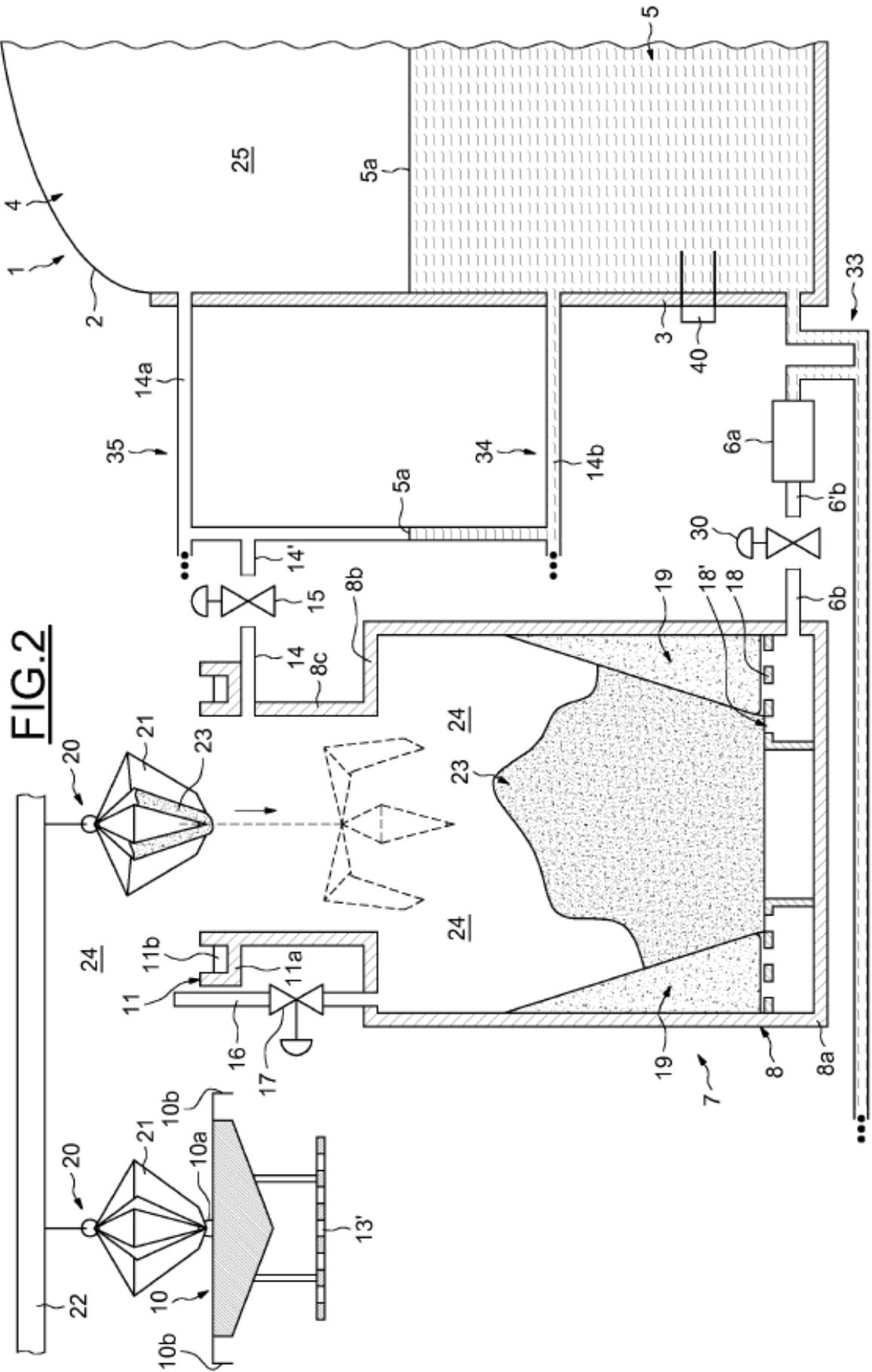
1.- Sistema de producción de biogas que comprende:

- al menos una unidad central de almacenamiento del digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), constituida por una o varias estructuras, apta para contener principalmente digestato líquido (5, 5'),
- 5 • al menos una unidad central de almacenamiento de biogas (25, 43), constituida por una o varias estructuras, apta para contener principalmente biogas (25),
- varios digestores anaerobios de los que algunos son digestores de biomasa sólida (7, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 100, 101, 102, 103, 104), cada uno de dichos digestores de biomasa sólida (7, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 100, 101, 102, 103, 104) comprende:
  - una cuba (8) apta para contener biomasa sólida (23), que comprende al menos una zona de admisión (9) de biomasa sólida (23) situada en la parte superior de la cuba, sobre la que un techo (10, 110) es apto para abrirse y cerrarse, y que comprende además al menos una zona de evacuación (9) de la biomasa sólida digerida residual, pudiendo ser comunes algunas de dichas zonas de admisión y de evacuación de biomasa sólida, y
  - al menos una apertura de alimentación (6b) de digestato líquido, situada en la parte inferior del digestor anaerobio (7, 50, 60, 70, 100), unida al menos a un circuito de alimentación (6'b, 310, 410, 510, 610, 710) de digestato líquido, apta(s) para permitir la introducción de digestato líquido (5) en dicho digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), y
  - al menos una apertura de evacuación (14) de digestato líquido, situada en la parte superior del digestor anaerobio (7, 50, 60, 70, 100), unida al menos a un circuito de evacuación (14', 14b) de digestato líquido, apta para permitir la evacuación de digestato líquido (5) de dicho digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100),
  - al menos una apertura de evacuación (14) de biogas, situada en la parte superior del digestor anaerobio (7, 50, 60, 70, 100), unida al menos a un circuito de evacuación (14', 14b) de biogas, apta para permitir la evacuación de biogas (25) desde dicho digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), y
  - al menos una apertura de vaciado (6b) de digestato líquido, situada en la parte inferior del digestor anaerobio (7, 50, 60, 70, 100), apta(s) para permitir el vaciado de digestato líquido de dicho digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), y
  - al menos una apertura de introducción y/o de evacuación de aire (16), situada en la parte superior del digestor anaerobio (7, 50, 60, 70, 100), apta para permitir la introducción y/o la evacuación de aire (24) en dicho digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100),
- pudiendo ser comunes algunas aperturas entre dichas aperturas (6b, 14, 16), con la excepción de las aperturas de alimentación (6b) y de evacuación (14) de digestato líquido que son distintas, y
- al menos una red de alimentación (33) de digestato líquido, que incluye varios circuitos de alimentación (6'b, 310, 410, 510, 610, 710) de digestato líquido, que une algunas aperturas de alimentación (6b) de digestato líquido de algunos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), apta para permitir la alimentación de digestato líquido (5), por vía directa o indirecta, en dichos digestores (7, 50, 60, 70, 100) desde la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), y
- al menos una red de evacuación (34) de digestato líquido, que incluye varios circuitos de evacuación (14', 14b) de digestato líquido, que une algunas aperturas de evacuación (14) de digestato líquido de algunos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) a la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), apta para permitir la evacuación de digestato líquido (5), por vía directa o indirecta, desde dichos digestores (7, 50, 60, 70, 100) hacia la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), y
- al menos una red de evacuación (35) de biogas, que incluye varios circuitos de evacuación (14', 14a) de biogas, que une algunas aperturas de evacuación (14) de biogas de algunos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) a la unidad central de almacenamiento del biogas (25, 43), apta para permitir la evacuación de biogas (25), por vía directa o indirecta, desde dichos digestores (7, 50, 60, 70, 100) hacia la unidad central de almacenamiento de biogas (25, 43),
- pudiendo ser comunes algunas partes de dichas redes (33, 34, 35), y

- al menos un medio de circulación (6a) de digestato líquido (5), preferentemente una bomba, situada en la red de alimentación (33) de digestato líquido (5) y/o en la red de evacuación (34) de digestato líquido (5), apta para permitir la circulación del digestato líquido (5) a través de algunos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), y
- 5
- al menos un dispositivo de calentamiento (40) de digestato líquido, y
  - de los que al menos un digestor de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) y al menos una unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria están calorifugados (25, 41).
- 2.- Sistema de producción de biogas según la reivindicación 1, caracterizado por que algunos de dichos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) están rematados por un medio de agarre (20) apto para permitir la alimentación de la biomasa sólida (23).
- 10
- 3.- Sistema según la reivindicación 2, caracterizado por que el medio de agarre (20) es un gancho que comprende varios ganchos (21) o un contenedor que comprende cangilones.
- 4.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en algunos de dichos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), al menos una de las aperturas de evacuación (14) del digestato líquido comprende al menos un elemento de separación perforado (13) de evacuación del digestato líquido (5), situado anteriormente a dicha apertura de evacuación (14) del digestato líquido (5), apta para separar, por una parte, el digestato líquido (5) evacuado y, por otra parte, la biomasa sólida (23).
- 15
- 5.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en algunos de dichos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), al menos una de las aperturas de vaciado (6b) del digestato líquido (5) comprende al menos un elemento de separación perforado (18) de vaciado del digestato líquido (5), situado anteriormente a dicha apertura (6b) de vaciado del digestato líquido (5), apta para separar, por una parte, el digestato líquido (5) vaciado y, por otra parte, la biomasa sólida (23).
- 20
- 6.- Sistema según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por que algunos elementos de separación perforados (13, 18) son placas perforadas.
- 7.- Sistema según la reivindicación 5, caracterizado por que el elemento de separación perforado de vaciado (18) del digestato líquido es una plataforma perforada.
- 25
- 8.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en algunos de dichos digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100):
- la o las apertura(s) de alimentación (6b) de digestato líquido, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción (30), preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido (5) entre el exterior y el interior del digestor (7, 50, 60, 70, 100), y/o
  - la o las apertura(s) de evacuación (14) de digestato líquido, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción (15), preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido (5) entre el interior y exterior del digestor (7, 50, 60, 70, 100), y/o
  - la o las apertura(s) de evacuación (14) de biogas, está(n) provista(s) de un medio de obstrucción (15), preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del biogas (29) entre el interior y el exterior del digestor (7, 50, 60, 70, 100), y/o
  - la o las apertura(s) de vaciado (6'b) de digestato líquido (5), está(n) provista(s) de un medio de obstrucción (15), preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del digestato líquido (5) entre el interior y exterior del digestor (7, 50, 60, 70, 100), y/o
  - la o las apertura(s) de introducción y/o de evacuación de aire (16), está(n) provista(s) de un medio de obstrucción (17), preferentemente una válvula, apta para obturar o permitir el paso del aire (24) entre el interior y exterior del digestor (7, 50, 60, 70, 100).
- 30
- 9.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que algunos de dichos digestores anaerobios de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100) comprenden una junta líquida (11) colocada alrededor del techo (10) de la cuba (8), apta para impedir la salida del biogas (25) contenido en dicho digestor (7, 50, 60, 70, 100), cuando el techo (10) está en posición cerrada, y apta para impedir las entradas de aire (24) en dicho digestor (7, 50, 60, 70, 100) cuando el techo (10, 110) está en posición cerrada.
- 35
- 10.- Sistema de producción de biogas según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que algunas estructuras que componen la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), por una parte, y algunas estructuras que componen la unidad central de almacenamiento de biogas (25, 43), por otra parte, son comunes.
- 40
- 45
- 50

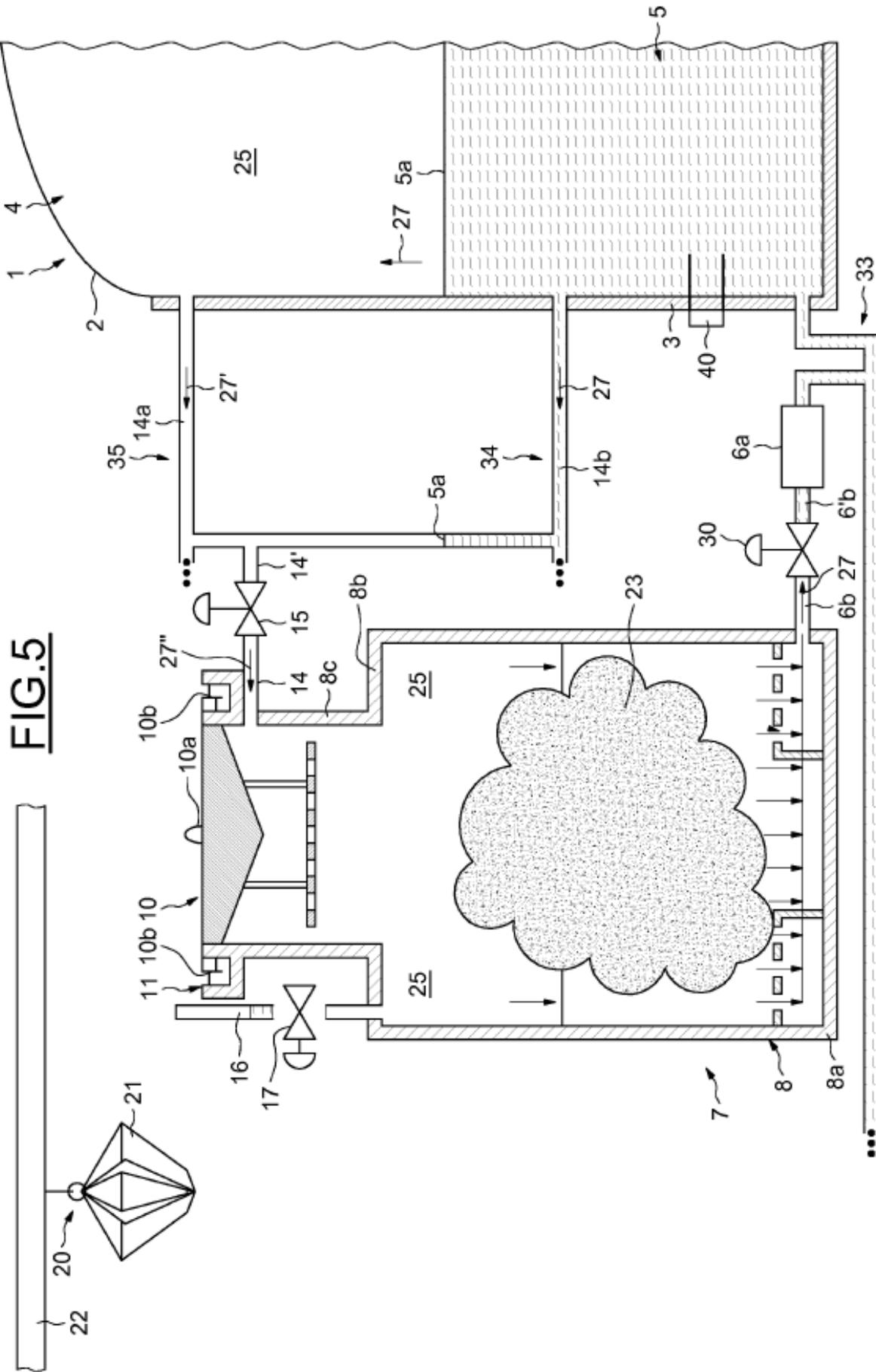
- 11.- Sistema de producción de biogas según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de digestión complementaria (25, 41), por una parte, y la unidad central de almacenamiento de biogas (25, 43), por otra parte, son comunes y constituyen una única unidad central de almacenamiento de digestato líquido y de biogas y de digestión complementaria.
- 5 12.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en algunos de los digestores de biomasa sólida (7, 50, 60, 70, 100), al menos una apertura de evacuación (14) de digestato líquido y una apertura de evacuación (14) de biogas son comunes y están unidas al menos a un circuito de evacuación (14) de una mezcla de digestato líquido (5) y de biogas (25), cuyo circuito (14) está conectado a un medio de separación apto para separar el biogas (29) y el digestato líquido (5).
- 10 13.- Procedimiento de producción de biogas que comprende al menos las etapas sucesivas siguientes:
- una etapa de alimentación de biomasa sólida (23), realizada por al menos un medio de agarre (20), a través de una zona de admisión (9) situada a nivel de la parte superior de una cuba (8) de al menos un digestor de biomasa sólida (7, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 100, 101, 102, 103, 104) calorifugado, tal como se ha definido en la reivindicación 1,
- 15
- una etapa de llenado de la cuba (8) de dicho digestor (7, 50, 60, 70, 100), con digestato líquido (5) para sumergir la biomasa sólida (23),
  - una etapa de digestión, constituida por una percolación del digestato líquido (5) a través de la biomasa sólida (23) contenida en dicho digestor (7, 50, 60, 70, 100) y una difusión del digestato líquido (5) en dicha biomasa sólida (23) en condiciones anaerobias para generar y después recuperar el biogas (25), y
- 20
- una etapa de vaciado aerobio del digestato líquido (5) de la cuba (8) del digestor, y
  - una etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual (23'), realizada por al menos un medio de agarre (20), a través de una zona de evacuación (9) de la biomasa sólida del digestor.
- 14.- Procedimiento de producción de biogas según la reivindicación 13, caracterizado por que comprende además, entre la etapa de digestión y la etapa de vaciado aerobio del digestato líquido (5), al menos las etapas siguientes:
- 25
- una etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido (5) de la cuba (8) del digestor (7, 50, 60, 70, 100), y
  - una etapa de rellenado de la cuba (8) del digestor (7, 50, 60, 70, 100) con un digestato líquido (5) después del vaciado anaerobio.
- 30 15.- Procedimiento de producción de biogas, según la reivindicación 14, caracterizado por que comprende además, después de la etapa de rellenado de la cuba (8) de dicho digestor (7, 50, 60, 70, 100) con un digestato líquido (5), al menos una etapa de digestión, constituida por una percolación del digestato líquido (5) a través de la biomasa sólida (23) y una difusión del digestato líquido (5) en la biomasa sólida (23) para generar y después recuperar el biogas (25).



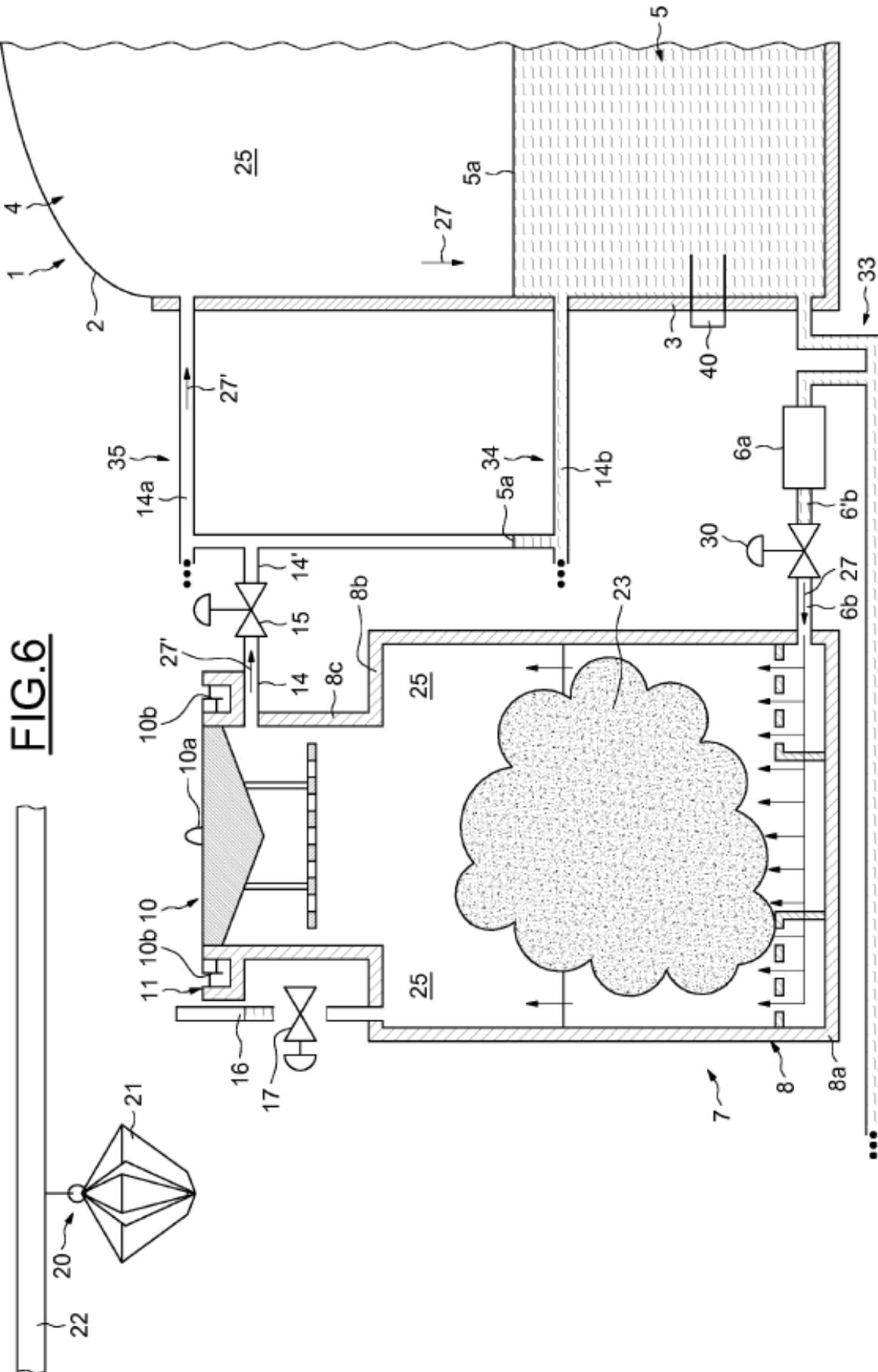


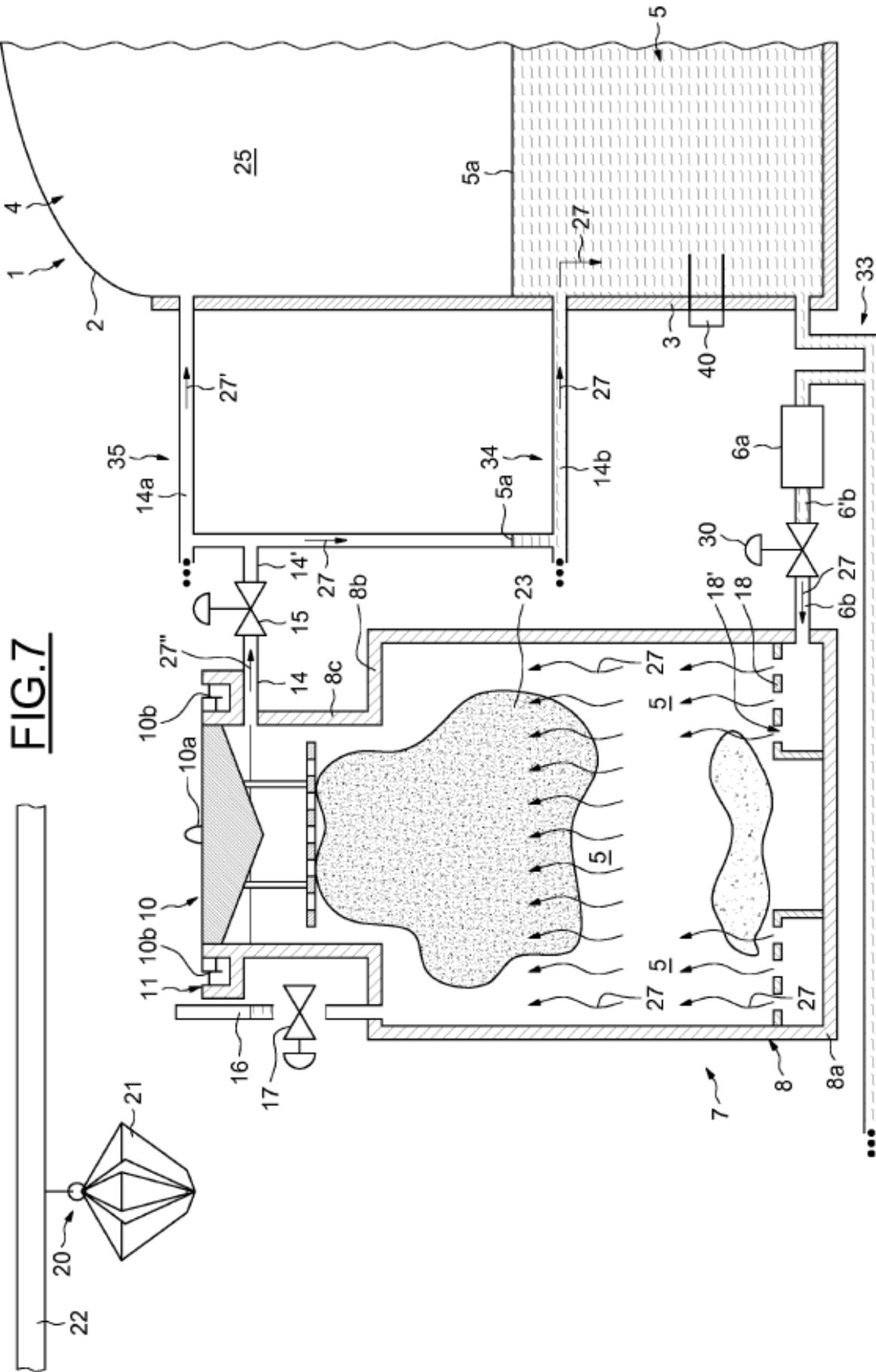




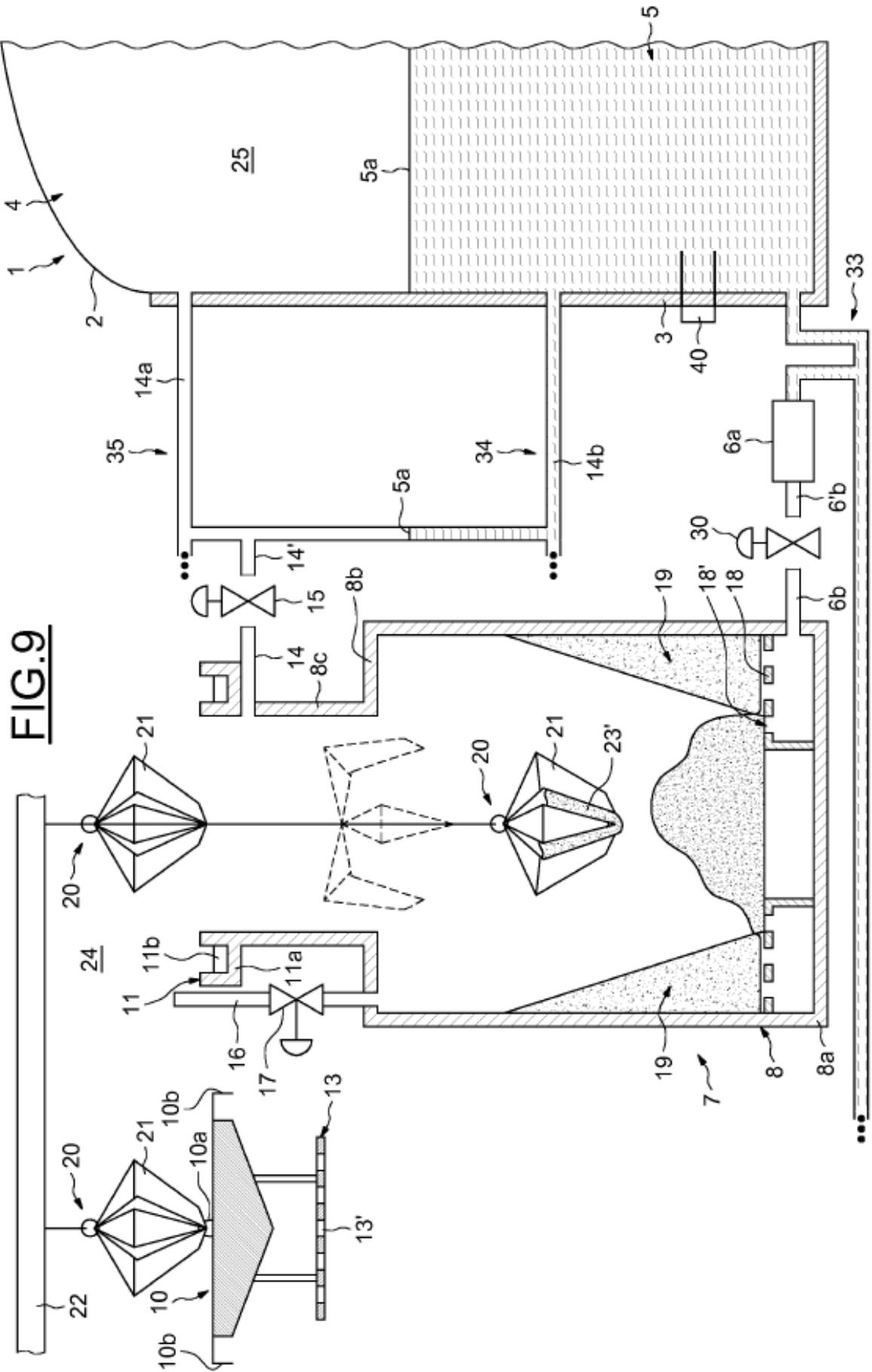


**FIG. 5**

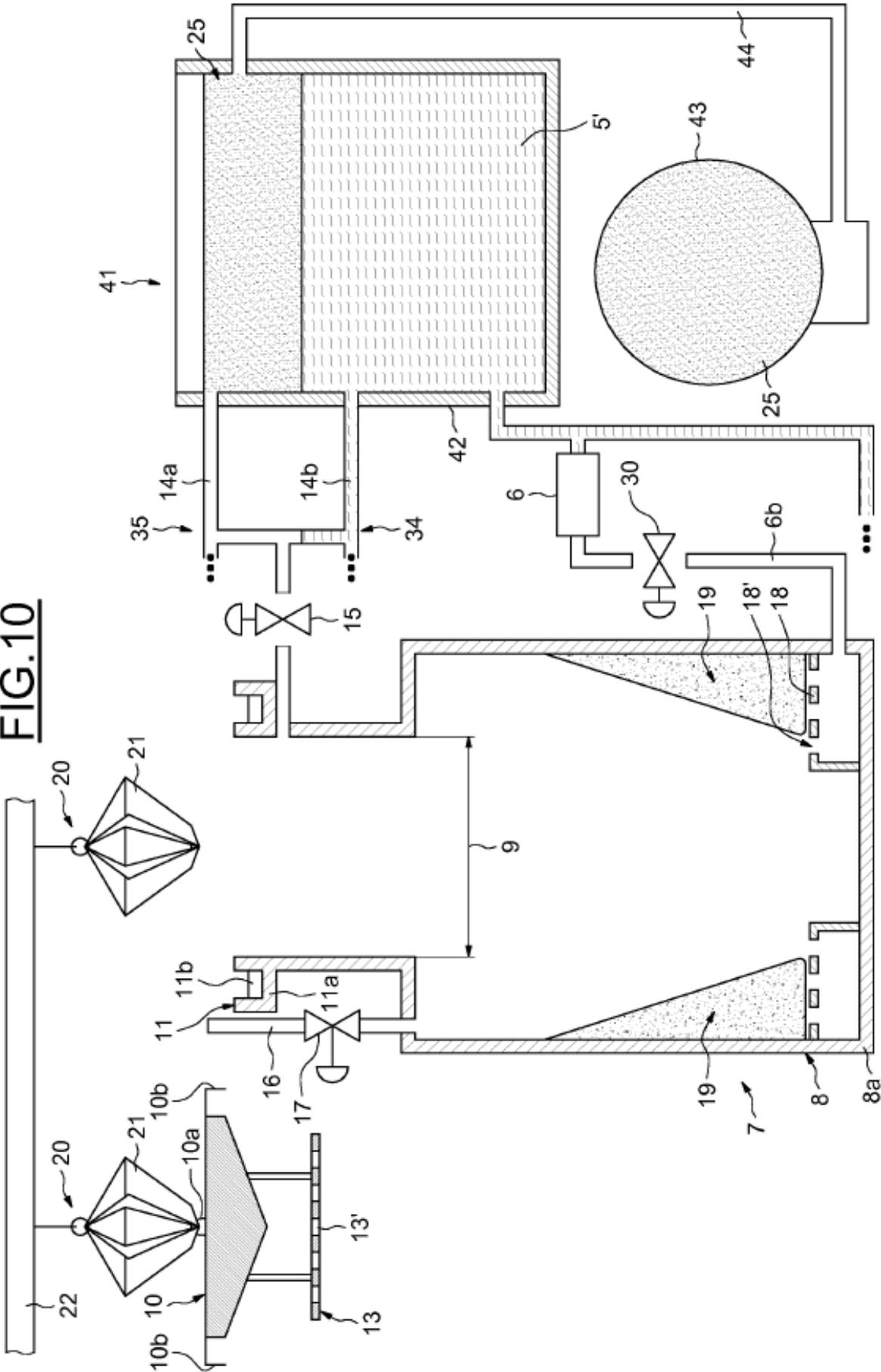








**FIG.10**



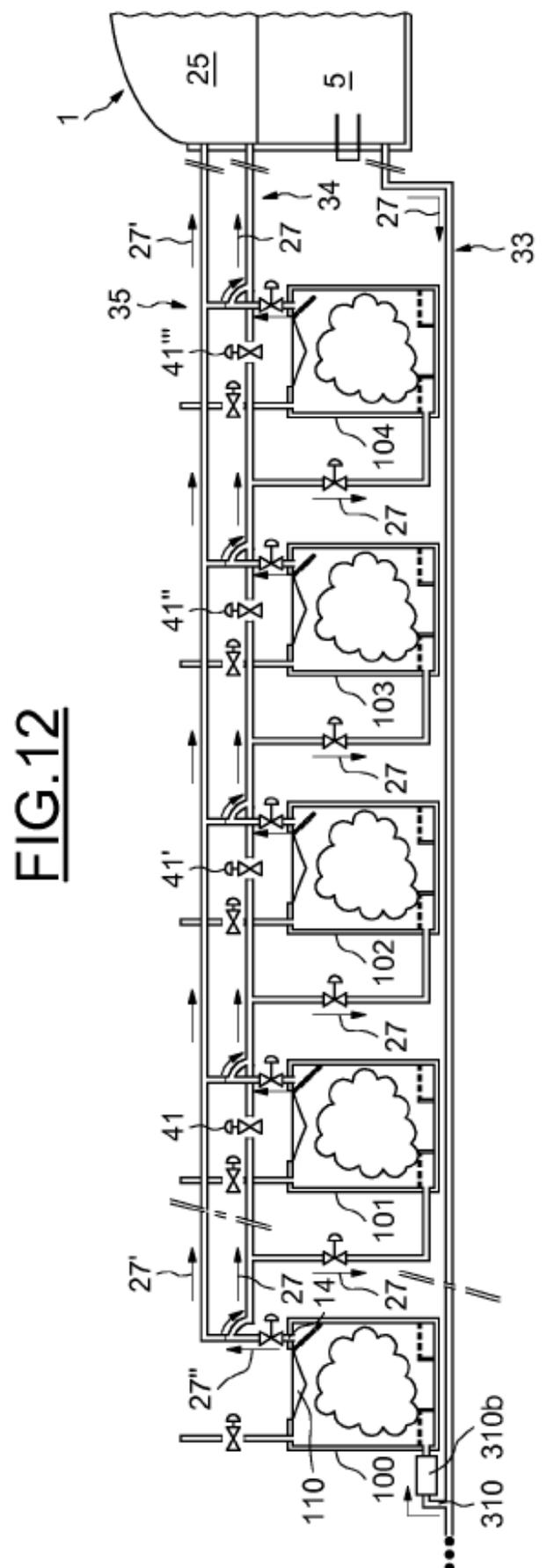
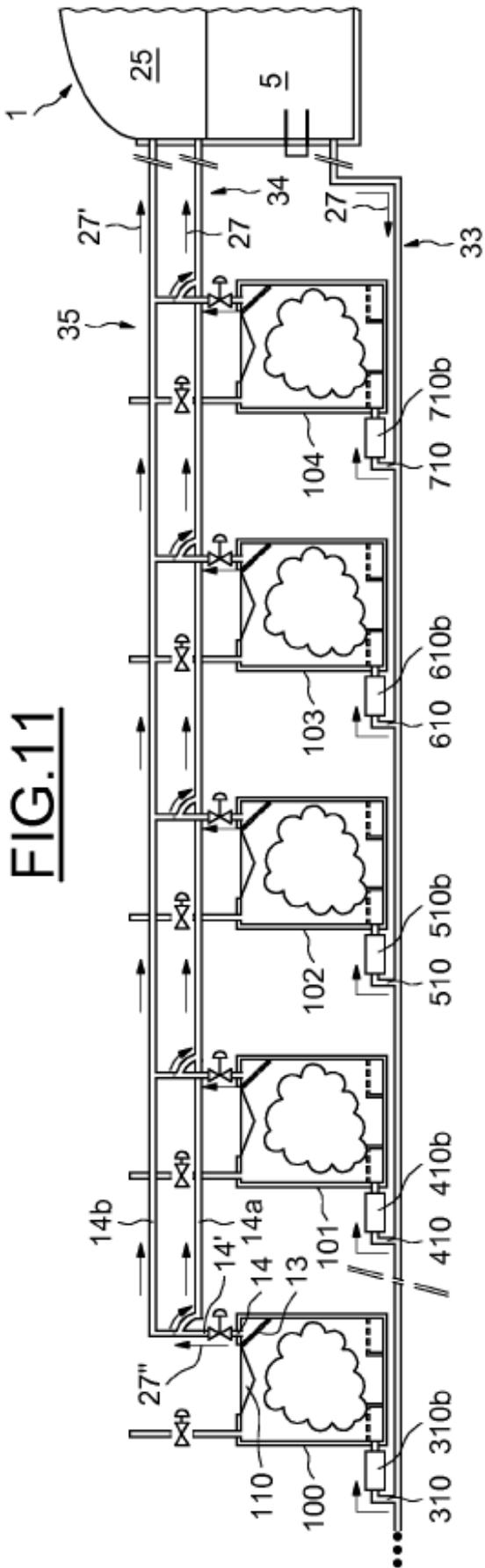


FIG.13

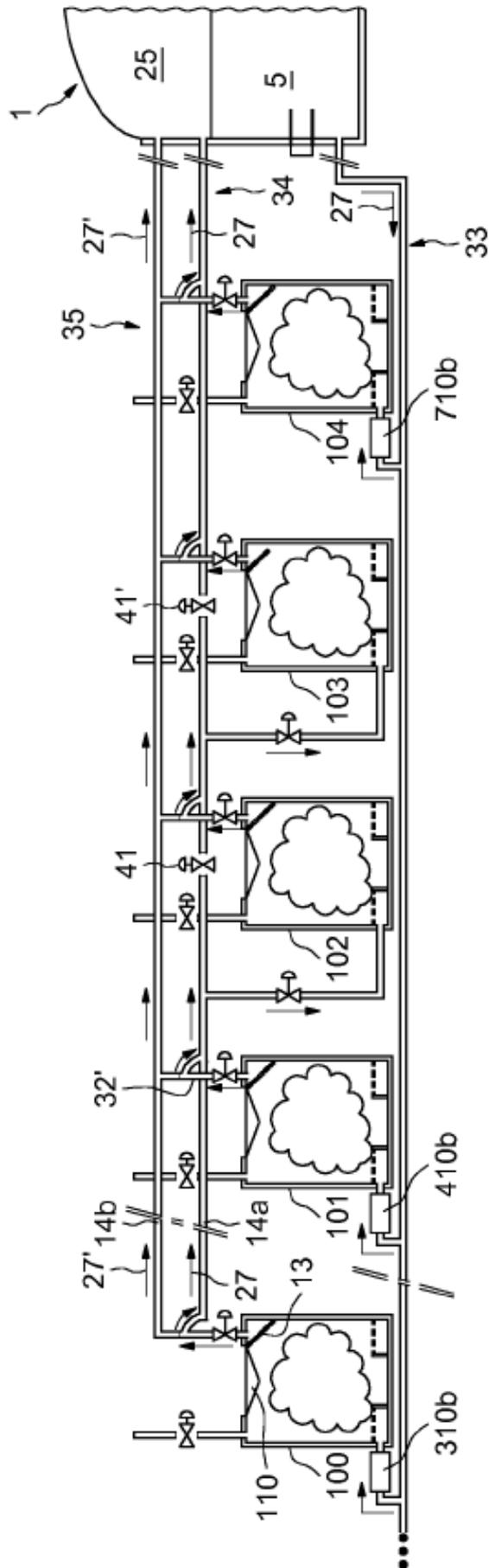


FIG.14

