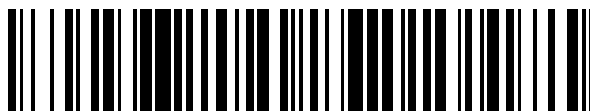


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 069**

51 Int. Cl.:

C12M 1/107 (2006.01)

C12M 1/00 (2006.01)

C12M 1/08 (2006.01)

C12M 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2016 E 16152901 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 3054000**

54 Título: **Digestor de elevación de gas para la digestión anaeróbica de residuos procedentes de la cadena alimentaria**

30 Prioridad:

06.02.2015 IT MI20150162

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

13.03.2018

73 Titular/es:

NATTA, FRANCESCO (100.0%)

Loc. Cassinazza di Baselica

27010 Giussago (PV), IT

72 Inventor/es:

NATTA, FRANCESCO y

DONATI, GIANNI

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 659 069 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

Digestor de elevación de gas para la digestión anaeróbica de residuos procedentes de la cadena alimentaria

5 El objetivo de la presente invención es un nuevo digestor que funcione en modo continuo para la digestión anaeróbica de los residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de alimentos con el fin de producir fertilizantes y biogás.

Más particularmente, la invención se refiere a un nuevo digestor que utiliza la tecnología de elevación de gas para mover la masa durante la digestión y una serie de conductos, una compartimentación interior apta para garantizar la transferencia de la masa desde el centro hacia la periferia y/o viceversa y desde la parte superior hacia abajo y viceversa y por lo tanto asegurar una mezcla eficiente durante la digestión anaeróbica.

10 De esta forma, también se evita la formación de zonas muertas, especialmente sedimentos y costras en la superficie del digestor.

El uso de la tecnología de elevación de gas permite el bombeo eficiente de fluidos viscosos con alta concentración de sólidos, y tiene un sorprendente efecto notable de reducir la viscosidad del fluido del proceso durante el flujo (tixotropía) y también es adecuado para eliminar el amoníaco del fluido en fase gaseosa.

15 Para lograr estos objetivos, el suelo del digestor ha sido equipado con una serie de conductos horizontales de configuración cruzada para transportar desde la periferia al centro; conectado a un conducto vertical en el centro con una serie de compartimentación anular que controla el movimiento del fluido desde el centro hacia la periferia y viceversa.

20 El bombeo por medio de elevación gas se puede realizar con tuberías de elevación internas o externas o con un sistema híbrido interno o externo de acuerdo con las tres solicitudes de ejemplo, pero no limitativas.

Estado de innovación

Recientemente, el uso a escala industrial de los residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de alimentos es posible gracias a la disponibilidad de residuos en forma concentrada de lodos biológicos tratados, la separación de los residuos alimentarios contenidos en los residuos urbanos y la recolección de purines de granjas ganaderas.

25 Esto ha permitido que sea transportado, luego de un eventual tratamiento, a tierras arables, incluso si están lejos de la tierra donde fueron producidos y ha requerido la instalación de grandes sistemas para su tratamiento y transformación en fertilizantes para ser reciclados en la agricultura.

Estas plantas realizan la estabilización de residuos mediante sistemas de digestión anaeróbica, a través de los cuales los compuestos orgánicos descomponibles, fuente de olores desagradables, se transforman en fertilizantes y biogás.

30 Este nuevo enfoque y la amplia disponibilidad de residuos ha requerido la construcción de sistemas a gran escala, que ya no operan a nivel de granja individual, sino en toda el área de cultivo o incluso a escala regional, con la implementación de procesos y tecnologías de alto rendimiento. y eficiencia energética.

35 El problema más crítico se relaciona con la capacidad de bombeo del lodo que constituye este dicho desperdicio es la agitación y mezcla en grandes digestores, a menudo con un volumen superior a 5000 m³. Además, la presencia de amoníaco en el digestor inhibe la finalización de la digestión, ralentizando el proceso de digestión anaeróbica y reduciendo los rendimientos, y por lo que debe extraerse del fluido viscoso durante la digestión.

40 Además, algunos residuos, como los derivados de la fracción orgánica de los residuos urbanos sólidos, tienen un contenido de fibras que, en ausencia de una buena agitación superficial, se estratifican y se solidifican en la línea de flotación de los digestores, formando una "corteza o tapa" sólida, y son difíciles de eliminar en tanques de digestión grandes.

Existen numerosas patentes relacionadas con el digestor para la digestión anaeróbica de sustratos similares, pero a menudo están dirigidas solo a la producción de biogás, y no a la recuperación de los nutrientes para los medios de producción de fertilizantes.

45 Los métodos y las tecnologías de los digestores descritos hasta la fecha se concentran en el sistema de agitación, mientras que la extracción del amoníaco a menudo se asigna a unidades externas del digestor en una porción separada y fluida del digerido.

Además, no hay patentes para el tratamiento de las costras fibrosas en la línea de flotación de los digestores.

50 El documento CA 1102019 divulga un sistema combinado de calentamiento y mezcla que utiliza un conducto vertical con una manga colocada en el centro del digestor equipado con los medios para bombear la suspensión desde abajo hacia arriba.

El documento EP 0563434 propone la mezcla del lodo en fermentación con un sistema de tuberías colocado sobre la base del digestor en las zonas en donde se bombean el mismo lodo y el biogás en secuencia.

El documento GB 2457681 propone como sistema de mezcla un brazo móvil que gira sobre la base del digestor accionado por un flujo de gas.

- 5 El documento US 4824571 divide la base del digestor en zonas provistas de sistemas de distribución del gas que se activan en secuencia.

El documento US 6299774 funciona esencialmente en lotes con equipos de pequeñas dimensiones agitados mecánicamente.

- 10 La patente anterior MI2014A001362 del solicitante, está dirigida a la producción de un fertilizante de digerido y de un fertilizante amoniacal usando digestores en secuencia operando en modo continuo. La transferencia entre los digestores se realiza con tuberías de elevación de gas que actúan con biogás y vapor para calentar el digestor y eliminar el amoníaco.

El documento US 2002/192809 describe un aparato de digestión anaeróbica con un conducto vertical en el centro del recipiente y la reintroducción del biogás producido.

- 15 El documento CN 202945239 divulga un digestor anaeróbico con un tubo de aspiración central y tuberías cruzadas en la base del digestor conectadas al conducto central. Los digestores también están equipados con tuberías de elevación de gas auxiliares para la mezcla y la extracción del amoníaco, pero aún no se dice nada sobre la estructura interna del digestor.

Descripción de la invención

- 20 Un nuevo digestor ahora divulgado, supera las limitaciones y desventajas de los sistemas de digestión aeróbica conocidos y completa el proceso descrito en la patente anterior MI2014A001362 del Solicitante.

El nuevo digestor, el objeto de esta invención, permite la combinación de la tecnología de elevación de gas con una estructura interior específica del propio digestor, utilizando una forma sinérgica para resolver los problemas resaltados anteriormente con respecto a la agitación y la mezcla.

- 25 La definición de este digestor innovador con respecto a los anteriores se debe a diversos factores que se originan en la prueba piloto, en la realización de pruebas tecnológicas y en la fase de diseño de la planta industrial.

En primer lugar, dada la gran masa de residuos por tratar en una planta industrial, en la etapa de diseño está equipada con digestores que tienen un volumen de 5000 m³ con tres digestores en serie como en la patente MI2014A001362 del Solicitante.

- 30 Sin embargo, es impensable considerar una dimensión de alrededor de 15000 m³ y más para cada digestor individual con problemas considerables de bombeo y de mezcla de los sólidos en el digestor debido a la alta concentración de sólidos totales que son superiores al 15%.

Las pruebas técnicas por medio de un sistema de bombeo con un elevador de gas de lodos producidos por la digestión en ese entonces (MI2014A001362) habían destacado cómo el consumo de energía de la elevación de gas no era más alto que el de una bomba para fluidos viscosos y como las presiones de trabajo del gas eran significativamente menores, con el orden de magnitud de la altura y la densidad de la columna de aireación.

- 35

También se observó una sorprendente reducción del 30% en la viscosidad del lodo tratado con elevación de gas.

- 40 Este punto se ha analizado aún más en el laboratorio mediante la caracterización reológica de diversas muestras de lodos que utilizan aparatos de reometría rotacional (Instrumentos TA) a 25° C. Se observó que el fluido tiene características tixotrópicas elevadas con la viscosidad dinámica que a escala bilogarítmica cae linealmente de 630 Pa.s a 1.1 Pa.s con una velocidad de cizallamiento de 0.1 s⁻¹ a 100 s⁻¹.

A 55° C, la temperatura a la cual se realiza la digestión anaeróbica, estos valores disminuyen aún más de manera exponencial.

- 45 Por lo tanto, las pruebas se repitieron en la elevación de aire en las condiciones del proceso, confirmando la viscosidad del fluido del mismo orden de magnitud que las que se produjeron en el laboratorio a 25° C con altas velocidades de cizallamiento.

Esto hace que el sistema de elevación de gas sea ideal para este tipo de fluido, ya que es capaz de ofrecer un bombeo eficiente cuando está en forma de lodo y, por el contrario, puede fluidificarlo a valores inferiores a los de un jarabe de maíz.

Por lo tanto, un diseño industrial del digestor es necesario ya que reduce las zonas muertas y mantiene el fluido en movimiento con las propiedades generadas en el tratamiento de elevación de gas.

Por lo tanto, se diseñaron una serie de planos para los interiores del reactor a fin de explotar estas características del fluido, todo combinado con el sistema de elevación de gas.

- 5 Las características adicionales de la invención se aclararán mucho más con la siguiente descripción detallada, referida a sus realizaciones puramente a manera de ejemplo y, por lo tanto, no limitativas, ilustradas en los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figs. 1, 2 y 3 muestran tres planos posibles de un digestor de acuerdo con la invención, en sección vertical esquemática y vista plana, respectivamente.

- 10 En todos los diseños, los elevadores B de gas se activan usando el biogás extraído del digestor A con el flujo 1, después de la absorción del amoníaco con ácido 2 en un depurador C de ácido convencional y su compresión en el compresor D.

La sal de amonio producida se envía con el flujo 7 a almacenamiento.

- 15 El biogás 5 comprimido con el flujo 3 se envía en parte a un gasómetro con el flujo 4 y en parte se envía a los elevadores B de gas.

En los elevadores B de gas también se inyecta vapor 9, generalmente disponible en el sistema, con el objetivo de suministrar calor al digestor A y llevarlo a la temperatura óptima de 55° C para facilitar con la temperatura y las vibraciones inducidas la fluidificación de la masa.

- 20 La alimentación del lodo al digestor A puede realizarse como se indica con el flujo 6 o en diferentes puntos del digestor, no mostrados en los dibujos, para facilitar el llenado gradual de los mismos durante la puesta en marcha.

El digerido producido con el flujo 8 se extrae del digestor y se envía a almacenamiento.

Todos los diagramas propuestos con las Figs. 1, 2 y 3 tienen en común:

- 25 - un conducto F vertical colocado preferiblemente en el centro del digestor;
- una cruz de tuberías E colocadas en la base del digestor y conectadas con el conducto F central en el que el fluido se transporta desde la periferia al centro o viceversa. Estas tuberías cruzadas pueden ser cuatro o más.
- compartimentos G cilíndricos dividen la dirección radial del digestor, algunos de los cuales se abren hacia arriba con un desbordamiento sobre la línea de flotación y otros hacia abajo sobre la base, para controlar el movimiento del fluido desde la parte superior hacia abajo y viceversa.

- 30 El número de estos compartimentos también puede variar en relación con el diseño y las dimensiones del digestor, como se ve a continuación.

En particular, la Fig. 1 muestra un diseño a la que se hace referencia como elevadores de gas externos porque el movimiento del fluido se realiza con tuberías B externas al digestor y conectadas directamente a la pared con una base E cruzada y, por lo tanto, con la tubería F vertical en el centro del digestor.

- 35 Se proporciona una única compartimentación del digestor G, que se abre hacia la base del digestor y la compartimentación se realiza preferiblemente para dividir el digestor en áreas de paso iguales.

Al enviar el biogás 5 y el vapor 9 justo por encima de la base de las cuatro tuberías B, la aspiración del fluido se realiza desde los brazos de esa cruz E y la tubería F central y la envía a la superficie exterior del compartimento desde el que comienza su descenso para elevarse nuevamente en el compartimento interno y desbordamiento en el conducto F central como lo indican las flechas.

- 40 De esta forma, se crea un flujo circular desde la periferia hacia el centro y viceversa, lo cual implica todo el digestor desde la parte superior hacia abajo y viceversa con el movimiento de la superficie por el chorro del elevador de gas y de los desbordamientos.

- 45 Como se mencionó, es posible colocar varios brazos en la cruz E y varias elevaciones B y también es posible aumentar el número de compartimentos. En este caso, es preferible tener un número impar de deflectores de compartimentación (sin incluir la tubería central).

A modo de ejemplo, en un digestor que tiene un volumen total de 5000 m³ y un volumen de trabajo de 4500 m³ alimentado con 4600 kg/h de lodo y con un flujo de biogás de 3500 Nm³/h alimentado a las 4 tuberías de elevación externas, es posible, con un consumo de energía de aproximadamente 80 kW, bombear desde la base a 11 m en la superficie, aproximadamente 1700 m³/h de fluido y un tiempo característico de mezcla de alrededor de 3 h.

La figura 2 muestra una disposición en la que la tubería B/F central se usa como la única elevación de gas del digestor en donde se envían el biogás 5 comprimido y el vapor 9 (elevación interna).

En este caso, la cruz de las tuberías E, conectada a la tubería F central, aspira el fluido de la base de la capa periférica y el digestor se divide por un número cada vez mayor de deflectores G de compartimentación.

- 5 Con las mismas dimensiones del digestor, los rendimientos de los ejemplos anteriores son similares, pero debido al mayor número de deflectores, la velocidad de subida y bajada en las áreas abiertas entre los deflectores es ligeramente superior: 16 m/h frente a 11 m/h.

La Fig. 3 muestra un posible diseño que será llamado híbrido que se proporciona con una sola tubería B/F de elevación interna y una tubería B de elevación externa.

- 10 En este caso, las tuberías B de elevación externas aspiran directamente desde la base del último compartimento mientras que la tubería B/F de elevación interna se retira del último compartimento a través de la cruz E. Tanto la tubería de elevación interna como la externa envían el fluido bombeado al primer compartimento cerca de la tubería B/F.

- 15 En este caso, es posible operar el modo de manera independiente con una tubería de elevación externa o solo con la tubería de elevación interna o con ambas tuberías de elevación activadas.

Con el mismo caudal de gas utilizado, los rendimientos son equivalentes a los de los ejemplos anteriores, sin perjuicio de que el aumento del número de compartimentos aumente las velocidades de subida y bajada de los fluidos en el digestor.

- 20 Se encontró que al aumentar con el mismo sistema el flujo de gas, el rendimiento de la tubería de elevación aumenta y, por lo tanto, aumenta la mezcla en los reactores, pero también aumentan las tasas de consumo de energía.

Sin embargo, es aconsejable operar en las tuberías de elevación con la velocidad del gas con una tubería vacía comprendida entre 0,5 y 5 m/s, preferiblemente entre 1 y 3 m/s, dependiendo de la necesidad de agitación y, sobre todo, para la extracción del amoníaco.

- 25 Sin embargo, se señala que la distribución del tiempo de retención en los digestores, como los que se muestran, es tal que limita la salida de material fresco del reactor.

Para superar este problema, la primera planta industrial en la etapa de diseño se ha construido con tres reactores de 5000 m³ en serie.

Durante la operación, será posible evaluar la eficiencia de la digestión anaeróbica en el reactor individual para futuros desarrollos.

- 30 Los digestores que son objeto de la presente invención pueden funcionar, como se mencionó, también con residuos que contengan en parte fracciones fibrosas gracias a la intensa humectación superficial de las tuberías de elevación y al desbordamiento que devuelve las fibras hacia la base, evitando la flotación superficial.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Digestor (A) de elevación de gas que funciona en modo continuo para la digestión anaeróbica de los residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de alimentos con el fin de producir fertilizantes y biogás, donde parte del biogás (5) producido se envía a por lo menos una de la tubería (B) de elevación de gas del digestor, que se caracteriza porque de forma similar comprende:
- un conducto (F) vertical colocado preferiblemente en el centro del digestor (A);
 - una cruz (E) de tuberías colocada en la base del digestor y conectada con el conducto (F) central para el transporte del fluido desde la periferia al centro o viceversa;
 - al menos un deflector (G) cilíndrico de compartimentación de división en dirección radial del digestor, abierto hacia arriba con desbordamiento sobre la línea de flotación o hacia abajo sobre la base, para controlar el flujo ordenado de fluido desde arriba hacia abajo y viceversa y el movimiento en la superficie y en la base del digestor.
- 10 2. Digestor de elevación de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque proporciona una cantidad de tuberías (B) de elevación de gas externas al digestor (A), igual en número al número de tuberías (E) de la cruz, donde están conectadas; y un número impar de deflectores (G) de compartimentación, que alternativamente se abren hacia arriba con desbordamiento en la línea de flotación y hacia abajo en la base del digestor, el biogás (5) se envía justo por encima de la base de las tuberías (B) de elevación de gas creando una aspiración del fluido por los brazos de la cruz (E) y por el conducto (F) central enviándolo a la superficie del compartimento externo desde donde comienza el descenso para elevarse nuevamente en el compartimento sucesivo y eventualmente desbordar el conducto (F) central.
- 15 3. Digestor de elevación de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque proporciona una única tubería (B) de elevación de gas interno, que coincide con dicho conducto (F) central, en donde se envía el biogás (5) comprimido, y un número de deflectores (G) de compartimentación que alternativamente se abren hacia arriba con desbordamiento en la línea de flotación y hacia abajo en la base del digestor, conectadas dicha cruz de tuberías (E), con la tubería (F) central, succionando el fluido de la base del compartimento periférico.
- 20 4. Digestor de elevación de gas de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque proporciona asimismo una serie de tuberías (B) de elevación de gas externos que aspiran directamente desde la base del compartimento periférico, desde donde también aspira la tubería (B/F) de elevación interna a través de dicha cruz (E).
- 25 5. Digestor de elevación de gas de acuerdo con la reivindicación 4, en donde tanto la tubería (B/F) de elevación interna como la tubería (B) de elevación externa envían el fluido bombeado al compartimento más interno, cerca de la tubería (B/F) de elevación.
- 30 6. Digestor de elevación de gas de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, puede operar solamente con elevadores (B) externos activados, o con solo el elevador (B/F) interno activado o con elevadores externos y elevadores internos activados.
- 35 7. Digestor de elevación de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, también se inyectan dicho vapor de las tuberías (B, B/N) de elevación de gas (9), con el objetivo de suministrar calor al digestor (A) y llevarlo a la temperatura óptima de 55° C y de facilitar con la temperatura y las vibraciones causadas por la fluidificación de la masa.
- 40 8. Digestor de elevación de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el suministro de lodo al digestor se realiza con un flujo (6) a través de dicho conducto (F) central.
- 45 9. Digestor de elevación de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho biogás (5) se extrae del digestor (A) con un flujo (1) y se envía a las tuberías (B, B/N)) de elevación de gas, después de la absorción del amoníaco con ácido (2) en un depurador (C) ácido y su compresión en el compresor (D).
10. Método para la digestión anaeróbica de los residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de alimentos con el fin de producir fertilizantes y biogás por medio del digestor de elevación de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

FIG. 1

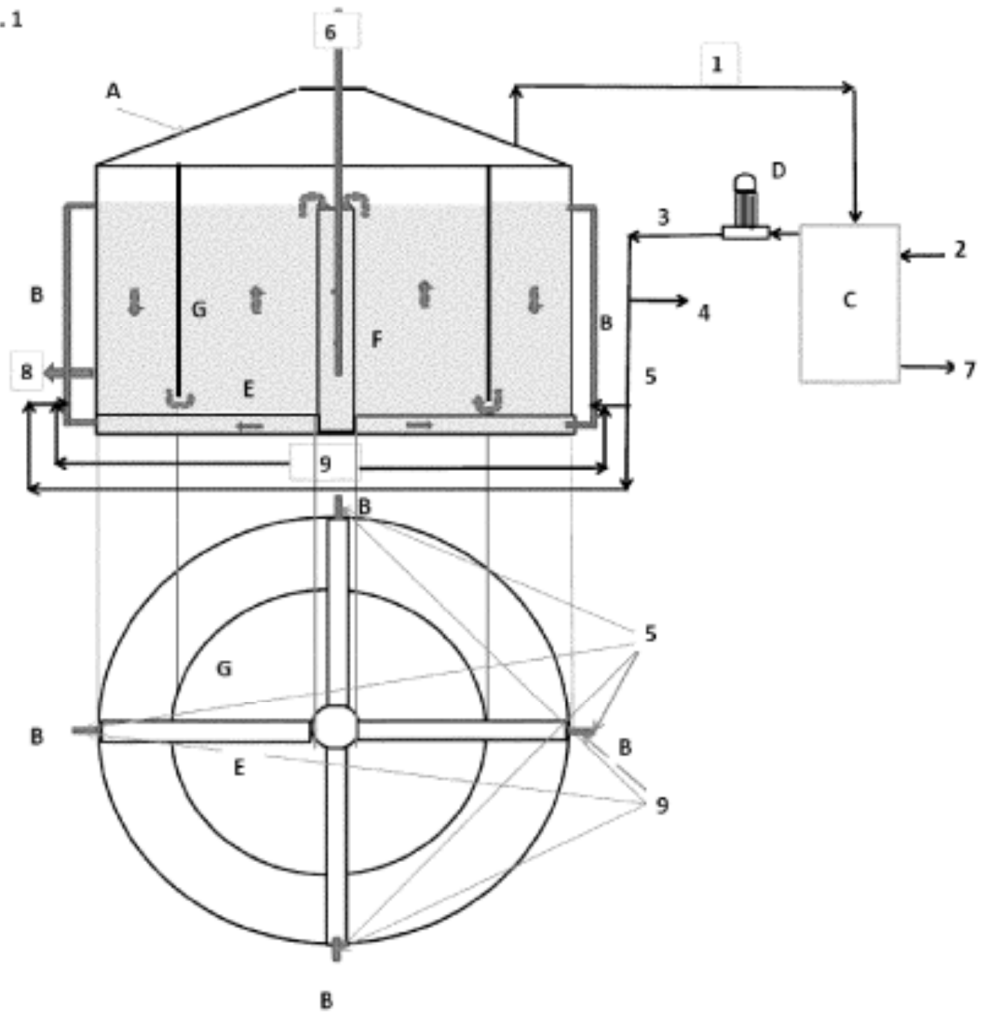


FIG. 2

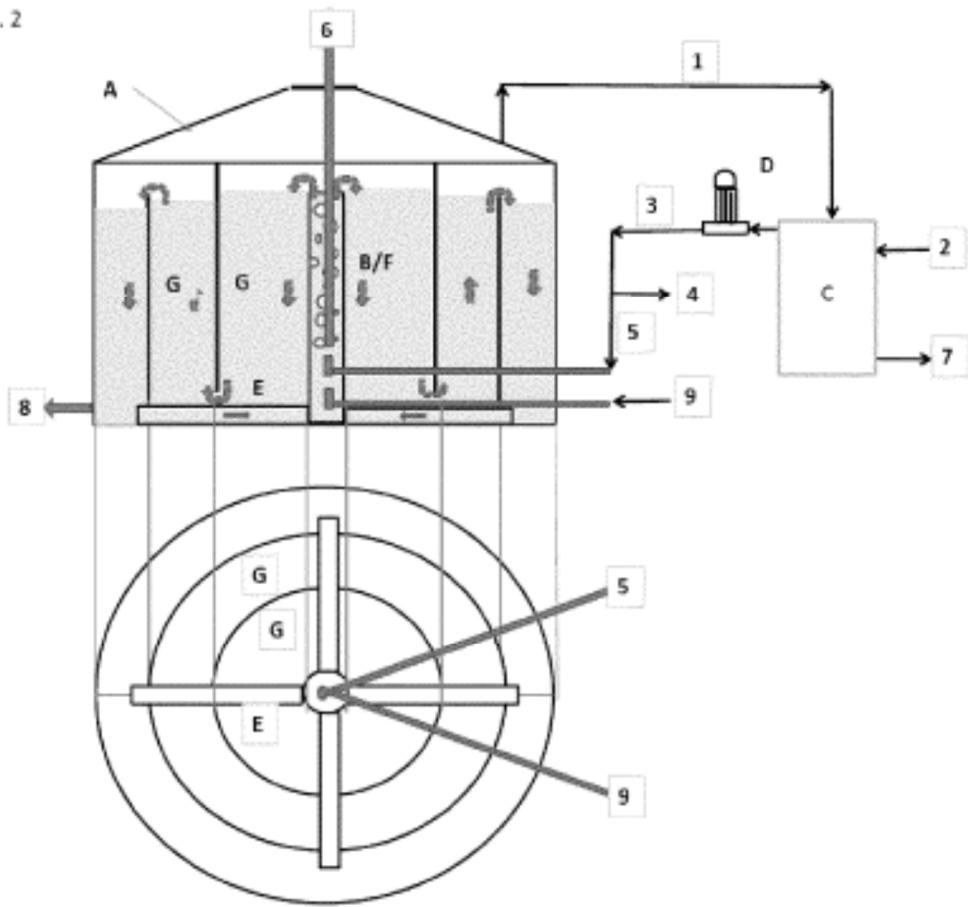


FIG. 3

