

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 023**

51 Int. Cl.:

C02F 1/74 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2014 PCT/IB2014/062171**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14199334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2014 E 14736990 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 3008016**

54 Título: **Procedimiento e instalación de desulfuración del digestato y del biogás de un digestor**

30 Prioridad:

14.06.2013 FR 1355538

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

11.12.2017

73 Titular/es:

**R+I ALLIANCE (100.0%)
Tour CB21 16 Place de l'Iris
92040 Paris La Defense, FR**

72 Inventor/es:

**LESTY, YVES y
CHAMY, ROLANDO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 646 023 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación de desulfuración del digestato y del biogás de un digestor

5 La invención se refiere a un procedimiento de desulfuración total o parcial del digestato y del biogás en un digestor de efluentes urbanos y/o agrícolas y/o industriales, en vía húmeda y/o seca, estando constituido el digestor por un recinto cerrado en el que tiene lugar una digestión anaeróbica de una masa de productos a tratar, que forma el digestato, con un volumen gaseoso por encima del digestato de donde es extraído el biogás, procedimiento según el cual se toma digestato en un punto del digestor y luego se reinyecta en otro punto.

Un procedimiento de este género es conocido, en particular de acuerdo con el documento WO 2012/090139.

10 En el sector de las aguas usadas, el tratamiento de los lodos toma una importancia creciente, no solamente en términos de reducción de los desechos, sino también para contribuir a la producción de energía por procedimientos de digestión anaeróbica.

La digestión anaeróbica de los lodos de una estación de depuración produce cantidades significativas de biogás, que es un gas rico en metano que puede ser utilizado para la producción de energía o de biocombustible.

15 Este biogás, sin embargo, contiene ciertos compuestos que hacen difícil su utilización según el uso final elegido. Entre estos compuestos, se encuentra el sulfuro de hidrógeno H₂S. Este compuesto es perjudicial para la salud humana y tiene un efecto corrosivo sobre los equipamientos. Está presente según concentraciones que pueden variar típicamente entre 0 y 10000 ppm. Este compuesto constituye el objetivo principal a eliminar del biogás.

20 Se han desarrollado diversos procedimientos para eliminar lo mejor posible el sulfuro de hidrógeno. Entre estos procedimientos, los del género considerado por la invención permiten evitar la acumulación de sulfuro de hidrógeno en el biogás durante el procedimiento de digestión anaeróbica.

25 Según el procedimiento del documento WO 2012/090139, una inyección de agente oxidante, gaseoso o líquido, es efectuada en el digestato que se desplaza en un bucle de reticulación. La disolución completa del agente oxidante, en particular del aire o del oxígeno, en el digestato no siempre es obtenida de manera satisfactoria de forma que una corriente bifásica de digestato y de agente oxidante pueda ser inducida, lo que conduce a una reacción en la fase gaseosa con depósito de azufre sobre las paredes del digestor.

30 La invención tiene como propósito, sobre todo, proponer un procedimiento de desulfuración, del género definido precedentemente, que permita obtener, en la mayor parte de los casos, una disolución completa del agente oxidante, en particular del aire o del oxígeno, en el digestato, y que permita reducir la frecuencia de las operaciones de mantenimiento del digestor, en particular de la limpieza de sus paredes. Es deseable además que el procedimiento sea de una explotación simple y económica y pueda ser puesto en práctica fácilmente sobre un digestor existente.

Según la invención, un procedimiento de desulfuración del digestato y del biogás, del género definido precedentemente, está caracterizado por que se hace efectuar al digestato tomado:

- un primer trayecto ascendente con inyección de oxidante gaseoso en la parte baja para aireación, circulando el oxidante gaseoso y el digestato en el mismo sentido de la corriente,
- 35 – y un segundo trayecto descendente, en condición anaeróbica, antes del retorno al digestor,
- siendo evacuado el oxidante gaseoso en exceso en la parte alta de uno al menos de los trayectos.

De preferencia, el digestato es puesto en contacto con el oxidante gaseoso en un dispositivo separado del digestor, para una disolución eficaz del oxidante gaseoso.

40 Cuando el digestor incluye al menos un bucle de reticulación externo del digestato, el primer trayecto ascendente y el segundo trayecto descendente para el digestato están previstos ventajosamente en el bucle de recirculación.

De preferencia, en primer trayecto ascendente es efectuado en una cámara de aireación que se extiende esencialmente de modo vertical, mientras que el segundo trayecto descendente es efectuado en una cámara de desaireación que se extiende esencialmente de modo vertical.

45 El paso del final del primer trayecto ascendente al comienzo del segundo trayecto descendente puede ser asegurado por vertido del digestato por encima del borde superior de un tabique.

El oxidante gaseoso puede ser aire.

Ventajosamente, el oxidante gaseoso es inyectado en la parte baja de la cámara de aireación, teniendo lugar la llegada de efluente a tratar igualmente en la parte baja de la cámara de aireación.

La invención se refiere igualmente a una instalación de producción de biogás que comprende un digestor de efluentes urbanos y/o agrícolas y/o industriales, en vía húmeda y/o seca, estando constituido el digestor por un recinto cerrado en el que tiene lugar una digestión anaeróbica de una masa de productos a tratar que forma un digestato, con un volumen gaseoso por encima del digestato de donde es extraído el biogás, cuya instalación comprende sobre el digestor un punto de toma de digestato y un punto de reinyección en el digestor, estando caracterizada esta instalación por que incluye:

- 5
- un medio que definen primer trayecto ascendente del digestato, tomado con un medio de inyección oxidante gaseoso en la parte baja del trayecto, para una aireación del digestato;
 - un segundo medio que define un segundo trayecto descendente, en condición anaeróbica, antes del retorno al digestor;
- 10
- y un medio de evacuación del oxidante gaseoso en exceso en la parte alta de uno al menos de los trayectos.

De preferencia, el medio que define el primer trayecto ascendente está constituido por una cámara de aireación que se extiende esencialmente de modo vertical, mientras que el segundo medio que define el segundo trayecto descendente está constituido por una cámara de desaireación y se extiende esencialmente de modo vertical.

15

Ventajosamente, la cámara de aireación y la cámara de desaireación están situadas en un mismo recinto, en particular de forma prismática, dispuesto verticalmente y dividido interiormente en dos espacios, separados por un tabique, correspondientes a las cámaras de aireación y de desaireación. De preferencia, la altura del tabique es inferior a la del recinto y la alimentación de efluente de la cámara de desaireación es asegurada por vertido, a partir de la cámara de aireación, por encima del borde superior del tabique.

20

Un tubo vertical puede sumergirse en la cámara de aireación para inyección del oxidante gaseoso en la parte baja de esta cámara, siendo alimentado el tubo vertical de oxidante gaseoso a presión a partir de un compresor cuya salida está unida al tubo, el cual puede incluir en su extremidad inferior un difusor que favorecen la dispersión del oxidante gaseoso en el digestato.

Cuando la instalación incluye al menos un bucle de reticulación externo del digestato, la cámara de aireación y la cámara de desaireación están ventajosamente previstas en el bucle de recirculación.

25

El medio de evacuación está constituido ventajosamente por un orificio de ventilación en la parte alta de las cámaras de aireación y de desaireación, y el contenido en metano del biogás es enriquecido gracias al arrastre de dióxido de carbono superior al arrastre de metano, en el gas del orificio de ventilación por encima de las cámaras de aireación y de desaireación.

30

El contenido en nitrógeno del biogás es disminuido, gracias al arrastre del nitrógeno en el gas del orificio de ventilación por encima de las cámaras de aireación y de desaireación.

La invención consiste, dejadas aparte las disposiciones expuestas anteriormente, en un cierto número de otras disposiciones de las que se tratará explícitamente a continuación a propósito de un ejemplo de realización descrito con referencia al dibujo adjunto, pero que no es limitativo en absoluto.

35

La figura única del dibujo es un esquema de una instalación para la puesta en práctica del procedimiento conforme a la invención.

Antes de describir el procedimiento de la instalación con referencia a la figura del dibujo, se han efectuado algunos recordatorios a propósito de la digestión anaeróbica. Durante la digestión, los sulfatos contenidos en el lodo son reducidos a sulfuros por bacterias reductoras de sulfatos (SRB), y transferidos a continuación a la fase gaseosa a través del equilibrio líquido/gas. Por otra vía, la degradación anaeróbica de proteínas genera también sulfuros.

40

En condiciones de oxigenación limitada, y sin tener que desviar por tanto la digestión de su condición anaeróbica, es posible oxidar estos sulfuros a azufre, en lugar de los sulfatos, por otro tipo de bacterias: las bacterias de oxidación de sulfuros (SOB).

45

La invención consiste en el desarrollo de un sistema o procedimiento que permite disolver pequeñas cantidades de oxígeno en el lodo o digestato, favoreciendo la relación de transformación directa de sulfuros en azufre elemental en la fase digestato (igualmente denominada fase de lodo), e impidiendo con ello, en parte o totalmente, la liberación de sulfuro de hidrógeno H₂S en el gas. La invención permite la disolución del oxidante gaseoso en el lodo, evitando una corriente bifásica del lodo/digestato y de oxidante gaseoso, que puede conducir a una reacción en la fase gaseosa del digestor.

50

Según la invención, la inyección de oxidantes gaseoso es efectuada de tal manera que el digestato o lodo es puesto en contacto con el oxidante gaseoso, en general aire, en un dispositivo separado del digestor, en particular una cámara de aireación y una cámara de desaireación como se ha explicado a continuación.

Con referencia al dibujo, se puede ver una instalación que comprende un digestor 1 constituido por un recinto 2 cerrado

en el que tienen lugar una digestión anaeróbica de una masa M de productos a tratar que forma un digestato con un volumen gaseoso 3 por encima del digestato de donde es extraído el biogás por un conducto 4.

En el dibujo, las proporciones no son respetadas entre las dimensiones del digestor y las de la cámara de aireación y de desaireación de las que se tratará más adelante.

5 La instalación incluye en el digestor un punto de toma 5 de digestato, generalmente en la parte baja del digestor al que está conectado un conducto 6. El retorno del digestato es efectuado en un punto de reinyección 7 generalmente situado a un nivel superior al del punto de toma 5. Un conducto 8 de reinyección está conectado al punto 7. Un bucle de recirculación del digestato es así formado por el conjunto de los conductos 6 y 8.

10 En este bucle de recirculación hay instalada una cámara de aireación 9 que se extiende esencialmente de modo vertical y que constituye un medio para definir un primer trayecto ascendente 10 del digestato tomado.

Una cámara de desaireación 11 constituye la continuación de la cámara 9 y constituye un medio que define un segundo trayecto descendente 12, en condición anaeróbica, antes del retorno del digestato digestor por el conducto 8 unido a la parte inferior de la cámara 11.

15 El digestato tomado es puesto en movimiento en los conductos 6 y 8 por una bomba 13, en particular una bomba peristáltica, instalada sobre el conducto 6. Unas válvulas 14a y 14b dispuestas sobre el conducto 6 permiten el aislamiento de la bomba 13. El caudal del digestato tomado puede ser ajustado actuando sobre la velocidad de rotación de la bomba 13.

20 Un medio 15 de inyección de oxidante gaseoso, de preferencia aire, está previsto en la parte baja del trayecto ascendente 10, es decir en la parte baja de la cámara de aireación 9. Este medio de inyección 15 está constituido ventajosamente por un difusor 16 colocado en la extremidad inferior de un tubo vertical 17 que se sumerge en el digestato de la cámara 9. La alimentación de aire comprimido es asegurada por un compresor 18 cuya salida está unida al tubo 17. Un caudalímetro 18a permite controlar el caudal de aire introducido.

25 La cámara de aireación 9 y la cámara de desaireación 11 están de preferencias situadas en un mismo recinto B, en particular de forma prismática, cuyas generatrices están dispuestas verticalmente. El volumen interior del recinto B está dividido en dos espacios separados por un tabique 19 cuya altura es inferior a la del recinto B de manera que un espacio 20, libre de digestato, se encuentra en la parte alta del recinto B. La alimentación de digestato de la cámara de desaireación 11 es asegurada por vertidos del digestato, que proviene de la cámara de aireación 9, por encima del borde superior del tabique 19.

30 Un tubo de ventilación 21 desemboca en la parte superior del espacio 20 para permitir la evacuación del aire en exceso que no se ha disuelto en el digestato durante el trayecto ascendente 10. Este tubo de ventilación 21 constituye un medio de evacuación del oxidante gaseoso en exceso en la parte alta del trayecto de aireación 10 que corresponde igualmente a la parte alta del trayecto de desaireación 11 descendente. El difusor 16 para la inyección de aire/oxígeno en la parte inferior de la cámara de aireación 9 favorece la disolución del oxidante gaseoso en el digestato que se produce durante la circulación en el mismo sentido de la corriente según el trayecto ascendente 10 del digestato y del aire. Una válvula anti-retorno 21a está instalada sobre el tubo de ventilación 21 para permitir la evacuación de un gas de ventilación formado principalmente de aire en exceso y de otros gases, en particular dióxido de carbono y metano, arrastrados. Cuanto más dióxido de carbono CO₂ es arrastrado en el gas de ventilación que de metano, el biogás salido del digestor estará por tanto enriquecido en metano.

40 El digestato aireado es vertido en la parte alta de la cámara de aireación 9, y cae por gravedad en la cámara de desaireación 11 que constituye una zona anaeróbica donde no hay adición de aire/oxígeno. Las burbujas eventuales restantes de aire/oxígeno pueden escaparse del digestato por el espacio superior libre 20, lo que permite evitar la entrada de cantidades de aire/oxígeno demasiado importantes en el digestor 1. El conducto 8 asegura el retorno del digestato aireado hacia el digestor.

45 El sulfuro de hidrógeno que estaba contenido en el digestato tomado en el punto 5 ha sido transformado, por la inyección de oxidante, en azufre que permanece en el digestato o que se deposita sobre las paredes de la cámara de desaireación 11; por consiguiente, el sulfuro de hidrógeno es eliminado del biogás, total o parcialmente, y los riesgos de depósitos sobre las paredes del digestor 1 son o bien limitados o bien anulados.

50 Aunque no sea indispensable, es ventajoso poner en práctica la solución de la invención en digestores que utilizan una recirculación del digestato con propósitos de calentamiento y/o de mezcla. En este caso, la corriente de recirculación del digestato es dirigida hacia la cámara de aireación y la cámara de desaireación. Basta incluir estas cámaras en el bucle de recirculación.

55 Una ventaja importante de la instalación propuesta con cámaras de aireación y de desaireación consiste en que la formación de azufre es evitada en el interior del digestor. Esto es óptimo desde el punto de vista de funcionamiento pues una formación no controlada de azufre sobre las paredes y en el recinto del digestor puede conducir a paradas de funcionamiento no deseadas, a una disminución del rendimiento de digestión anaeróbica y a la disponibilidad de la

instalación. Estos procedimientos de tratamiento tienen un período de puesta en marcha relativamente largo de hasta una veintena de días. Además, una cantidad menor de nitrógeno se encuentra en el biogás, siendo eliminada una parte del nitrógeno por el orificio de ventilación por encima de las cámaras de aireación y de desaireación.

5 Se han efectuado ensayos en una instalación piloto que incluye dos digestores gemelos, equipados cada uno de una cámara de aireación 9 y de una cámara de desaireación 11. Uno de estos digestores funcionaba sin inyección de aire, mientras que el otro digestor funcionaba con inyección de aire en la cámara de aireación para realizar una micro-aireación.

Los resultados comparativos han confirmado las ventajas de la invención relativas a:

- el rendimiento del dispositivo propuesto para la micro-aireación,
- 10 – el rendimiento de la digestión anaeróbica bajo los efectos de la micro-aireación,
- las directivas de optimización del procedimiento,
- un procedimiento de aumento del rendimiento.

El procedimiento de la invención engendra una micro-aireación que permite impedir, parcial o totalmente, la formación de sulfuro de hidrógeno en cualquier ambiente de producción de biogás por una digestión anaeróbica.

15 A título de ejemplo, se ha obtenido una reducción de 49,8% de sulfuro de hidrógeno en el biogás, para una micro-aireación de 0,394 Nm³ de aire por m³ de digestor y por día; la concentración de metano en el biogás era de un 4 a un 5% superior en el digestor con micro-aireación, mientras que el dióxido de carbono era proporcionalmente más bajo; la concentración de nitrógeno en el biogás de este digestor ha permanecido siempre inferior al 3%.

20 La invención se aplica a cualquier entorno industrial que incluya una producción de biogás, en particular estaciones de tratamiento de aguas usadas, descargas, digestión de productos agrícolas para la producción de energía, y para los que el sulfuro de hidrógeno H₂S, en el biogás, constituye un contaminante diana que debe ser eliminado o cuya formación debe ser impedida. Según el caso, otras ventajas unidas a la reducción del costo y al respeto del medio ambiente pueden dar como resultado:

- 25 – si se ha utilizado cloruro férrico FeCl₃ para minimizar la producción de sulfuro de hidrógeno H₂S, este consumo químico costoso puede ser reducido o evitado;
- limpiadores químicos y materiales de absorción, por ejemplo carbón activo, pueden ver su consumo reducido;
- según el uso final y la concentración de sulfuro de hidrógeno H₂S obtenida, cualquier inversión para el tratamiento del biogás podría ser evitada completamente;
- 30 – para un uso final tolerante, pero sin embargo sensible al sulfuro de hidrógeno, se asegura un aumento de la duración de vida, por ejemplo para un motor de combustión interna;
- la emisión de óxidos de azufre, que provienen de cualquier combustión de un uso final es reducida o evitada.

35 Más específicamente, el procedimiento de micro-aireación según la invención proporciona todos los beneficios de una micro-aireación clásica, evitando un taponamiento por el azufre en el interior del digestor, lo que permite reducir los problemas de funcionamiento y de las caídas de rendimiento de la digestión anaeróbica. Es preciso observar además, el aumento del contenido en metano del biogás y la disminución del contenido en dióxido de carbono y en nitrógeno.

Todos estos resultados pueden ser obtenidos con un mínimo de inversión, ya que basta prever una cámara de aireación y una cámara de desaireación.

La puesta en práctica es aún más directa en el caso de los digestor es que utilizan una recirculación de digestato como medio de mezcla, estando entonces instaladas las cámaras de aireación y de desaireación en el bucle.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de desulfuración del digestato y del biogás en un digestor de efluentes urbanos y/o agrícolas y/o industriales, en vía húmeda y/o seca, estando constituido el digestor por un recinto cerrado en el que tiene lugar una digestión anaeróbica de una masa de productos a tratar, que forma el digestato, con un volumen gaseoso por encima del digestato de donde es extraído el biogás, procedimiento según el cual se toma digestato en un punto del digestor y luego se reinyecta en otro punto, caracterizado por que se hace efectuar al digestato tomado:
- un primer trayecto ascendente (10) con inyección de oxidante gaseoso en parte baja para aireación, circulando el oxidante gaseoso y el digestato en el mismo sentido de la corriente,
 - y un segundo trayecto descendente (12), en condición anaeróbica, antes del retorno al digestor,
- 10 – siendo evacuado el oxidante gaseoso en exceso en la parte alta (20) de uno al menos de los trayectos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el digestato es puesto en contacto con el oxidante gaseoso en un dispositivo (B) separado del digestor, para una disolución eficaz del oxidante gaseoso.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, para un digestor que incluye al menos un bucle de reticulación externo del digestato, caracterizado por que el primer trayecto ascendente y el segundo trayecto descendente para el digestato están previstos en el bucle de recirculación.
- 15 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el primer trayecto ascendente (10) es efectuado en una cámara de aireación (9) que se extiende esencialmente de modo vertical, mientras que el segundo trayecto descendente (12) es efectuado en una cámara de desaireación (11) que se extiende esencialmente de modo vertical.
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el paso del final del primer trayecto ascendente (10) al comienzo del segundo trayecto descendente (12) es asegurado por vertido del digestato por encima del borde superior de un tabique.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el oxidante gaseoso es aire.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que el oxidante gaseoso es inyectado en la parte baja de la cámara de aireación (9), teniendo lugar la llegada de efluente a tratar igualmente en la parte baja de la cámara de aireación.
8. Instalación de producción de biogás que comprende un digestor (1) de efluentes urbanos y/o agrícolas y/o industriales, en vía húmeda y/o seca, estando constituido el digestor por un recinto cerrado (2) en el que tiene lugar una digestión anaeróbica de una masa de productos a tratar que forma un digestato, con un volumen gaseoso por encima del digestato de donde es extraído el biogás, cuya instalación comprende sobre el digestor un punto de toma de digestato (5) y un punto de reinyección (7) en el digestor, estando caracterizado esta instalación por que incluye:
- 30 – un medio que define un primer trayecto ascendente (10) del digestato tomado con un medio de inyección (15) de oxidante gaseoso en la parte baja del trayecto, para una aireación del digestato;
- 35 – un segundo medio que define un segundo trayecto descendente (12), en condición anaeróbica, antes del retorno al digestor;
- y un medio de evacuación (21) del oxidante gaseoso en exceso en la parte alta de uno al menos de los trayectos.
9. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que el medio que define el primer trayecto ascendente está constituido por una cámara de aireación (9) que se extiende esencialmente de modo vertical, mientras que el segundo medio que define el segundo trayecto descendente está constituido por una cámara de desaireación (11) que se extiende esencialmente de modo vertical.
- 40 10. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada por que la cámara de aireación (9) y la cámara de desaireación (11) están situadas en un mismo recinto (B), en particular de forma prismática, dispuesto verticalmente y dividido interiormente en dos espacios, separados por un tabique (19), correspondientes a las cámaras de aireación y de desaireación.
- 45 11. Instalación según la reivindicación 10, caracterizada por que la altura del tabique (19) es inferior a la del recinto (B) y la alimentación de efluente de la cámara de desaireación (11) es asegurada por vertido, a partir de la cámara de aireación, por encima del borde superior del tabique (19).
- 50 12. Instalación según la reivindicación 10 u 11, caracterizada por que un tubo vertical (17) se sumerge en la cámara de

aireación (9) para inyección del oxidante gaseoso en la parte baja de esta cámara, siendo alimentado el tubo vertical de oxidante gaseoso a presión a partir de un compresor (18) cuya salida está unida al tubo.

13. Instalación según la reivindicación 12, caracterizada por que el tubo (17) de inyección del oxidante gaseoso incluye en su extremidad inferior un difusor (16) que favorece la dispersión del oxidante gaseoso en el digestato.

5 14. Instalación según la reivindicación 9 o 10, que incluye al menos un bucle de reticulación externo del digestato, caracterizada por que la cámara de aireación y la cámara de desaireación están previstas en el bucle de recirculación.

10 15. Instalación según la reivindicación 9, caracterizada por que el medio de evacuación (21) está constituido ventajosamente por un orificio de ventilación en la parte alta de las cámaras de aireación y de desaireación, y el contenido en metano del biogás es enriquecido gracias al arrastre de dióxido de carbono superior al arrastre de metano, en el gas de ventilación por encima de las cámaras de aireación y de desaireación.

16. Instalación según la reivindicación 15, caracterizada por que el contenido en nitrógeno del biogás es disminuido, gracias al arrastre del nitrógeno en el gas de ventilación por encima de las cámaras de aireación y de desaireación.

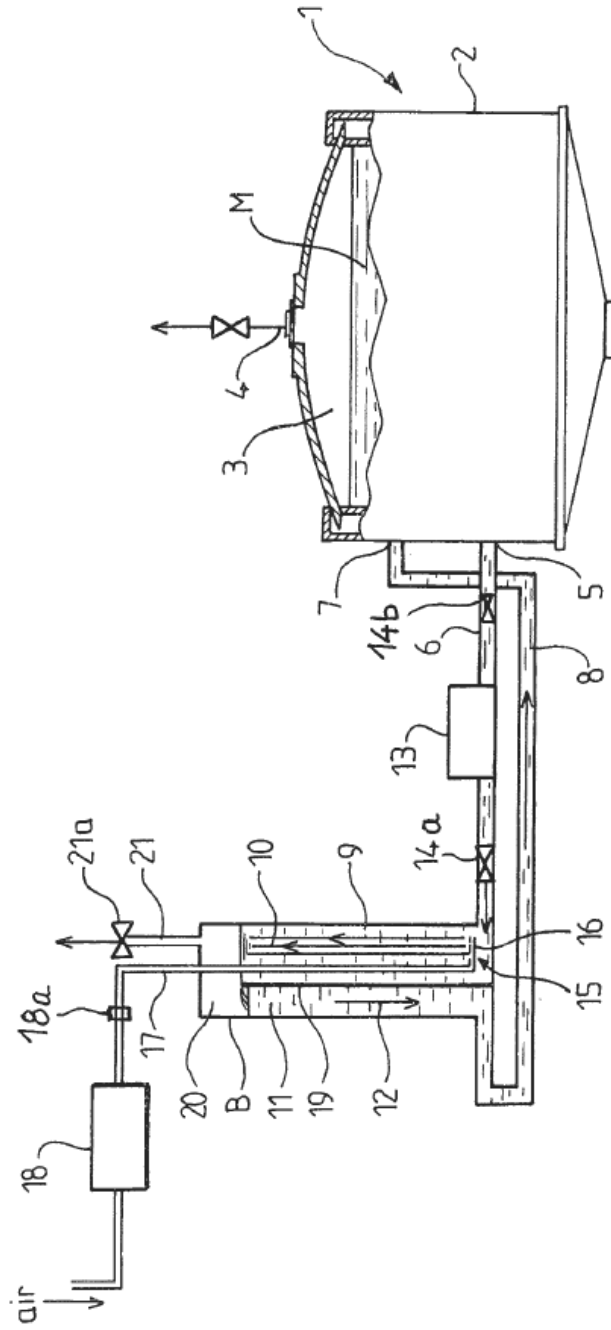


FIGURA ÚNICA