

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 317**

51 Int. Cl.:

**C12M 1/107** (2006.01)

**C12M 1/00** (2006.01)

**C12M 1/26** (2006.01)

**A01C 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2016 PCT/EP2016/060627**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2016 WO16180910**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2016 E 16725058 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3294860**

54 Título: **Dispositivo de metanización a partir de biomasa sólida y correspondiente procedimiento de producción de biogás**

30 Prioridad:

**12.05.2015 FR 1554268**

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

**24.09.2020**

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 2 784 317 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**

Dispositivo de metanización a partir de biomasa sólida y correspondiente procedimiento de producción de biogás

La presente invención concierne a un digestor de metanización destinado a la producción de biogás que comprende, en correspondencia con el techado del digestor, un espacio de introducción y de evacuación de biomasa sólida.

5 Asimismo, la invención concierne a un procedimiento de producción de biogás, así como a una instalación de metanización que lleva a la práctica una unidad de digestión principal destinada especialmente a alimentar con digestato líquido varios digestores de metanización que contienen biomasa sólida.

10 A los efectos de la presente invención, se entiende por biomasa sólida, materias orgánicas de origen vegetal, animal, bacteriológico o fúngico, que contienen un porcentaje de materia seca superior al 12 %, preferentemente superior al 15 %, que permiten la producción de biogás.

La biomasa sólida puede ser fibrosa, especialmente de paja, y/o heterogénea, y/o contener elementos indeseables, especialmente cantos rodados, grava, arena, alambradas, cordeles, piezas metálicas procedentes de aperos agrícolas o también bolsas de plástico, elementos de embalaje y de envasado, o también residuos urbanos, eventualmente mal separados.

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

20 Tal procedimiento conduce, por una parte, a la producción de biogás, que corresponde a una mezcla gaseosa mayoritariamente compuesta de metano y de dióxido de carbono y, por otra, a la producción de un producto húmedo rico en materias orgánicas parcialmente estabilizadas denominado digestato, que a continuación puede ser utilizado como enmienda orgánica.

El biogás presenta la ventaja de ser un gas convertible en energía renovable y puede servir, por ejemplo, en la producción de electricidad y/o de calor o en la producción de combustible. Asimismo, el biogás puede ser inyectado en una red de gas natural previa depuración.

25 El digestato puede pasar por un tratamiento de separación de fase líquida/sólida cuya fracción sólida (denominada digestato sólido) es más rica en materias orgánicas y en elementos fosfatados y cuya 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 por separado.

30 De este modo, el procedimiento biológico de metanización permite valorar materias orgánicas, al producir una energía renovable, y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, al captar el metano dimanado de la degradación de estas materias y al sustituir el empleo de energías fósiles y/o de abonos químicos.

35 Las materias orgánicas, susceptibles de producir biogás por intermedio de una metanización, pueden ser residuos procedentes, por ejemplo, del sector agrícola y/o agroindustrial y/o ser de origen urbano. En particular, el estiércol, procedente de la explotación agroganadera, es una materia orgánica, dimanada de las deyecciones animales mezcladas con la paja de las camas, que constituye una fuente principal y particularmente interesante en la producción de biogás. A este respecto, la metanización en el sector agrícola a partir de materias orgánicas, en particular de paja y/o de estiércol, representa una actividad que en el momento actual está conociendo un desarrollo creciente.

40 La metanización se lleva a la práctica corrientemente en el interior de un reactor denominado digestor, correspondiente la mayoría de las veces a un tanque, que la mayoría de las veces tiene una forma esencialmente cilíndrica, aunque en ocasiones paralelepípedica, vertical u horizontal, que está destinado a contener las materias orgánicas que van a tratarse, en particular estiércol y/o paja y/o residuos de origen industrial, con el fin de producir biogás y digestato.

45 Los diferentes procedimientos de metanización se pueden repartir entre dos grandes familias, en función de la naturaleza de los residuos que hayan de degradarse, a saber, los procedimientos de metanización de vía húmeda y los procedimientos de metanización de vía seca.

50 En primer lugar, el procedimiento de metanización de vía húmeda se lleva a la práctica generalmente para tratar residuos cuya mezcla tiene un porcentaje medio de materia seca inferior al 15 %, correspondiente, por ejemplo, a mezclas de lodos líquidos o grasos o mezclas compuestas principalmente de purines. Tal procedimiento puede ser utilizado también para tratar materias orgánicas sólidas que han sido mezcladas con agua o digestato líquido.

El procedimiento de metanización de vía húmeda consiste especialmente en conducir de manera generalmente continua las materias orgánicas que van a tratarse, la mayoría de las veces por medio de sistemas de bombeo o de tornillos sin fin, al interior de un digestor que generalmente está cerrado herméticamente por mediación de un techado o de una membrana flexible. Las materias orgánicas que van a tratarse son agitadas de manera continua en

5 el interior del digestor, muchas veces mediante uno o varios agitadores, que pueden ser de hélices o de paletas o, en ocasiones, mediante inyecciones de gas, especialmente de biogás, 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 en la biomasa en la superficie del líquido dentro del digestor, y de favorecer la formación de biogás y el contacto con los microorganismos. El digestor puede ser calentado eventualmente a temperaturas comprendidas entre 20 y 60 °C, en particular a temperaturas comprendidas entre 35 y 55 °C. Las materias orgánicas permanecen como promedio varias semanas en el digestor, típicamente durante un periodo que puede oscilar entre 20 y 80 días.

10 El biogás, producido en el transcurso de esta reacción de metanización, se almacena generalmente a presión atmosférica en una membrana flexible estanca fijada por encima del digestor. La membrana se materializa entonces en forma de una cúpula que contiene una bóveda gaseosa por encima de la pared vertical del digestor. Más raramente, el biogás se puede almacenar en un gasómetro, muchas veces una bolsa de almacenamiento flexible situada al lado del digestor.

15 Este procedimiento de metanización de vía húmeda presenta especialmente el inconveniente de que los residuos que han de degradarse pueden ser de difícil manipulación y preparación para su conducción hacia el digestor y precisan de un considerable gasto de energía para ser agitados de manera continua en el interior del digestor.

20 En los procedimientos de metanización de vía húmeda que incluyen la introducción de materias orgánicas sólidas, las materias orgánicas sólidas muchas veces son molidas antes de su incorporación al tanque de digestión, con el fin de facilitar la conducción de las materias orgánicas al seno del digestor, así como su agitación. En ocasiones, las materias orgánicas sólidas son objeto de un proceso de clasificación previa con el fin de retirar de ellas el máximo posible de objetos indeseables.

25 Este tipo de procedimiento de metanización de vía húmeda continua presenta muchas veces dificultades en la alimentación de la biomasa, pues muchas veces es necesario tratar previamente los residuos antes de su introducción en el digestor, especialmente moliendo la parte sólida de la biomasa y extrayéndole las materias indeseables. Además, el sistema de agitación en el seno del digestor puede sufrir daños debido a la naturaleza de las materias orgánicas o de las materias indeseables.

En segundo lugar, el procedimiento de metanización llamado de vía seca se lleva a la práctica para tratar residuos sólidos cuya mezcla tiene un porcentaje medio de materia seca generalmente superior al 15 %, oscilando especialmente entre el 15 % y el 40 %, correspondiente, por ejemplo, a estiércol, paja, residuos industriales o urbanos, o biomasa heterogéneas.

30 Consiste un primer tipo de procedimiento de metanización de vía seca en conducir en continuo, especialmente por medio de una tolva o de un sistema de tornillo sin fin, o, más raramente, de un potente sistema de bombeo, las materias orgánicas que van a tratarse al interior de un digestor, dispuesto la mayoría de las veces de manera horizontal. Las materias orgánicas sólidas que van a tratarse son agitadas, la mayoría de las veces lentamente, en el interior del digestor, el cual asimismo se puede calentar a temperaturas comprendidas entre 20 y 60 °C, en particular a temperaturas comprendidas entre 35 y 55 °C.

35 Además, las materias orgánicas sólidas muchas veces son molidas antes de ser incorporadas al tanque de digestión, con el fin de facilitar la conducción de las materias orgánicas al seno del digestor, así como su agitación. En ocasiones, las materias orgánicas sólidas son también objeto de un proceso de clasificación previa con el fin de retirar de ellas el máximo posible de objetos indeseables.

40 Este tipo de procedimiento de metanización de vía seca continua presenta muchas veces dificultades en la alimentación de la biomasa, pues muchas veces es necesario tratar previamente los residuos antes de su introducción en el digestor, especialmente moliéndolos y extrayéndoles las materias indeseables. Además, el sistema de agitación en el seno del digestor puede sufrir daños debido a la naturaleza de las materias orgánicas o de las materias indeseables.

45 Un segundo tipo de procedimiento de metanización de vía seca es un procedimiento discontinuo, o en lotes. Consiste en conducir las materias orgánicas sólidas, muchas veces por medio de máquinas mecánicas de carga/descarga, por ejemplo de tipo cargador de cangilones, al interior de celdas de metanización que, una vez llenadas, se cierran. Estas celdas son generalmente unos a modo de garajes equipados con puertas cuyo cierre se efectúa una vez realizada la carga. Las materias orgánicas son rociadas o duchadas a continuación con digestato líquido, cargado con bacterias, con el fin de realizar una percolación conducente a la producción de biogás. Una vez terminada la reacción, las puertas de cada celda se abren con el fin de recuperar el digestato sólido, generalmente por medio de las mismas máquinas mecánicas que para la carga. Tal procedimiento generalmente lleva a la práctica varias celdas de metanización o digestores, alimentadas con lotes uno tras otro. En este procedimiento, las celdas están destinadas generalmente a funcionar mayoritariamente al mismo tiempo, aun si han sido alimentadas en diferentes momentos. El biogás, producido a lo largo de la reacción de metanización, se almacena la mayoría de las veces por separado en un gasómetro, muchas veces una bolsa de almacenamiento flexible situada al lado de los digestores.

Este tipo de procedimiento de metanización de vía seca discontinua suscita principalmente el problema de la gestión

5 del biogás, susceptible de verse vertido a la atmósfera durante los periodos de llenado y de vaciado de las celdas de metanización. Además, la reacción de metanización no está optimizada debidamente, ya que la biomasa, introducida en estas celdas, no está mezclada y muchas veces se forman caminos preferentes de circulación del digestato líquido dentro de la biomasa sólida, impidiendo una correcta difusión del digestato líquido en el seno de la biomasa sólida que va a tratarse y, por tanto, impidiendo un íntimo contacto entre las bacterias y la biomasa, que reduce sensiblemente el porcentaje de degradación de la biomasa sólida.

De este modo, las materias orgánicas que van a tratarse plantean muchas veces dificultades en el transcurso de los diferentes procedimientos de metanización, pues presentan el inconveniente de incluir numerosos elementos indeseables y/o de ser de difícil manipulación y/o molienda.

10 En efecto, la paja, así como el estiércol o también las biomásas heterogéneas, pueden incluir cantos rodados, grava, arena, alambradas, cordeles, piezas metálicas procedentes de aperos agrícolas o también bolsas de plástico, elementos de embalaje o de envasado. Muchas veces, tales elementos son difíciles de separar de la biomasa que va a tratarse, por lo que pueden dañar seriamente las instalaciones que componen la unidad de metanización. A título de ejemplo, estos elementos indeseables pueden dañar las bombas, los tornillos sin fin y los molinos, llevando  
15 así a la sustitución parcial o total de las piezas de desgaste y/o de las piezas principales a proporción de elevadas frecuencias, dando origen a unos elevados costes de mantenimiento.

Además, la paja y los productos con paja, tales como los estiércoles, el tamo, las cañas de maíz, etc. son de delicada manipulación, pues la paja es abrasiva, lo cual puede estropear, degradar o desgastar los equipos empleados en el transcurso de las diferentes etapas de los procedimientos de metanización (etapas de molienda, de  
20 selección, de bombeo, de prensado y/o de agitación).

Por lo tanto, tales desperfectos son susceptibles de acarrear una disminución en la producción de biogás, e incluso un paro de la misma, y de inducir pérdidas de ingresos y/o un aumento de los costes de mantenimiento y de operación de la instalación.

Adicionalmente, una vez introducidos, la paja y los productos con paja muchas veces son difíciles de agitar dentro del digestor, pues tienen tendencia a flotar y/o a decantar y/o a entremezclarse, lo cual da origen a un considerable  
25 gasto de energía, especialmente un elevado consumo eléctrico. Tal gasto energético repercute negativamente en la rentabilidad de la instalación.

De este modo, el estiércol, la paja y los productos con paja son materias orgánicas que pueden resultar ser difíciles de valorar en vistas a una metanización.

30 Con objeto de subsanar algunos de estos inconvenientes, la solicitud de patente FR 2990951 describe especialmente un procedimiento de preparación de un sustrato de metanización a partir de biomasa fibrosa sólida, tal como el estiércol y la paja, que comprende una etapa de dilución 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 del líquido, en orden a preparar un sustrato de metanización. En particular, este procedimiento comprende una etapa de  
35 molienda de la biomasa antes o después de la dilución, por ejemplo puesta en práctica con el concurso de una bomba molidora. Este procedimiento tiene como propósito retirar los elementos indeseables de la biomasa fibrosa sólida por decantación y, consecuentemente, optimizar la preparación del sustrato de metanización antes de realizar su conducción al digestor.

No obstante, la biomasa fibrosa sólida aún permanece, con demasiada frecuencia, de difícil manipulación en el transcurso de este procedimiento. En efecto, la paja resulta ser complicada de comprimir, lo cual puede originar  
40 problemas de apriete y de bloqueo en correspondencia con las bombas y las prensas y/o con los medios de separación.

Tal procedimiento, asimismo, presenta el inconveniente de originar unos considerables gastos de energía con el fin de mantener correctamente la paja en suspensión en el líquido en el transcurso de la etapa de dilución. En efecto,  
45 se observa que la paja tiene tendencia a entremezclarse, a aglomerarse, a flotar y a no mezclarse con facilidad en el líquido.

Además, este procedimiento no resuelve debidamente el problema que surge al agitar la biomasa dentro del digestor. En efecto, la paja aún sigue siendo demasiado difícil de agitar dentro del digestor, ya que esta última flota en la superficie y se entremezcla, lo cual lleva a un fenómeno de acumulación y de formación de costras que  
50 especialmente impide la correcta circulación del biogás en el seno del tanque, cosa que complica su recuperación y que puede culminar en la completa aglomeración de la biomasa sólida presente en el digestor y a la parálisis del mismo.

El documento EP 0822251 da a conocer (figura 1) un digestor de metanización, destinado a la producción de biogás. El digestor incluye un tanque (42) para contener la biomasa sólida (9) y, en correspondencia con su parte superior:  
55 al menos una zona de admisión de la biomasa sólida y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual (abstract y col. 1,1.43-44), sobre la cual es apto para abrirse y para efectuar el cierre un techado (48), y que tiene al menos una zona de evacuación del biogás (51, 52). El digestor de D1 comprende un tapón (16) en el techado.

De este modo, las diferentes unidades de metanización puestas en práctica en el momento actual presentan cierto número de inconvenientes cuando deben tratar, en totalidad o en parte, biomasa sólida.

5 En vista de cuanto antecede, la invención tiene como finalidad principal valorar más eficazmente la biomasa sólida, al tiempo que minimiza los gastos de energía, reduce los gastos de personal de operación, hace innecesaria la compra y la instalación de ciertos equipos de preparación y de remoción de la biomasa sólida, disminuye los riesgos de daños en las instalaciones que componen la unidad de metanización y disminuye los costes de mantenimiento y de preparación de la biomasa sólida.

10 La presente invención, por tanto, tiene especialmente por objeto un digestor de metanización, destinado a la producción de biogás, que incluye un tanque, apto para contener biomasa sólida, que incluye en correspondencia con su parte superior: al menos una zona de admisión de la biomasa sólida y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual, sobre la cual es apto para abrirse y para efectuar el cierre un techado, y al menos una zona de evacuación del biogás. Preferentemente, estas zonas están separadas una de otra.

15 La zona de admisión, situada en particular sobre al menos una parte de la superficie superior del tanque sobre el cual se abre y efectúa el cierre el techado, permite la incorporación de la biomasa sólida en el interior del tanque y la evacuación de la biomasa sólida una vez terminada la digestión, es decir, del digestato sólido (también denominado biomasa sólida digerida residual). Así, el techado del digestor es practicable. La zona de admisión que permite incorporar y evacuar la biomasa sólida está preferentemente diferenciada de la zona de evacuación del biogás.

20 Por lo tanto, la zona de admisión permite introducir directamente la biomasa sólida en el digestor sin tener que efectuar una operación de separación de los elementos indeseables o una dilución previa en un líquido o una molienda, lo cual 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 daños con respecto a unidades de metanización convencionales.

25 En particular, el digestor según la invención permite obviar un dispositivo encaminado a separar los elementos indeseables de la biomasa sólida, un dispositivo de molienda y un dispositivo de remoción de la biomasa dentro del digestor.

30 Previa introducción de la biomasa sólida y cierre del techado, el tanque del digestor se llena con digestato líquido, que es conducido por mediación de una o varias bombas de alimentación, proveniente de una unidad de digestión apta para almacenar digestato líquido y biogás (denominada unidad de digestión principal y que puede estar compuesta de una o varias construcciones). Tras el llenado del tanque, primero con la biomasa sólida, y luego con digestato líquido, la metanización se desarrolla por percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida y difusión del digestato líquido en la biomasa sólida, la cual se halla totalmente inmersa (y, eventualmente, parcialmente puesta en suspensión), en condiciones anaerobias en el seno del tanque del digestor.

35 La digestión de la biomasa sólida por percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida y difusión del digestato líquido en la biomasa sólida permite obviar la necesidad de remover la mezcla de biomasa sólida y de biomasa líquida en el tanque del digestor, evitando así inversiones en medios mecánicos de remoción y costes de operación.

La zona de evacuación del biogás, situada en correspondencia con la parte superior del digestor, permite entonces recuperar una mezcla de biogás y de digestato líquido que a continuación se va a conducir hacia la unidad de digestión principal apta para almacenar biogás y digestato líquido.

40 Preferentemente, la zona de evacuación del biogás está localizada en correspondencia con la superficie superior del tanque del digestor.

45 Una vez terminada la metanización, se realiza un vaciado aerobio del digestato líquido contenido en el tanque del digestor, en cuyo transcurso el espacio vacante dejado por este vaciado se llena de aire y, entonces, el acceso a través de la zona de admisión permite recuperar fácilmente la biomasa sólida digerida residual, una vez terminada la digestión, minimizando la energía gastada en el transcurso de esta operación. Se trata, pues, de un procedimiento de metanización discontinuo, o en lotes.

Dicho de otro modo, la zona de admisión constituye un orificio de entrada y de salida de la biomasa sólida situado en correspondencia con la superficie superior del tanque del digestor según la invención.

50 De este modo, el digestor según la invención está unido, con interposición de un circuito de alimentación de digestato líquido y un circuito de evacuación del biogás y del digestato líquido, a una unidad de digestión principal apta para contener biogás y digestato líquido. De esta manera, entre el digestor y la unidad de digestión principal se puede llevar a la práctica una circulación permanente, de ida y vuelta, del digestato líquido.

55 Por lo tanto, el digestor según la invención permite valorar más eficazmente la biomasa sólida, reduciendo las inversiones en diversos equipos, los gastos energéticos, de personal y de mantenimiento de los equipos, el desgaste de los equipos materiales y los riesgos de daños.

De acuerdo con una característica de la invención, el digestor está coronado por un medio de cogida apto para permitir la alimentación de biomasa sólida y la evacuación de la biomasa sólida digerida residual.

Dicho de otro modo, el medio de cogida es apto para cargar la biomasa sólida en el digestor y descargar la biomasa sólida digerida residual, una vez terminada la digestión, a través de la zona de admisión del digestor.

- 5 El medio de cogida permite, por tanto, agarrar la biomasa sólida e incorporarla en el digestor sin tener que efectuar una etapa de clasificación o de separación previa de los elementos indeseables susceptibles de dañar las instalaciones que componen la unidad de metanización, y sin tener que efectuar una etapa de molienda ni de dilución de la biomasa sólida.

- 10 El medio de cogida también permite recuperar la biomasa sólida digerida residual una vez terminada la digestión, es decir, el digestato sólido, y evacuarla del digestor.

De este modo, el medio de cogida permite alimentar y descargar el digestor superiormente a través de la zona de admisión (de evacuación, respectivamente) situada en al menos una parte de la superficie superior del tanque sobre la cual efectúa el cierre el techado.

- 15 El medio de cogida puede servir asimismo para abrir el techado del digestor antes de alimentar el digestor con biomasa sólida o de descargar el digestato sólido.

El medio de cogida puede servir asimismo para cerrar el techado del digestor después de las operaciones de alimentación del digestor con biomasa sólida o de descarga del digestato sólido.

El medio de cogida es preferentemente una cuchara prensora apta para agarrar la biomasa sólida por intermedio de una pluralidad de ganchos o una cuchara apta para agarrar biomasa más pastosa por intermedio de cangilones.

- 20 De acuerdo con una característica del digestor, la zona de evacuación del biogás comprende al menos un elemento de separación perforado superior, situado en correspondencia con la parte superior del tanque, apto para separar, por una parte, la mezcla compuesta de biogás y de digestato líquido y, por otra, la biomasa sólida.

La zona de evacuación de biogás permite, por tanto, evacuar asimismo digestato líquido por rebosamiento.

- 25 En particular, la evacuación del biogás puede llevarse a cabo, preferentemente, de manera concomitante con la recirculación del digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.

Ventajosamente, el elemento de separación perforado superior, apto para extraer la mezcla basada en biogás y en digestato líquido, es un tubo perforado cuyo extremo está parcial o totalmente obturado.

- 30 De acuerdo con otra característica de la invención, el digestor comprende al menos un elemento de separación perforado inferior, situado en correspondencia con la parte inferior del digestor, con el fin de separar el digestato líquido y la biomasa sólida especialmente en los vaciados aerobios y anaerobios del digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.

Preferentemente, los elementos de separación perforados inferiores, situados en correspondencia con la parte inferior del tanque del digestor, se encuentran aguas arriba del sistema de vaciado y de evacuación del digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.

- 35 Preferentemente, el elemento de separación perforado inferior, situado en correspondencia con la parte inferior del digestor, es un piso perforado con posibilidad de estar situado en la totalidad o una parte del suelo del digestor y/o es una virola perforada situada en sobreespesor sobre la virola o el muro vertical del tanque del digestor.

- 40 En particular, el piso perforado puede corresponderse con una corona perforada que ocupa parcialmente el suelo del digestor, lo cual permite minimizar los riesgos de daños en el piso por el medio de cogida, especialmente en la etapa de evacuación del digestato sólido.

Preferentemente, el elemento de separación perforado inferior es una corona perforada.

De acuerdo con una característica de la invención, el digestor comprende una abertura provista de una válvula apta para obturar o permitir el paso del aire entre el interior y el exterior del tanque del digestor y una válvula destinada a obturar o permitir la circulación del biogás y del digestato líquido entre el digestor y la unidad de digestión principal.

- 45 La válvula, apta para obturar o permitir el paso del aire entre el interior y el exterior del tanque del digestor, permite introducir aire en el interior del digestor, especialmente a la hora de la puesta en práctica de una etapa de vaciado aerobio, y permite evacuar el aire a la hora del llenado del digestor con digestato líquido tras la carga del digestor con biomasa sólida.

- 50 La válvula, apta para obturar o permitir la circulación del biogás y del digestato líquido, permite hacerlos circular por los circuitos de conducción unidos a la unidad de digestión principal.

La unidad de digestión principal puede corresponder a un digestor apto para almacenar conjuntamente digestato líquido y biogás o con dos tanques diferenciados capaces de almacenar por separado digestato líquido y biogás. En ciertos casos, la unidad de digestión principal puede incluir varios digestores aptos para almacenar conjuntamente digestato líquido y biogás o varios tanques diferenciados capaces de almacenar por separado digestato líquido y biogás.

La unidad de digestión principal está diferenciada del digestor según la invención.

De acuerdo con una característica de la invención, el techado apto para abrirse y cerrarse situado en la parte superior del digestor puede estar coronado por un tapón que permite asegurar una mejor estanqueidad del techado y evitar las eventuales fugas de biogás. En ciertos casos, este tapón puede ser un tapón líquido, pudiendo ser el líquido especialmente agua o digestato líquido.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de producción de biogás que comprende, sucesivamente:

- una etapa de alimentación de biomasa sólida, puesta en práctica mediante al menos un medio de cogida, a través de una zona de admisión y de evacuación situada en correspondencia con la parte superior de un tanque de un digestor y sobre la cual es apto para abrirse y para efectuar el cierre un techado,

- una etapa de llenado del tanque del digestor con digestato líquido para sumergir la biomasa sólida y eventualmente poner en suspensión una parte de dicha biomasa sólida,

- una etapa de digestión constituida a partir de una percolación del digestato líquido a través de la biomasa sólida y de una difusión del digestato líquido en la biomasa sólida, con el fin de poner en íntimo contacto las bacterias contenidas en el digestato líquido y la biomasa sólida, en condiciones anaerobias, para generar y recuperar luego el biogás a través de una zona de evacuación situada en la parte superior del digestor,

- una etapa de vaciado aerobio del digestato líquido del tanque del digestor, durante la cual se vacía el digestato líquido contenido en el digestor. Preferentemente, este vaciado consiste en un bombeo desde la parte inferior del tanque 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 de aire proveniente del exterior del tanque. Al término de esta etapa, la biomasa sólida parcial o totalmente digerida puede pasar a reposar sobre el fondo del tanque del digestor y/o sobre el elemento de separación inferior, y

- una etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual tras la digestión, en otras palabras, del digestato sólido, puesta en práctica mediante al menos un medio de cogida, a través de la zona de admisión de la biomasa sólida y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual del digestor.

Dicho de otro modo, el tanque del digestor se alimenta superiormente con biomasa sólida a través de una zona sobre la cual se abre y efectúa el cierre el techado del digestor.

Por lo tanto, el procedimiento de producción de biogás presenta la ventaja de no precisar de una etapa de preparación y/o de separación de los elementos indeseables y/o de molienda y/o de dilución previa de la biomasa sólida, ni de precisar de agitación de la biomasa sólida dentro del digestor, lo cual permite minimizar las inversiones en equipos y los gastos energéticos asociados a tales etapas, así como los eventuales riesgos de daños en los equipos del digestor o en los equipos puestos en práctica en el transcurso del procedimiento y disminuir los costes de personal y de mantenimiento relacionados con las diferentes etapas evitadas.

De acuerdo con 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 siguientes etapas:

- una etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido del tanque del digestor, durante la cual se vacía el digestato líquido contenido en el digestor. Preferentemente, este vaciado consiste en un bombeo desde la parte inferior del tanque 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 biogás proveniente de la unidad de digestión principal. Al término de esta etapa, la biomasa sólida parcial o totalmente digerida pasa a reposar sobre el fondo del tanque del digestor, y

- una etapa de nuevo llenado del tanque del digestor con digestato líquido. Preferentemente, el digestato líquido proviene de la unidad de digestión principal, previo vaciado anaerobio.

De acuerdo con una característica, entre la etapa de nuevo llenado del tanque 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 recuperar luego el biogás a través de la zona de evacuación del biogás situada en la parte superior del digestor.

En particular, el procedimiento incluye una etapa de apertura del techado del digestor antes de la etapa de alimentación, con el fin de permitir el llenado superiormente del tanque del digestor con biomasa sólida.

Así, la zona de admisión se halla situada en al menos una parte de la superficie superior del tanque sobre la cual efectúa el cierre el techado.

De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento incluye una etapa de cierre del techado sobre la zona de admisión del digestor con anterioridad a la etapa de llenado del tanque con digestato líquido.

- 5 Opcionalmente, el medio de cogida también puede abrir y eventualmente cerrar el techado del digestor.

El digestato líquido se introduce a continuación en el interior del tanque por intermedio de una o varias bombas de alimentación, proveniente de la unidad de digestión principal apta para almacenar biogás y digestato líquido.

- 10 De acuerdo con una forma de realización, tras la etapa de llenado del tanque mediante la biomasa sólida que va a tratarse y con el digestato líquido, la válvula, apta para obturar o permitir el paso del aire entre el interior y el exterior del tanque del digestor, se cierra de manera que la reacción de metanización se desarrolle en condiciones anaerobias.

La etapa de percolación lleva, en correspondencia con la parte superior del digestor, a la formación de un flujo de biogás y de digestato líquido.

- 15 La percolación se verifica mediante la puesta en práctica de una o varias bombas de circulación situada(s) entre la unidad de digestión principal y el tanque del digestor.

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

- 20 La percolación viene acompañada 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 íntimo contacto entre las bacterias y la biomasa sólida que va a tratarse.

- 25 Además, el bombeo y la circulación forzada del digestato líquido entre la unidad de digestión principal y el digestor presentan la ventaja de hacer circular una cantidad muy grande de digestato líquido a través de un menor volumen de biomasa sólida que va a tratarse, lo cual limita los riesgos de acidosis en el digestor, en torno a la biomasa sólida que va a tratarse.

- 30 En efecto, en los demás procedimientos de metanización, cantidades demasiado grandes de biomasa para tratar en el digestor pueden llevar a una reacción de acidogénesis excesiva, con posibilidad de provocar una acidificación del digestato líquido, o acidosis, que acarrea una inhibición parcial, e incluso total, de la metanogénesis y, por tanto, de la producción de metano. En resumen, tal reacción está provocada cuando la producción de ácidos grasos volátiles, inducida por bacterias acidogénicas, es mayor que la capacidad de transformación de estos ácidos grasos en metano por las bacterias metanogénicas.

- 35 De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento comprende, a la hora de la evacuación del biogás hacia la unidad de digestión principal y de la recirculación del digestato líquido hacia la unidad de digestión principal, una etapa de separación, puesta en práctica por medio de al menos un elemento de separación perforado superior, preferentemente un tubo perforado o un techo perforado, que a la vez permite extraer la mezcla compuesta de biogás y de digestato líquido hacia la unidad de digestión principal y retener en el digestor la biomasa fibrosa sólida que se encuentra en suspensión dentro del tanque.

- 40 En particular, durante la fase de digestión anaerobia, la válvula que permite obturar o permitir la circulación del biogás y del digestato líquido es abierta con el fin de hacer circular el biogás y el digestato hacia la unidad de digestión principal. La válvula se halla situada, en especial, aguas abajo del elemento de separación superior y aguas arriba o sobre los circuitos de conducción del biogás y del digestato líquido.

- 45 De acuerdo con una forma de realización, la etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido se lleva a la práctica vaciando inferiormente el tanque del digestato líquido, lo que provoca el apelmazamiento de la biomasa sólida en el fondo del tanque y permite eliminar los caminos preferentes de percolación, así como las bolsas de biogás bloqueadas dentro de la biomasa.

La etapa de vaciado anaerobio puede ser llevada a la práctica aspirando el digestato líquido por intermedio de la o las bomba(s) situada(s) entre el tanque del digestor y la unidad de digestión principal.

La aspiración del digestato líquido preferentemente puede tener lugar aguas abajo del elemento perforado inferior para evitar que la biomasa sólida sea arrastrada con el digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.

- 50 La etapa de vaciado anaerobio permite al biogás proveniente de la unidad de digestión principal llenar el conjunto del volumen liberado dentro del tanque en sustitución del digestato líquido que es aspirado por la bomba hacia la unidad de digestión principal.

Después de la etapa de vaciado anaerobio, nuevamente se lleva a la práctica una etapa de nuevo llenado del tanque con digestato líquido con el fin de proseguir la reacción de metanización.

De igual manera que anteriormente, la etapa de digestión lleva a la formación de biogás, recuperado por intermedio del elemento de separación perforado superior situado en correspondencia con la parte superior del digestor.

- 5 De acuerdo con una forma de realización, la etapa de vaciado aerobio del digestato líquido del tanque del digestor se realiza al final del ciclo de metanización.

Tal etapa se lleva a la práctica cerrando la válvula que permite obturar o hacer circular el biogás y el digestato líquido, y abriendo la válvula que permite obturar o introducir el aire en el digestor y vaciando el tanque del digestato líquido desde la parte inferior del tanque del digestor hacia la unidad de digestión principal.

- 10 La etapa de vaciado aerobio se lleva a la práctica aspirando el digestato líquido por intermedio de la o las bomba(s) situada(s) entre el tanque del digestor y la unidad de digestión principal.

La aspiración del digestato líquido puede tener lugar preferentemente aguas abajo del elemento perforado para evitar que la biomasa sólida sea arrastrada con el digestato líquido hacia la unidad de digestión principal.

- 15 La etapa de vaciado aerobio permite al aire proveniente del exterior llenar el conjunto del volumen liberado dentro del tanque en sustitución del digestato líquido que es aspirado por la bomba hacia la unidad de digestión principal.

De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento incluye una etapa de apertura del techado sobre la zona de admisión de la biomasa sólida con anterioridad a la etapa de evacuación del digestato sólido, correspondiente a la biomasa sólida digerida residual tras la metanización.

- 20 La etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual se puede efectuar por intermedio del medio de cogida apto para agarrar la biomasa sólida digerida residual tras la metanización.

Tal etapa presenta la ventaja de poder desarrollarse con toda seguridad tras el vaciado aerobio del digestato líquido, en ausencia de contacto con el biogás.

- 25 La invención aún se refiere a un sistema de producción de biogás, que incluye al menos un digestor tal y como se ha definido anteriormente, que está(n) unido(s), por intermedio de un circuito de alimentación de digestato líquido y de un circuito de evacuación de biogás y de digestato líquido, a al menos una unidad de digestión principal apta para contener biogás y digestato líquido.

- 30 Dicho de otro modo, el sistema de producción de biogás corresponde a una instalación de metanización que lleva a la práctica una unidad de digestión principal destinada a alimentar con digestato líquido uno o varios digestores de metanización, tal(es) y como se ha(n) definido anteriormente, y a recuperar el biogás producido por este o estos diferentes digestores.

Alternativamente, la o las unidades de digestión principal pueden estar constituidas cada una de ellas por dos construcciones diferenciadas, una destinada a contener principalmente digestato líquido, destinada la otra a contener principalmente biogás.

La unidad de digestión principal es diferente del digestor según la invención.

- 35 Preferentemente, el circuito de evacuación de biogás y de recirculación del digestato líquido hacia la unidad de digestión principal comprende un circuito apto para conducir biogás y un circuito apto para conducir digestato líquido.

Preferentemente, el circuito de evacuación comprende una vasija de separación apta para separar el biogás y el digestato líquido.

La unidad de digestión principal no contiene biomasa sólida, o en cantidades muy pequeñas.

- 40 La unidad de digestión principal puede tener una función complementaria de producción de biogás. En efecto, durante la etapa de digestión, la recirculación del digestato líquido proveniente del o los digestores hacia la unidad de digestión principal, tras la percolación del digestato líquido en la biomasa sólida, puede provocar acarreo, con el digestato líquido, de materias finas sólidas aún no digeridas y/o acarreo de ácidos grasos volátiles que no han tenido tiempo de ser transformados en biogás en el digestor. En estas condiciones, la metanización residual de estas materias se produce en la unidad de digestión principal.

Como se ha indicado anteriormente, la unidad de digestión principal puede estar compuesta de una o varias construcciones.

- 50 Otras ventajas y características de la invención se irán poniendo de manifiesto con la detenida observación de la descripción detallada de una forma de realización de la invención, en modo alguno limitativa, y de los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la figura 1 representa esquemáticamente una vista en sección del digestor, según la invención, unido a una unidad de digestión principal que almacena conjuntamente biogás y digestato líquido,

las figuras 2 a 9 representan esquemáticamente sendas vistas en sección del digestor en el transcurso de las diferentes etapas del procedimiento de producción del biogás,

5 la figura 10 representa esquemáticamente una vista desde arriba de un digestor según la invención,

la figura 11 representa esquemáticamente una vista del digestor, según la invención, unido a una unidad de digestión principal compuesta de dos construcciones, y

10 la figura 12 ilustra esquemáticamente una vista desde arriba de un sistema de producción de biogás y de digestato que comprende una unidad de digestión principal apta para alimentar con digestato líquido una pluralidad de digestores, conformes a la presente invención, y para almacenar el biogás proveniente de dichos digestores.

En la figura 1, se representa de manera esquemática una unidad de digestión principal 1, compuesta de una sola construcción, y un digestor 7 según la invención.

15 La unidad de digestión principal 1 comprende un tanque 3, que tiene una forma esencialmente cilíndrica, lleno de digestato líquido 5, que está coronado por una membrana estanca 2 que constituye un espacio de almacenamiento de gas 4, el cual se llena de biogás 25. Por lo tanto, la membrana 2 ocupa la parte en altura de la unidad de digestión principal 1, configurando así una cúpula que contiene una bóveda gaseosa. El tanque 3 corresponde a una reserva de digestato líquido 5.

Como variante, el tanque 3 puede presentar una forma cúbica o paralelepípedica.

20 El tanque 3 puede fabricarse a partir de acero, de hormigón o de cualquier otro material, en tanto que la membrana estanca 2 se puede realizar en polímero, especialmente en polietileno, polipropileno o policloruro de vinilo.

Como variante, la membrana estanca 2 puede estar coronada por al menos una membrana suplementaria, de manera que quede aire emparedado entre la membrana suplementaria y la membrana estanca 2.

25 La unidad de digestión principal 1 está unida a un digestor 7, según la invención, por mediación de una tubería 6b sobre la que va montada una bomba 6a. El digestor 7 comprende un tanque 8, de forma esencialmente cilíndrica, provisto de un orificio de entrada 9, que tiene una superficie inferior o igual a la superficie total de la parte superior del tanque 8, sobre el cual es apto para efectuar el cierre y/o para abrirse un techado practicable 10. Como variante, el tanque 8 puede presentar una forma esencialmente cúbica o paralelepípedica.

30 En correspondencia con la periferia del orificio de entrada 9, el tanque 8 incluye una corona 11 que es saliente hacia el exterior con respecto a la superficie superior 12 del tanque 8. La corona saliente 11 puede plasmar una posición al tope que permite sujetar el techo practicable 10 cuando este está en posición levantada. La corona saliente 11, asimismo, puede configurar una muralla de seguridad o un murete de separación que permite proteger los elementos situados en el exterior de la corona 11, especialmente en el transcurso de la etapa de alimentación y de evacuación de la biomasa. La corona 11 puede representar un recinto en el que estará situado un tapón que asegure la estanqueidad del techado (representado en la figura 4). Tal tapón puede ser líquido o sólido. En la forma  
35 de realización ilustrada en la figura 1, el techado practicable 10 está abierto, permitiendo al aire circular a través del orificio de entrada 9 y en el interior del tanque 8.

40 La bomba 6a no solo permite alimentar el digestor 7 con digestato líquido 5 procedente de la unidad de digestión principal 1, sino también vaciar el digestato líquido 5 que se encuentra en el interior del tanque 8 hacia el digestor principal 1. En la forma de realización ilustrada en la figura 1, la tubería 6b une el tanque 3, relleno con digestato líquido 5, de la unidad de digestión principal 1, con el tanque 8 del digestor 7, que está vacío.

De este modo, la tubería 6b corresponde a una tubería de alimentación, en la etapa de llenado del tanque 8 con digestato líquido 5, y a una tubería de vaciado del tanque 8 en las etapas de vaciados anaerobios y aerobios.

45 El tanque 8 incluye, en correspondencia con su parte superior, un elemento de separación perforado superior 13, preferentemente un tubo perforado, saliente que parte del interior hasta el borde del tanque 8. El elemento de separación perforado superior 13 está posicionado en el exterior de la corona 11.

El elemento de separación perforado superior 13 comprende una pluralidad de intersticios 13'.

50 El elemento de separación perforado superior 13 está conectado a una conducción 14 sobre la cual va montada una válvula 15 situada aguas arriba de una vasija de separación 14c, la cual está unida a dos circuitos diferenciados 14a y 14b que están unidos por su extremo a la unidad de digestión principal 1. La conducción 14 permite recuperar un fluido dimanado del elemento de separación perforado superior 13 y la válvula 15 permite obturar o permitir la circulación del fluido por el circuito de conducción 14. La válvula 15 se encuentra en posición cerrada en la figura 1.

El circuito 14a, destinado a conducir principalmente el biogás, se encuentra por encima del circuito 14b, destinado a conducir principalmente el digestato líquido, lo cual facilita el trasvase de los diferentes fluidos.

La vasija 14c, montada sobre el circuito de conducción 14, permite separar más eficazmente el biogás del digestato líquido cuando son extraídos del tanque 8 a través del elemento de separación 13.

5 En la figura 1, la vasija 14c contiene digestato líquido 5 dimanado de un precedente ciclo de metanización.

El circuito 14b puede comprender una bomba de circulación (no representada en la figura 1), con el fin de facilitar la conducción del digestato líquido.

El elemento de separación perforado superior 13 se encuentra, pues, localizado en una zona de evacuación del biogás 9', situada en correspondencia con la parte superior del tanque 8 del digestor 7.

10 Aunque, en la figura 1, tan solo se ha representado, en sección, un único elemento de separación perforado 13, preferentemente pueden ir montados sobre la conducción 14 una pluralidad de elementos de separación perforados 13a, 13b, 13c, etc.

15 De manera alternativa, el elemento de separación perforado superior 13 puede estar localizado lateralmente en correspondencia con la parte superior del tanque 8 (no representado en la figura 1). En este caso, la zona 9' puede corresponder a una pronunciación situada lateralmente sobre la parte vertical de la parte superior del tanque 8 y la zona 9 podría abarcar la totalidad de la superficie superior del digestor 7.

20 El tanque 8 incluye asimismo una tubería 16 que es saliente hacia el exterior con respecto a la superficie superior 12 del tanque 8. La tubería 16 está abierta hacia el exterior, lo cual permite conducir el aire al interior del tanque 8 del digestor 7 o evacuarlo hacia el exterior del tanque 8. La válvula 17, montada sobre la tubería 16, permite posibilitar o impedir la introducción o la evacuación del aire en el interior del tanque 8. La tubería 16 está localizada en la zona 9'.

Como variante, la tubería 16 puede estar situada lateralmente en correspondencia con la parte superior de la pared del tanque 8.

En la figura 1, se representa el aire 24 que a la vez se localiza en el exterior y en el interior del tanque 8.

25 El tanque 8 incluye asimismo, en correspondencia con su parte inferior, un elemento de separación perforado inferior 18, preferentemente un piso perforado que ocupa parcial o totalmente el fondo del tanque 8. De este modo, el elemento de separación perforado inferior 18 puede corresponder a una corona perforada que ocupa parcialmente el fondo del tanque 8.

30 De manera alternativa, el elemento de separación perforado inferior 18 puede corresponder a un elemento vertical situado en sobreespesor de la virola o de la parte del muro vertical del tanque 8. El elemento de separación perforado inferior 18, asimismo, puede corresponder a cualquier otro tipo de elemento perforado situado aguas arriba de la tubería 6b, en las operaciones de vaciado aerobio o anaerobio del digestato líquido del tanque 8 del digestor 7 hacia el tanque 3 de la unidad de digestión principal 1.

35 El elemento de separación 18 comprende una pluralidad de intersticios 18', con el fin de dejar circular el digestato líquido 5 en las etapas de vaciados anaerobios y aerobios del digestor 7, al tiempo que retiene el digestato sólido dentro del tanque 8 del digestor 7.

En la forma de realización ilustrada en la figura 1, el tanque 8 incluye, a nivel de sus paredes, residuos de biomasa sólida digerida 19, que reposan sobre el elemento perforado 18 y/o en el fondo del tanque 8, que pueden estar dimanados de un precedente ciclo de metanización.

40 De manera alternativa, en el arranque del ciclo de metanización, el tanque 8 puede estar vacío y no contener ninguna biomasa sólida digerida residual a nivel de sus paredes.

En la figura 1, una cuchara prensora 20 está posicionada por encima del orificio de entrada 9 del tanque 8 y pende de un puente grúa 22 por mediación de un cable o de una cuerda que puede ser de acero. La cuchara prensora 20, tal y como se representa, incluye una pluralidad de ganchos 21 y se pilota a partir del puente grúa 22.

Como variante, la cuchara prensora 20 corresponde a una cuchara que tiene una pluralidad de cangilones.

45 Las figuras 2 a 8 representan las etapas sucesivas de un procedimiento de producción de biogás conforme a la invención.

En la figura 2, se representa esquemáticamente la etapa de llenado del tanque 8 del digestor 7 con biomasa sólida 23, en particular fibrosa y/o heterogénea, con el concurso de la cuchara prensora 20.

50 En el transcurso de esta etapa, el techo practicable 10 está en posición levantada, es decir, en posición abierta. La cuchara prensora 20 permite agarrar la biomasa sólida 23 almacenada en el exterior del digestor 7 con el fin de

depositarla en el interior del tanque 8 del digestor 7. Dicho de otro modo, la cuchara prensora 20 permite alimentar, superiormente, el tanque 8 del digestor 7, con biomasa sólida 23, a través del orificio de entrada 9 que está situado en correspondencia con la superficie superior 12 del tanque 8 del digestor 7. De este modo, el orificio de entrada 9 constituye una zona de admisión de la biomasa sólida 23.

5 La cuchara prensora 20 permite agarrar la biomasa sólida 23 que eventualmente contiene elementos indeseables, tales como cantos rodados, grava, arena, alambradas, cordeles, piezas metálicas procedentes de aperos agrícolas o también bolsas de plástico, sin necesidad de efectuar una operación previa de clasificación, ni de molienda, ni de dilución de la biomasa sólida en un líquido.

10 Dependiendo de su porcentaje de materia seca, una fracción líquida de la biomasa 23 puede derramarse eventualmente de la cuchara prensora en el momento de la etapa de alimentación del tanque 8.

Como variante, la cuchara prensora 20 puede servir asimismo para abrir el techado practicable 10 para depositarlo junto al tanque 8 o más lejos, y para efectuar su cierre en lo sucesivo.

La biomasa sólida 23 se encuentra entonces en el interior del tanque 8 y reposa en el fondo y/o sobre la totalidad o parte del elemento de separación perforado inferior 18.

15 Los intersticios 18' del elemento de separación perforado inferior 18 presentan un tamaño suficientemente pequeño para evitar que la biomasa 23 pueda penetrar en la tubería 6b en las etapas de vaciado anaerobio y aerobio del tanque 8.

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

20 Cuando se termina la etapa de llenado del tanque 8 con biomasa sólida 23, el techado practicable se cierra en orden a cubrir por completo de manera estanca el orificio de entrada 9.

25 De este modo, la figura 3 ilustra el tanque 8 del digestor 7, previo cierre del techado amovible 10, que está lleno de digestato líquido 5, conducido por intermedio de la bomba de alimentación 6a, proveniente del tanque 3 de la unidad de digestión principal 1. En particular, en la figura 3, el digestato líquido 5 es conducido en correspondencia con la parte inferior del tanque 8 bajo el elemento perforado 18 y circula a través de los intersticios 18' del piso 18.

El tanque 8 del digestor 7, asimismo, puede llenarse de digestato líquido 5 a través de una entrada situada en una zona situada por encima del elemento perforado inferior 18.

De este modo, el tanque 8 puede llenarse de digestato líquido 5 que no pasa a través del elemento perforado inferior 18.

30 De manera alternativa, el digestato líquido 5 también se puede conducir por una entrada situada en cualquier otro sitio del tanque 8.

35 En el transcurso de esta etapa de llenado del tanque 8 con digestato líquido 5, la válvula 17 se deja en posición abierta de manera que el aire, presente en el tanque 8, sea evacuado del digestor 7 por mediación 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 del tanque 8. La válvula 15 está cerrada, de manera que el aire 24 no circule hacia la unidad de digestión principal 1.

40 La biomasa sólida 23, y eventualmente la biomasa sólida digerida residual 19 dimanada de un precedente ciclo de metanización, termina hallándose entonces inmersa en el digestato líquido 5 en el interior del tanque 8. En la forma de realización ilustrada en la figura 3, la biomasa sólida 23 y los residuos de biomasa digerida 19 terminan hallándose mezclados entre sí.

45 El nivel del digestato líquido 5 dentro del tanque 3 del digestor principal 1 disminuye, en tanto que aumenta en el interior del tanque 8 al expulsar el aire, que se encuentra en el interior del tanque 8, el cual escapa a través de la tubería 16. La etapa de llenado se dará por terminada cuando el nivel del digestato líquido 5 haya alcanzado y sobrepasado ligeramente hacia arriba el nivel de la válvula 17 y se haya evacuado la totalidad del aire contenido en el tanque 8.

En la figura 3 se representa, por una parte, el sentido de circulación 27 del digestato líquido 5 en el interior del tanque 8 del digestor 7 que refleja el aumento de nivel dentro del tanque 8 y, por otra, el sentido de circulación 27 que ilustra 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 de la tubería 6b.

50 De conformidad con la figura 4, una vez llenado el tanque 8 con el digestato líquido 5, la válvula 17 se cierra en orden a poner el digestor 7 en condiciones anaerobias, es decir, a impedir toda introducción de aire en el tanque 8, en tanto que la válvula 15 se abre con el fin de recoger la mezcla biogás y digestato líquido.

La figura 4 representa, pues, la etapa de digestión de la biomasa 23 en condiciones anaerobias. En el transcurso de esta etapa, se forma biogás en el seno del tanque 8.

5 Se lleva a la práctica una percolación del digestato líquido 5 a través de la biomasa 23 mediante el bombeo del digestato líquido 5 proveniente de la unidad de digestión principal 1. La percolación se desarrolla a través de la biomasa sólida 23 de manera que la mayor parte posible de la biomasa sólida 23 sea puesta en íntimo contacto con las bacterias contenidas en el digestato líquido 5 y, así, pueda reaccionar en el transcurso de la digestión. En la figura 4, se representa esquemáticamente el flujo de digestato líquido 5 circulante, por percolación vertical ascendente, a través del conjunto de la biomasa sólida 23.

10 De conformidad con la figura 4, preferentemente, la alimentación de digestato líquido 5 continúa a lo largo de toda la etapa de digestión, con el fin de que el digestato líquido 5 siga circulando a través de la biomasa sólida 23, lo cual disminuye el riesgo de incidencia de indeseables reacciones químicas o biológicas puntuales en ciertos lugares del montón de biomasa sólida 23, tal como, por ejemplo, la acidosis, las cuales podrían alterar la calidad de la flora bacteriana.

15 Sin embargo, la alimentación de digestato líquido 5, en ciertos casos, puede ser interrumpida temporal o definitivamente, en particular hacia el final del ciclo de metanización, momento en que son menos virulentas las reacciones químicas y biológicas.

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

En la forma de realización de la figura 4, la biomasa fibrosa sólida 23 se disgrega en el transcurso de 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.

25 El biogás 25 y el digestato líquido 5 son extraídos a través de los intersticios 13' del elemento de separación perforado superior 13, en tanto que la biomasa sólida 23 permanece inmersa en el tanque 8. La mezcla de biogás 25 y de digestato líquido 5, circulante a través del elemento de separación perforado superior 13, se representa esquemáticamente en la figura 4.

30 El biogás y el digestato líquido son conducidos conjuntamente por el circuito 14 hasta la vasija de separación 14c. En la figura 4, previa separación del biogás 25 y del digestato líquido 5, la tubería 14a conduce principalmente el biogás 25, en tanto que la tubería 14b conduce principalmente el digestato líquido 5.

35 En la figura 4, se representa el nivel 5a del digestato líquido 5 en la vasija de separación 14c. El digestato líquido 5 termina hallándose conducido por un circuito de conducción 14b correspondiente a una conducción de rebosamiento del digestato líquido. El digestato líquido 5 presente en el circuito 14b es conducido hasta el tanque 3, lleno de digestato líquido 5, del digestor principal 1. En la figura 4, el digestato líquido 5 inyectado en el tanque 8 del digestor 7, por intermedio de la bomba 6, se recircula por rebosamiento, por medio del circuito de conducción 14b, al tanque 3 del digestor principal 1. El sentido de circulación del digestato líquido 5 está representado mediante las flechas 27.

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

40 El biogás 25, por su parte, es conducido por 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 el tanque 3 de la unidad de digestión principal 1.

De este modo, el elemento de separación perforado superior 13 está localizado en una zona de evacuación 9' del biogás 25 que está situada en correspondencia con la parte superior del tanque de digestión 8.

45 En otras palabras, la zona 9' constituye el espacio de evacuación del digestato líquido 5 y del biogás 25.

Además, la zona 9' constituye el espacio de evacuación o de introducción del aire en el tanque 8.

La etapa de digestión permite producir biogás sin tener que llevar a la práctica necesariamente una etapa de agitación de la biomasa sólida 23, lo cual permite disminuir las inversiones en equipos de agitación y de remoción y reducir los gastos energéticos y de mantenimiento que generalmente conlleva esta etapa.

50 De conformidad con la figura 4, sobre el techado practicable 10 del tanque 8 puede estar posicionado un tapón 26, en orden a ejercer una presión con el fin de asegurar mejor su estanqueidad y su correcto cierre en el transcurso de la etapa de digestión.

- El tapón 26 puede ser un tapón líquido constituido a partir de agua clara o de digestato líquido que puede provenir de la reserva de digestato líquido 5 de la unidad de digestión principal 1 y/o de fugas en el techado 10 provenientes del tanque 8. El tapón 26 podrá recubrirse por intermedio de una tapa, de un techado cerrado de doble pared o de una tapa de plástico, especialmente una lona de plástico. Preferentemente, el nivel superior del tapón líquido 26 será el mismo que el nivel de rebosamiento del digestato líquido 5 en la vasija de separación 14c, hacia la tubería de circulación 14b.
- Como variante, la separación del biogás 25 y del digestato líquido 5 puede efectuarse sin la presencia de una vasija de separación 14c, e incluso sin la presencia de varias tuberías de conducción 14a ó 14b. En este caso, la separación del biogás 25 y del digestato líquido 5 tendría lugar en la unidad de digestión principal 1.
- Durante la etapa de digestión, la biomasa sólida 23 se sumerge en el digestato líquido 5 y puede en parte flotar en la parte superior del tanque 8, encontrarse en parte en suspensión en medio del tanque 8 o en parte decantar y encontrarse en la parte inferior del tanque 8.
- En la figura 5, se representa esquemáticamente la etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido 5 del tanque 8 del digestor 7, hacia el tanque 3 de la unidad de digestión principal 1, vaciando el digestato líquido 5 por mediación de la bomba 6a y conservando la válvula 17 en posición cerrada, en tanto que la válvula 15 está en posición abierta.
- La etapa de vaciado permite, mediante el apelmazamiento en el fondo del digestor 7 de la biomasa sólida 23 parcialmente digerida a continuación de la etapa de digestión y de difusión, suprimir los eventuales caminos preferentes de percolación, así como las eventuales bolsas de biogás, bloqueadas dentro de la biomasa 23. De este modo, el biogás 25, que se encuentra dentro del circuito 14a, circula desde la unidad de digestión principal 1 en dirección al interior del tanque 8 del digestor 7, pasando a través del elemento de separación perforado superior 13. Así, el biogás pasa a llenar el espacio dejado vacante mediante el vaciado del digestato líquido 5. En el transcurso de esta etapa de vaciado, la biomasa sólida 23 vuelve a descender hacia el fondo del tanque 8 en dirección al elemento de separación perforado inferior 18 y, por último, pasa a depositarse en el fondo del tanque 8 y/o sobre el elemento de separación perforado inferior 18.
- En la figura 5, se representa el sentido de circulación del biogás 25 por el circuito 14 en dirección al tanque 8, así como el sentido de circulación 27 del digestato líquido 5 en dirección al tanque 3 de la unidad de digestión principal 1.
- El elemento de separación perforado inferior 18 presenta la ventaja de dejar pasar el digestato líquido 5 en el momento del vaciado anaerobio, reteniendo en el tanque 8 la biomasa sólida 23 parcialmente digerida. Por lo tanto, el elemento de separación perforado inferior 18 permite separar el digestato líquido 5, dejándolo circular, y la biomasa sólida 23, lo cual permite no correr el riesgo de obstruir la bomba de alimentación 6a y no introducir digestato sólido 23 en la unidad de digestión principal 1.
- Durante la etapa de vaciado anaerobio, el tapón líquido 26 puede ser vaciado parcial o totalmente, en especial para evitar que se ejerza una presión demasiado intensa sobre el techado 10. La parte líquida evacuada puede ser vaciada en el interior del tanque 8 del digestor 7, o bien almacenarse en un lugar de almacenamiento para un posterior uso, o también trasvasarse hacia otro tanque de digestión, o, finalmente, evacuarse hacia cualquier otro destino.
- Tras el vaciado anaerobio del tanque 8, se lleva a la práctica una nueva etapa de llenado del tanque 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 la excepción de que la válvula 17 está en posición cerrada y de que la válvula 15 está en posición abierta.
- De conformidad con la figura 7, una vez terminada la etapa de llenado, se lleva a la práctica una vez más la etapa de digestión de la biomasa sólida 23, con el fin de continuar la producción de biogás 25.
- De igual manera que anteriormente, el biogás 25, dimanado de la etapa de digestión, es conducido principalmente por intermedio del circuito de conducción 14a hasta la unidad de digestión principal 1.
- Una vez terminada la etapa de digestión, es decir, al final del ciclo al cabo de aproximadamente 20 a 80 días, se lleva a la práctica una etapa de vaciado aerobio del tanque 8 del digestor 7, como se ilustra en la figura 8.
- La etapa de vaciado aerobio se lleva a la práctica cerrando la válvula 15, con el fin de impedir toda introducción de biogás 25 en el interior del tanque de digestión 8, y abriendo la válvula 17, con el fin de introducir el aire 24 en el interior del tanque de digestión 8 en sustitución del digestato líquido 5 evacuado, y bombeando el digestato líquido 5 por intermedio de la bomba 6a a través del elemento de separación perforado inferior 18, con el fin de evacuar el digestato líquido 5 hacia el tanque 3 de la unidad de digestión principal 1.
- Esta etapa permite vaciar el digestato líquido del tanque de digestión 8 evitando la presencia de biogás dentro del tanque 8, lo cual permite minimizar las fugas/vertidos de biogás a la atmósfera a la hora de la posterior puesta en práctica de la etapa de evacuación de la biomasa sólida residual 19 tras la digestión, es decir, el digestato sólido.

En esta figura, disminuye el nivel del digestato líquido 5 y el aire 24 se introduce progresivamente en el interior del tanque 8 del digestor 7, colmando el espacio dejado vacante mediante el vaciado del digestato líquido 5.

5 La figura 9 describe la etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual 19, una vez terminada la digestión, mediante la cuchara prensora 20. En particular, el techado practicable 10 es levantado de manera que la cuchara prensora 20 pueda ser accionada a través del orificio de entrada 9 del tanque 8. De esta manera, la cuchara prensora 20 permite agarrar la biomasa sólida digerida residual 19, una vez terminada la digestión, en orden a evacuarla, ya sea hacia una zona de almacenamiento, una zona de tratamiento, o bien una máquina de transporte.

10 En la forma de realización ilustrada en la figura 9, la cuchara prensora 20 agarra la biomasa sólida digerida residual 19 dentro del tanque 8 del digestor 7, eventualmente dejando que queden residuos de biomasa sólida digerida 19 a nivel de las paredes o del fondo del tanque 8.

Pueden dejarse residuos de biomasa sólida digerida 19 a nivel de las paredes, o en el fondo del tanque 8, o también sobre el elemento de separación inferior 18, ya que estos pueden constituir un buen substrato, muy rico en bacterias que serán susceptibles de actuar en el próximo ciclo de metanización.

15 Merced a la etapa de vaciado aerobio anterior, la etapa de recuperación de la biomasa sólida digerida residual 19 tras la metanización, correspondiente al digestato sólido, puede desarrollarse con toda seguridad, minimizando los riesgos de vertido de biogás a la atmósfera, así como los riesgos de puesta en contacto del biogás con las personas, la cuchara prensora y con los equipos situados fuera del tanque de digestión 8.

20 De este modo, el orificio de entrada 9 del tanque 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.

Dicho de otro modo, el orificio de entrada 9 del tanque 8 constituye un espacio de introducción de la biomasa sólida y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual.

25 En la figura 10, se representa de manera esquemática una vista desde arriba del tanque 8 del digestor 7, según la invención, que comprende un orificio de entrada 9 que constituye una zona de admisión de la biomasa sólida 23 y una zona de evacuación de la biomasa sólida digerida residual 19 tras la reacción de metanización.

El digestor 7 presenta asimismo una zona 9' de evacuación del biogás 25 y de introducción y de evacuación de aire.

La parte superior del tanque 8, en su espacio de evacuación del biogás 9', está provista de varios elementos de separación perforados superiores 13a, 13b, 13c y 13d, preferentemente tubos perforados, que son salientes partiendo del interior hasta el borde superior del tanque 8.

30 Los elementos de separación perforados superiores 13a, 13b, 13c y 13d están unidos a una tubería 14 que incluye una vasija de separación 14c conectada a dos circuitos diferenciados 14a y 14b que están unidos a la unidad de digestión principal 1 (no representada en la figura 10).

El circuito 14a constituye una conducción general que principalmente conduce biogás y el circuito 14b constituye una conducción general que principalmente conduce digestato líquido.

35 Como se ha indicado anteriormente, en el transcurso de la etapa de digestión, se extrae una mezcla de biogás 25 y de digestato líquido 5 a través de los elementos de separación perforados superiores 13a, 13b, 13c, 13d y se conduce por la tubería 14.

40 El digestato líquido 5 termina hallándose a continuación conducido principalmente por el circuito 14b hacia la reserva de digestato líquido 5 de una unidad de digestión principal 1, y el biogás 25 termina hallándose conducido principalmente por el circuito 14a hacia el espacio de almacenamiento de gas 4 de la unidad de digestión principal 1.

La parte superior del tanque 8, en su espacio de evacuación del biogás 9', también está provista de una o varias aberturas 16, que permiten la introducción o la evacuación del aire durante ciertas etapas de carga aerobia del digestato líquido o de descarga aerobia del digestato líquido 5.

45 En la figura 11, se representa esquemáticamente un digestor 7, según la invención, unido a una unidad de digestión principal compuesta de dos construcciones diferenciadas.

De conformidad con esta figura, la unidad de digestión principal comprende una primera construcción 41, que corresponde a un tanque 42 contenedor del digestato líquido 5 coronado en su superficie por una pequeña cantidad de biogás 25. Le segunda construcción 43 corresponde a un gasómetro apto para almacenar biogás 25.

Las dos construcciones 41 y 43 están unidas entre sí por una tubería 44.

50 De este modo, la unidad de digestión principal es apta para almacenar por separado principalmente biogás 25 y principalmente digestato líquido 5.

5 En la figura 11, el circuito de conducción 14 incluye una vasija de separación 14c unida a dos circuitos diferenciados 14a y 14b que están unidos a la unidad de digestión principal. En particular, el circuito de conducción 14b está unido al tanque 42 en correspondencia con la reserva de digestato líquido 5 y el circuito de conducción 14a está conectado a la parte superior de la construcción 42 en una zona que no incluye digestato líquido 5. Como alternativa, el circuito de conducción 14b puede estar conectado a la parte superior de la construcción 42 en una zona que no incluye digestato líquido 5.

Como se ha indicado anteriormente, en el transcurso de la etapa de digestión, se extrae una mezcla de biogás 5 y de digestato líquido 25 a través del elemento de separación perforado superior 13' y se conduce por la tubería 14.

10 El digestato líquido termina hallándose entonces conducido principalmente por el circuito 14b hacia la reserva de digestato líquido 5 del tanque 42.

El biogás 5, por su parte, circula principalmente por el circuito 14a y atraviesa la construcción 41, en una zona que no incluye digestato líquido 5, para ser conducido, por intermedio de la tubería 44, hacia el gasómetro 43.

De esta manera, la construcción 41 incluye, en la superficie del digestato líquido 25, una pequeña cantidad de biogás 5 procedente del circuito 14a que une el digestor 7 y la unidad de digestión principal 41.

15 La figura 12 representa esquemáticamente una vista desde arriba de un sistema o de una instalación de producción de biogás que comprende la unidad de digestión principal 1 susceptible de ser alimentada por rebosamiento con digestato líquido, con interposición de un circuito de conducción 14b, por una pluralidad de digestores 7 alimentados superiormente con biomasa sólida por intermedio de una cuchara prensora 20 montada sobre un puente grúa 22.

20 La unidad de digestión principal 1 se alimenta asimismo con biogás por intermedio de un circuito de conducción 14a a consecuencia de la producción de biogás en cada digestor 7.

La unidad de digestión principal 1 no se alimenta, o muy escasamente, con biomasa sólida 23 en el transcurso del procedimiento de metanización, sino que ventajosamente constituye una reserva de digestato líquido 5 y un espacio de almacenamiento de biogás 25.

25 Por lo tanto, la reserva de digestato líquido 5 sirve para alimentar los digestores 7, y el espacio de almacenamiento de biogás 25 sirve para recuperar el biogás 25 dimanado de los diferentes digestores 7.

En el transcurso del procedimiento de metanización considerado en su conjunto, la cuchara prensora 20 circula a través de los diferentes digestores 7 con el fin de alimentarlos superiormente con biomasa sólida 23.

De igual manera, la cuchara prensora 20 circula a través de los diferentes digestores 7 con el fin de recuperar superiormente las biomásas sólidas digeridas residuales 19, o digestatos sólidos, al final del ciclo de metanización.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de producción de biogás (25) que incluye:
  - al menos una unidad de digestión principal (1), constituida a partir de una o varias construcciones, apta para contener biogás (25) y digestato líquido (5),
- 5 - al menos un digestor de metanización (7), destinado a la producción de biogás (25), que incluye un tanque (8), apto para contener biomasa sólida (23), y que incluye, en correspondencia con su parte superior: al menos una zona (9) de admisión de la biomasa sólida (23) y de evacuación de la biomasa sólida digerida residual (19), sobre la cual es apto para abrirse y para efectuar el cierre un techado (10), y al menos una zona (9') de evacuación del biogás (25);
- 10 - comprendiendo dicha zona de evacuación del biogás (9') al menos un elemento de separación perforado superior (13, 13a, 13b, 13c, 13d), situado en correspondencia con la parte superior del tanque, apto para separar, por una parte, una mezcla compuesta de biogás (25) y de digestato líquido (5) y, por otra, biomasa sólida (23),
  - estando dicho digestor de metanización (7) coronado por un medio de cogida (20) apto para permitir la alimentación de la biomasa sólida (23) y la evacuación de la biomasa sólida digerida residual (19),
- 15 - estando unido dicho digestor, por intermedio de un circuito de alimentación (6b) de digestato líquido (5) y por intermedio de un circuito de evacuación (14) de biogás (25) y de digestato líquido (5), a dicha unidad de digestión principal (1).
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el medio de cogida (20) es una cuchara prensora (21) que incluye pluralidad de ganchos o una cuchara que incluye cangilones.
- 20 3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el elemento de separación perforado superior (13, 13a, 13b, 13c, 13d) es un tubo perforado cuyo extremo está parcial o totalmente obturado.
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho digestor (7) comprende al menos un elemento de separación perforado inferior (18), situado en correspondencia con la parte inferior del tanque (8), apto para separar el digestato líquido (5) de la biomasa sólida (23).
- 25 5. Sistema según la reivindicación 4, caracterizado por que el elemento de separación perforado inferior (18) es un piso perforado.
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho digestor (7) comprende una abertura (16) provista de una válvula (17), apta para obturar o permitir el paso del aire (24) entre el interior y el exterior del tanque (8) del digestor (7), y una válvula (15), situada sobre un circuito de conducción (14),
  - 30 apta para obturar o permitir la circulación de biogás (25) y de digestato líquido (5) entre el digestor (7) y una unidad de digestión principal (1) tal y como se define según la reivindicación 1.
7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho digestor (7) incluye un tapón líquido (26) posicionado sobre el techado (10) del tanque (8).
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de digestión principal (1) está constituida por dos construcciones diferenciadas, una destinada a contener principalmente digestato líquido (5), destinada la otra a contener principalmente biogás (25).
- 35 9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el circuito de evacuación (14) comprende un circuito (14a) apto para conducir biogás (25) y un circuito (14b) apto para conducir digestato líquido (25).
- 40 10. Procedimiento de producción de biogás (25) que comprende al menos las siguientes etapas sucesivas:
  - una etapa de alimentación de biomasa sólida (23), puesta en práctica mediante al menos un medio de cogida (20), a través de una zona de admisión y de evacuación (9) situada en correspondencia con la parte superior de un tanque (8) de un digestor (7), tal y como se define en la reivindicación 1, y sobre la cual es apto para abrirse y para efectuar el cierre un techado (10),
  - 45 - una etapa de llenado del tanque (8) del digestor (7) con digestato líquido (5) para sumergir la biomasa sólida (23),
  - una etapa de digestión, constituida a partir de una percolación del digestato líquido (5) a través de la biomasa sólida (23) y de una difusión del digestato líquido (5) en la biomasa sólida (23), en condiciones anaerobias, para generar y recuperar luego el biogás (25) a través de una zona de evacuación (9'), situada en la parte superior de
    - 50 dicho digestor (7), y

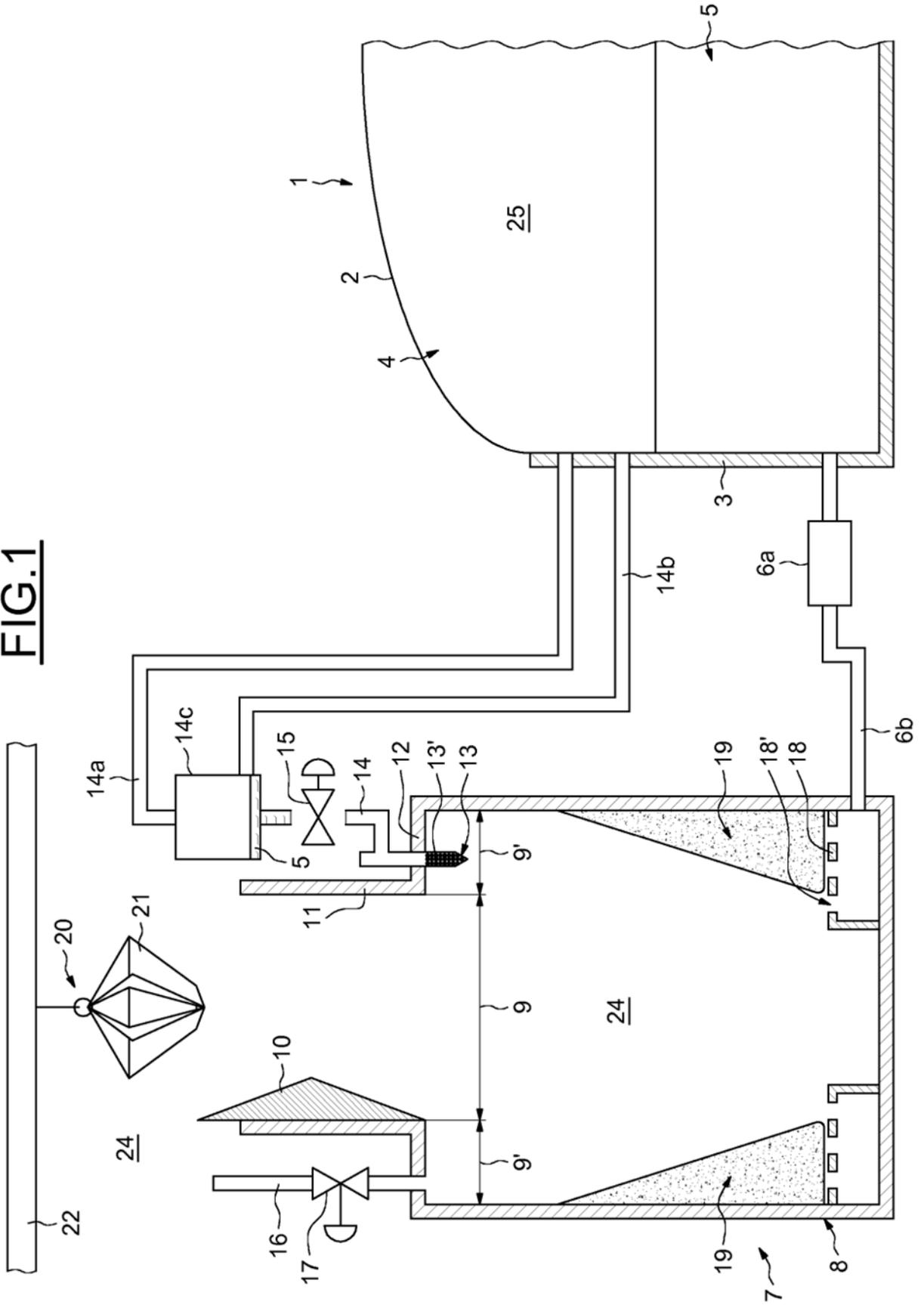
- una etapa de vaciado aerobio del digestato líquido (5) del tanque (8) del digestor (7), y
- una etapa de evacuación de la biomasa sólida digerida residual (19), puesta en práctica mediante al menos un medio de cogida (20), a través de la zona (9) del digestor (7).

5 11. Procedimiento de producción de biogás (25) según la reivindicación 10, caracterizado por que además comprende, entre la etapa de digestión y la etapa de vaciado aerobio del digestato líquido (5), al menos las siguientes etapas:

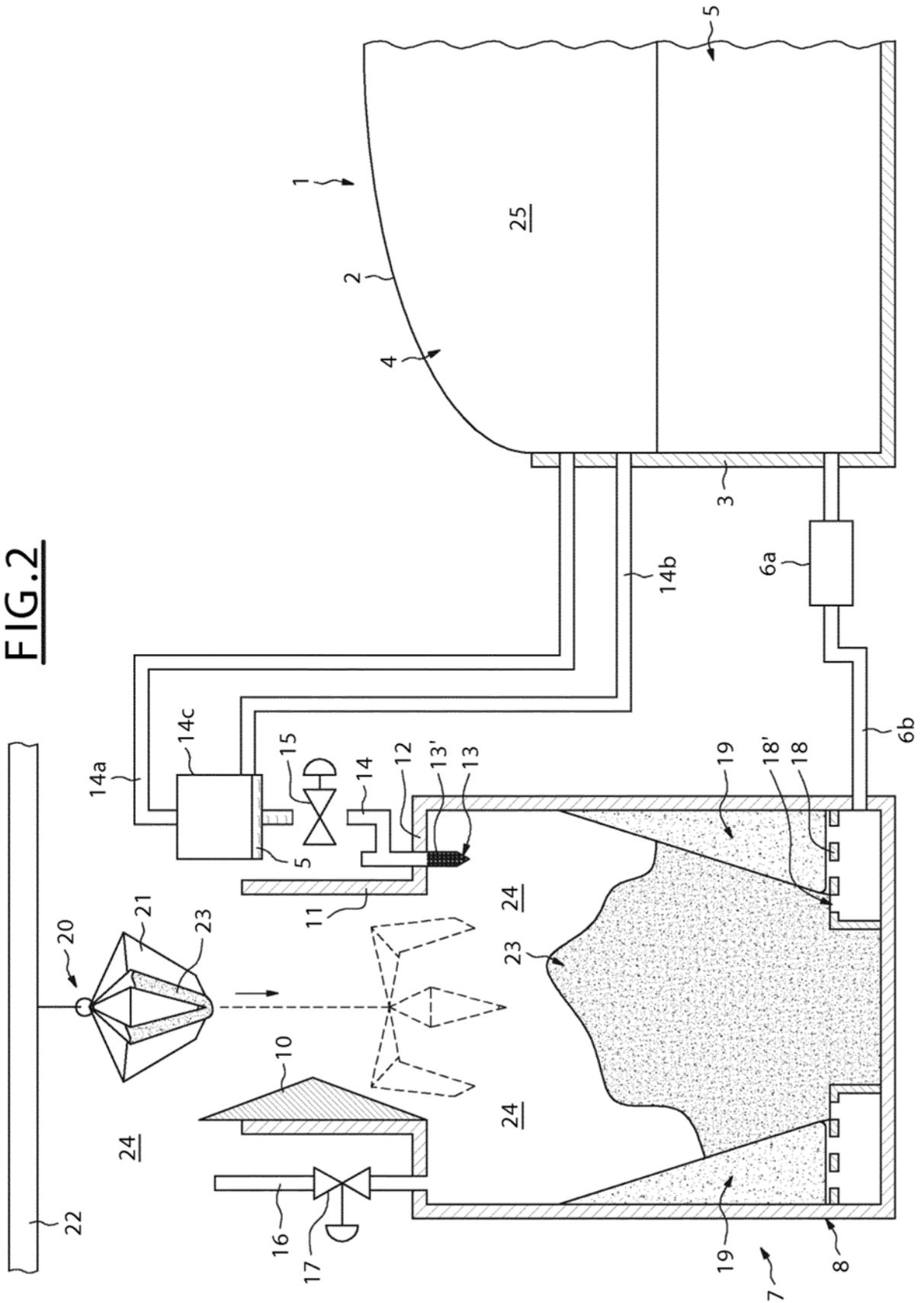
- una etapa de vaciado anaerobio del digestato líquido (5) del tanque (8) del digestor (7), y
- una etapa de nuevo llenado del tanque (8) del digestor (7) con un digestato líquido (5) tras el vaciado anaerobio.

10 12. Procedimiento de producción de biogás (25) según la reivindicación 11, caracterizado por que además comprende, después de la etapa de nuevo llenado del tanque (8) de dicho digestor (7) con un digestato líquido (5), al menos una etapa de digestión, constituida a partir de una percolación del digestato líquido (5) a través de la biomasa sólida (23) y de una difusión del digestato líquido (5) en la biomasa sólida (23) para generar y recuperar luego el biogás (25) a través de la zona (9').

FIG.1



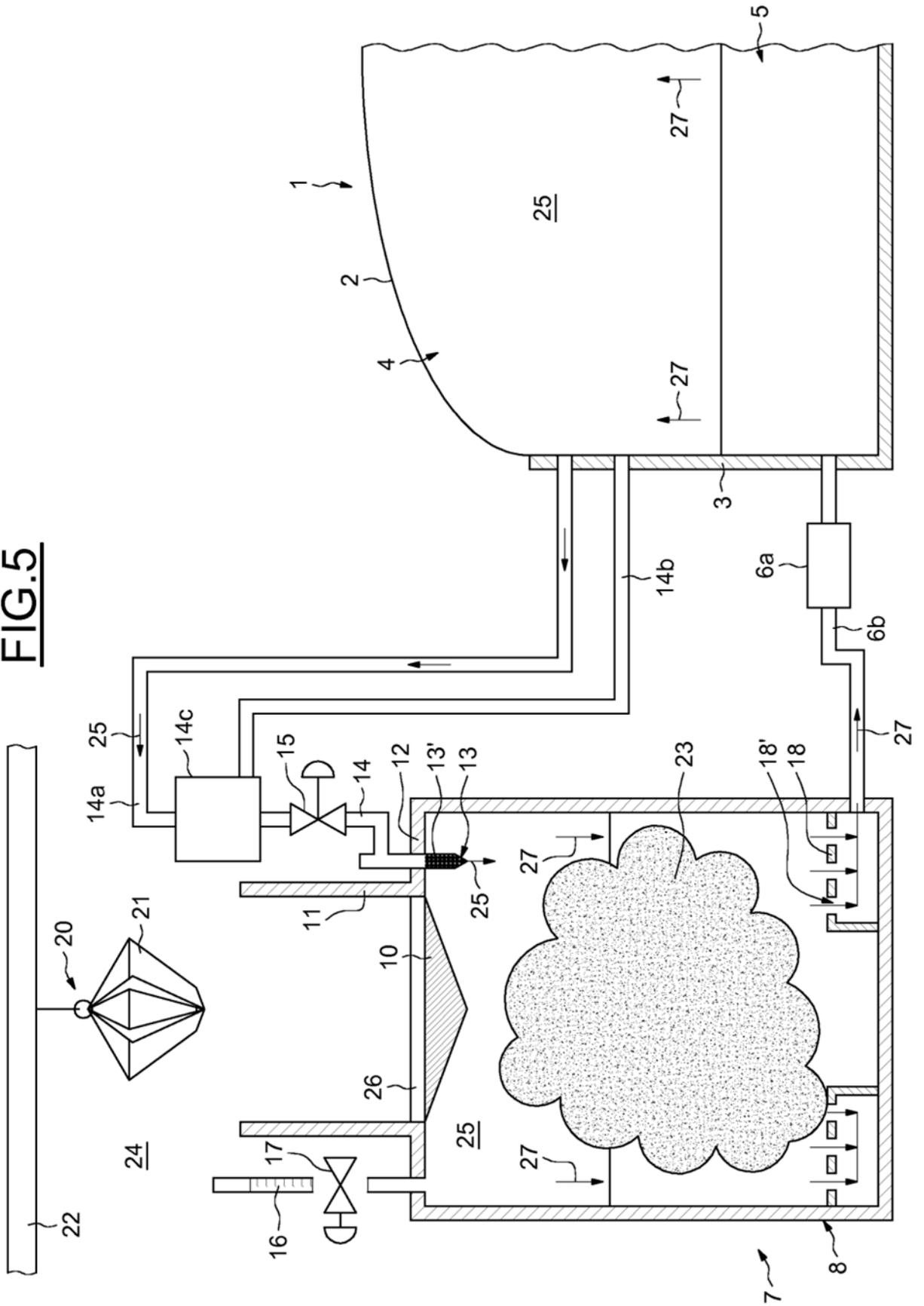
**FIG.2**



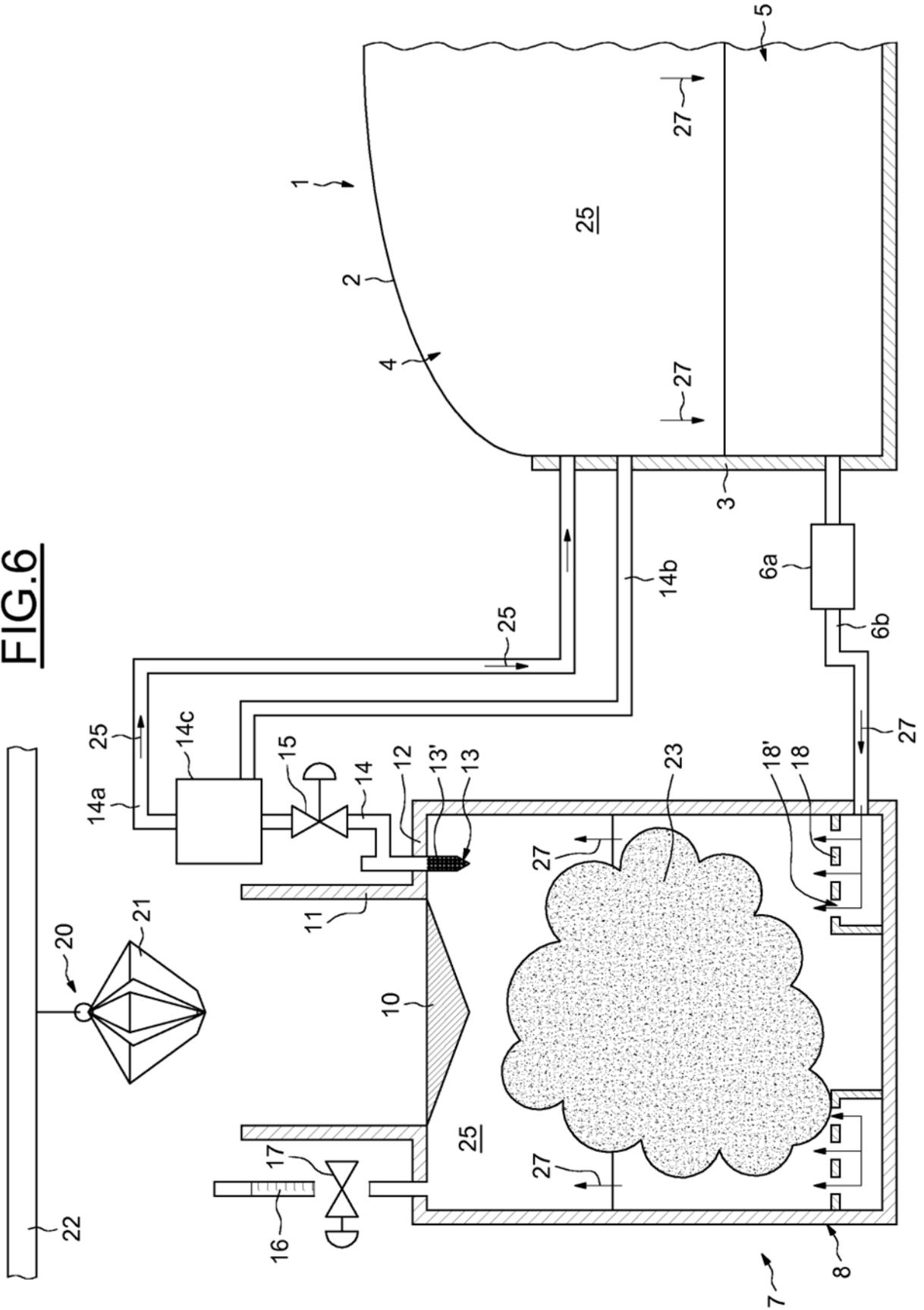




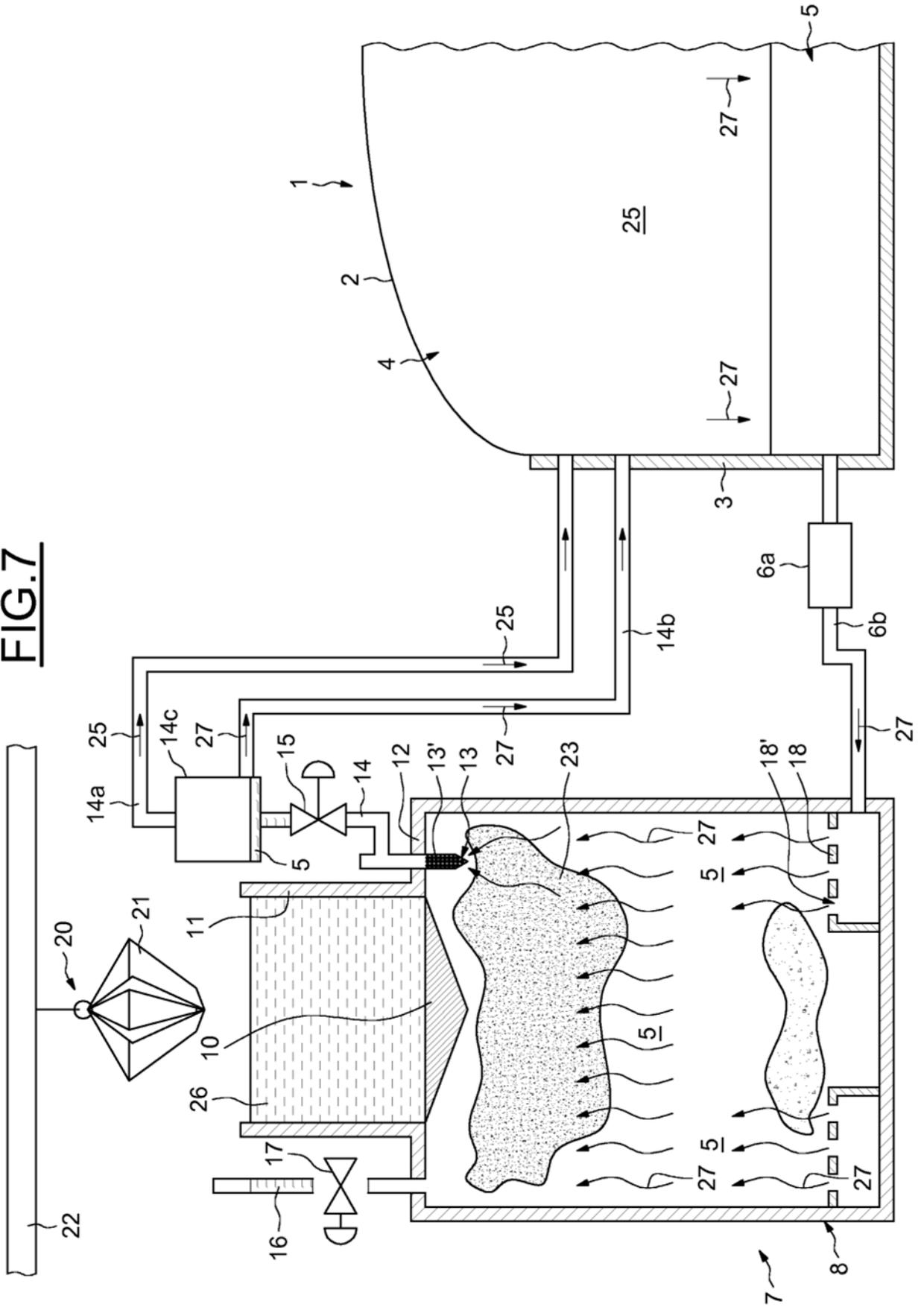
**FIG. 5**



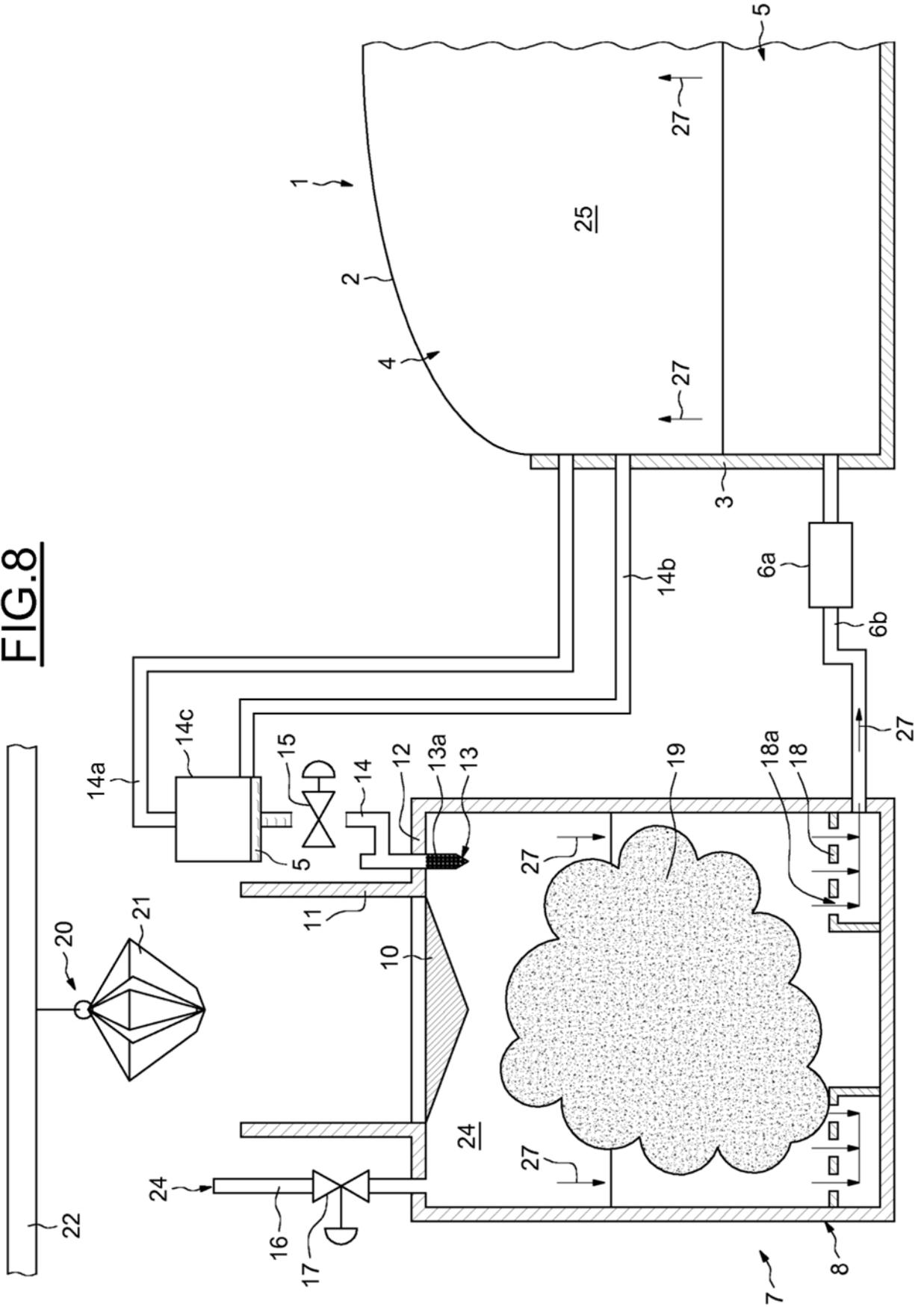
**FIG. 6**



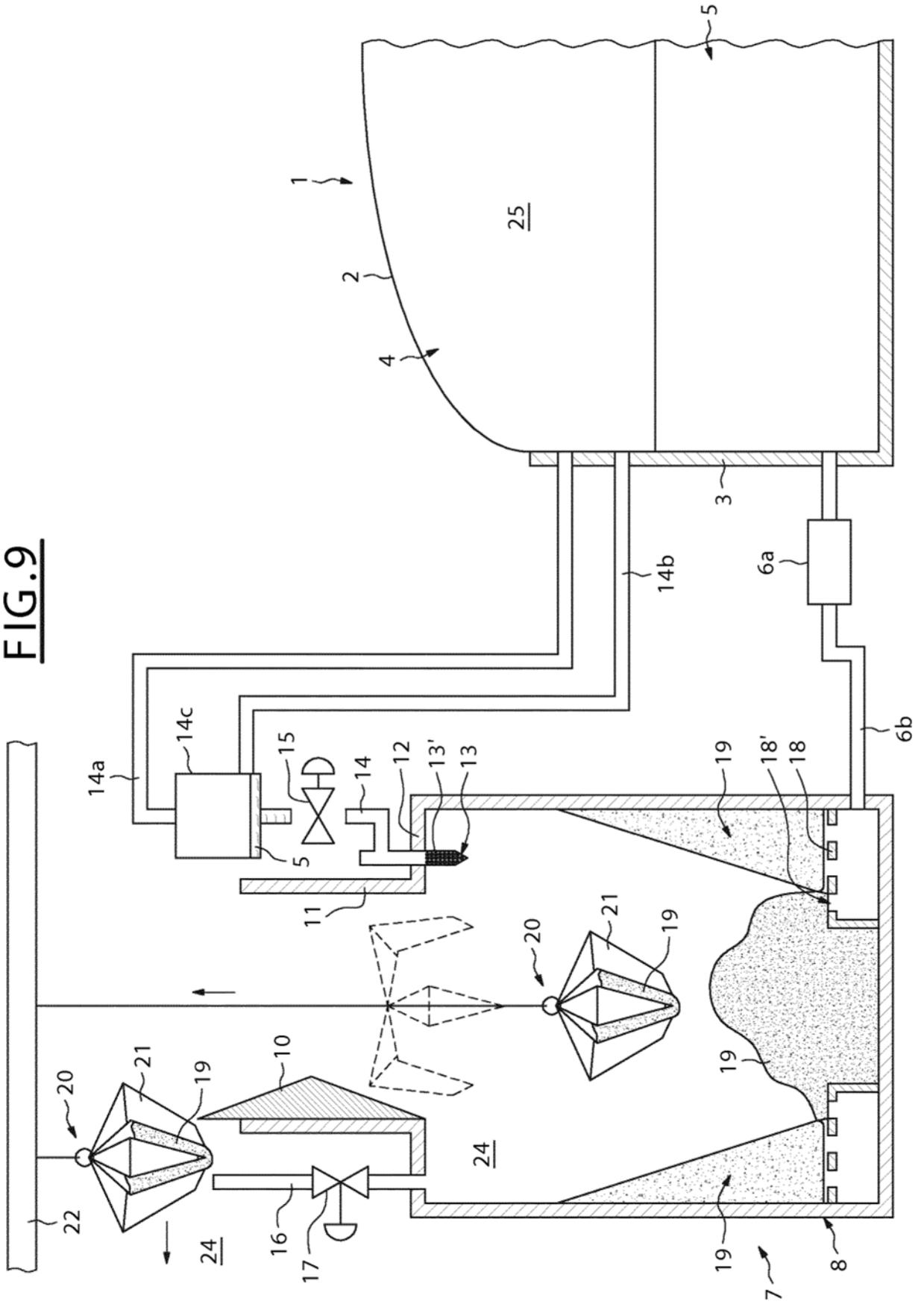
**FIG. 7**



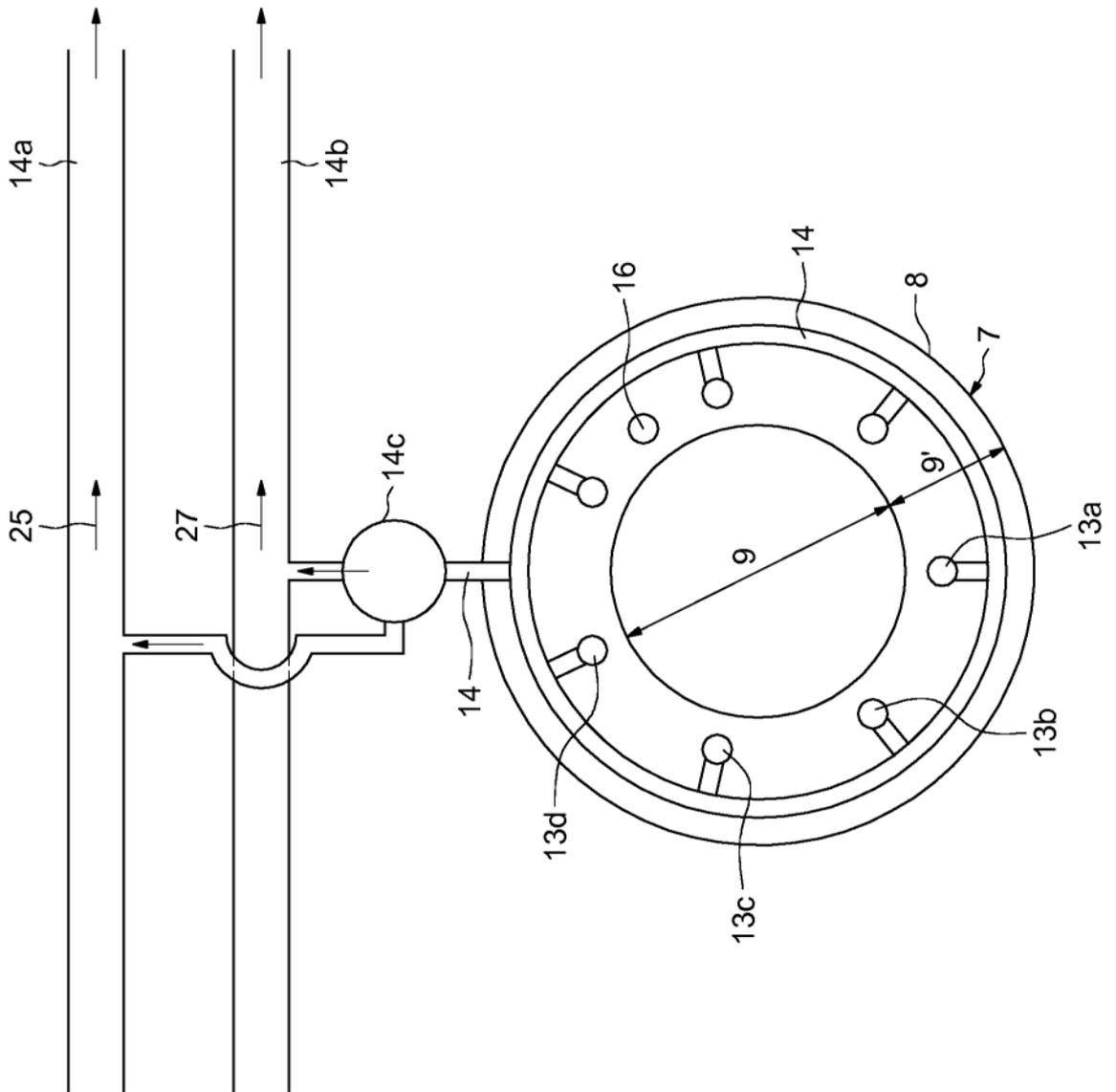
**FIG.8**



**FIG. 9**



**FIG.10**



**FIG. 11**

