

TÍTULO DE PATENTE NO. 340151

Titular(es): CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A.C.

Domicilio: Av. Normalistas No. 800, Col. Colinas de la Normal, 44270, Guadalajara, Jalisco, MÉXICO

Denominación: PLANTA Y PROCESO DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES DE RASTRO.

Clasificación: Int.CI.8: C02F1/40; C02F11/04; C02F3/30; C02F9/00; C02F9/14

Inventor(es): ALBERTO LOPEZ LOPEZ

SOLICITUD

Número:	Fecha de presentación:	Hora:
MX/a/2009/014232	21 de diciembre de 2009	15:47

PRIORIDAD

País:	Fecha:	Número:
-------	--------	---------

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 21 de diciembre de 2029

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/06/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso iii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso iii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º inciso a) y antepenúltimo párrafo del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

Fecha de expedición: 10 de junio de 2016

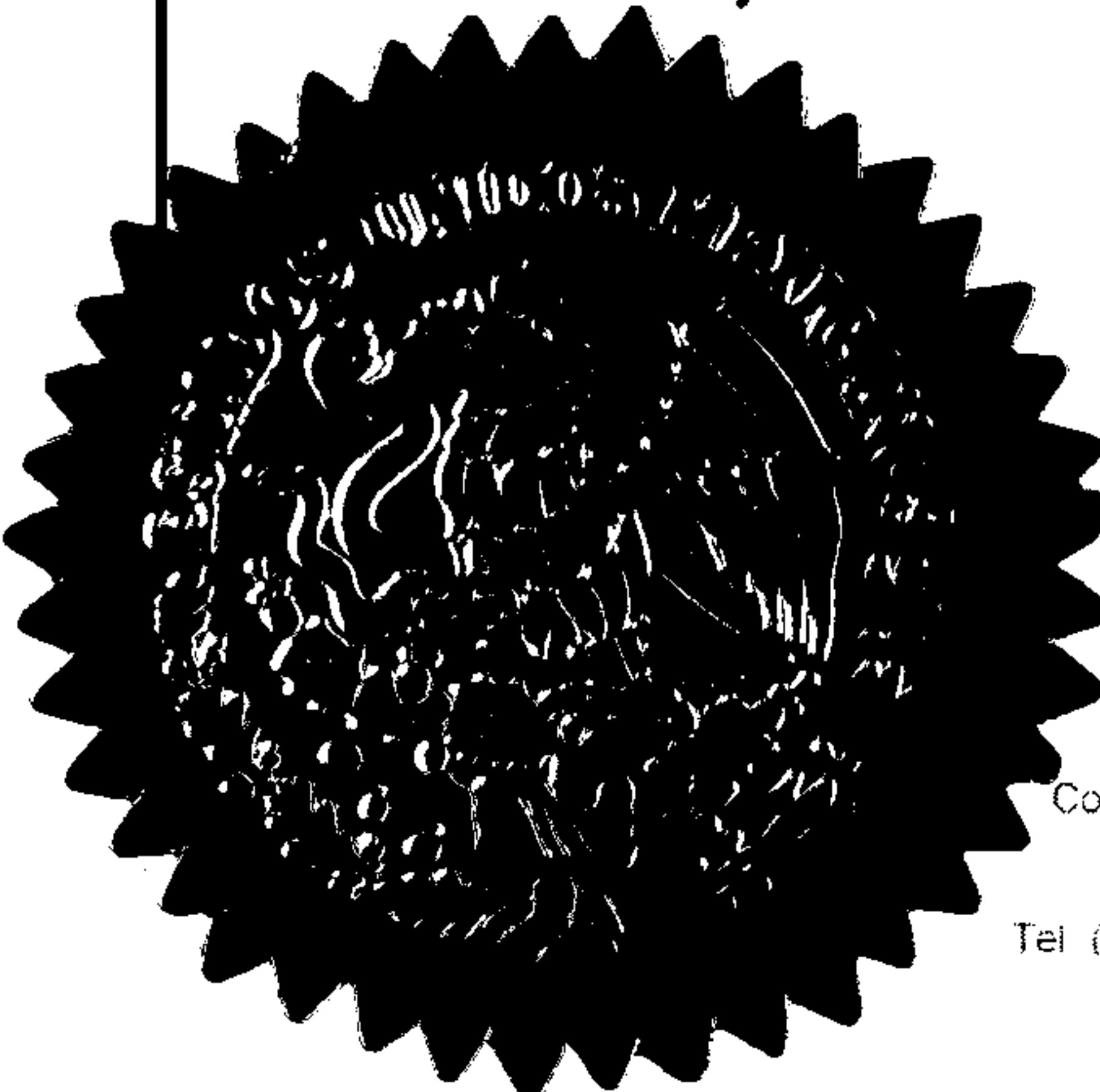
**SUBDIRECTOR DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES, ÁREAS
MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE REGISTROS DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y
MODELOS DE UTILIDAD**

PEDRO DAVID FRAGOSO LÓPEZ

Arenal No. 550, Piso 1,
Col. Pueblo Santa María Tepepan,
Xochimilco, C.P. 16020,
Ciudad de México
Tel: (55) 53 34 07 00 www.impi.gob.mx



MX/2016/50680



**PLANTA Y PROCESO DE TRATAMIENTO PARA
AGUAS RESIDUALES DE RASTRO**

IMPI
INSTITUTO MEXICANO
DE LA INGENIERÍA
INDUSTRIAL



CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención tiene su aplicación en el campo de tratamiento de aguas residuales, específicamente en las aguas residuales de rastro, la cual es capaz de remover del 80 al 98% de materia orgánica medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las aguas residuales de rastros.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los rastros son establecimientos públicos y privados, cuya actividad principal es la matanza de animales tales como: reses, cerdos y diferentes tipos de aves; así como la limpieza y la preparación de animales muertos en canales (animales despojados de vísceras, cuernos y patas entre otros) para su comercialización a tablajeros y público en general.

15 Las aguas residuales de rastros municipales son una fuente potencial de problemas ambientales y de salud pública; además de violar la legislación en materia de protección ambiental. La concentración media de materia orgánica de estos
20 efluentes, medida como DBO y DQO, es del orden de 6500 y 9000 mg/L respectivamente. El contenido promedio de Grasas y Aceites (GyA) es del orden de 500 mg/L. La concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es del orden de 6000 mg/L. El contenido de nutrientes, medido como nitrógeno orgánico (N_{org}) y fósforo (PO_4^{3-}) es del orden de 74 y 64 mg/L respectivamente. Además, las aguas
25 residuales de rastro contienen una gran cantidad de microorganismos patógenos tales como *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* y virus, entre muchos otros, los cuales generan un gran número de enfermedades como fiebre tifoidea, disentería, cólera y hepatitis. En general, las aguas residuales de rastro municipal tienen concentraciones de Coliformes Totales (CT) y Coliformes Fecales (CF) en intervalos
30 de 10^6 - 10^4 y de 10^5 - 10^3 respectivamente de NMP/100ml. Se estima que la cantidad

promedio de agua utilizada para procesar una res y un cerdo es del orden de 700 y 330 litros respectivamente.

En México se tienen registrados oficialmente 1000 rastros municipales, de los cuales sólo 20 cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales. Por lo que las aguas residuales de los rastros son descargadas directamente al alcantarillado municipal, a

5 cuerpos de agua y a suelo sin previo tratamiento. La causa principal de esta situación son los elevados costos de operación y baja eficiencia las plantas de tratamiento comerciales, las cuales se fundamentan en operaciones y procesos unitarios de tipo fisicoquímico y biológico:

10 1.- Físicoquímicos:

a.- Sistema de Flotación por Aire Disuelto, (DAF). Cuando el sistema DAF es utilizado previo a un tratamiento biológico, se tiene mayor estabilidad en biorreactor (Krofta Technologies, 2004). La gran desventaja de los sistemas DAF son los costos elevados de inversión (mayores a \$100,000 Dólares E.U.); los costos de operación,

15 debido al uso de agentes químicos; y la baja eficiencia para remover DBO soluble.

b.- Proceso de coagulación-floculación utilizando sales de aluminio y Hierro, además de polímeros orgánicos. Amuda y Alade (2006) realizaron pruebas a aguas residuales de rastro y alcanzaron una eficiencia de remoción de DQO de 65%, ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, pH entre 8.5 y 9.0); Aguilar y col. (2005) efectuaron pruebas de

20 tratabilidad fisicoquímica a aguas residuales de rastro, encontrando eficiencias de remoción del 87% de DQO ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ y $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, pH=5); Núñez y col. (1999) y Satyanarayan y col. (2005) obtuvieron resultados similares de remoción de DQO. Las desventajas de los procesos de coagulación-floculación son los costos de operación a causa de los agentes químicos utilizados y el manejo y disposición de

25 las grandes cantidades de lodos que se generan.

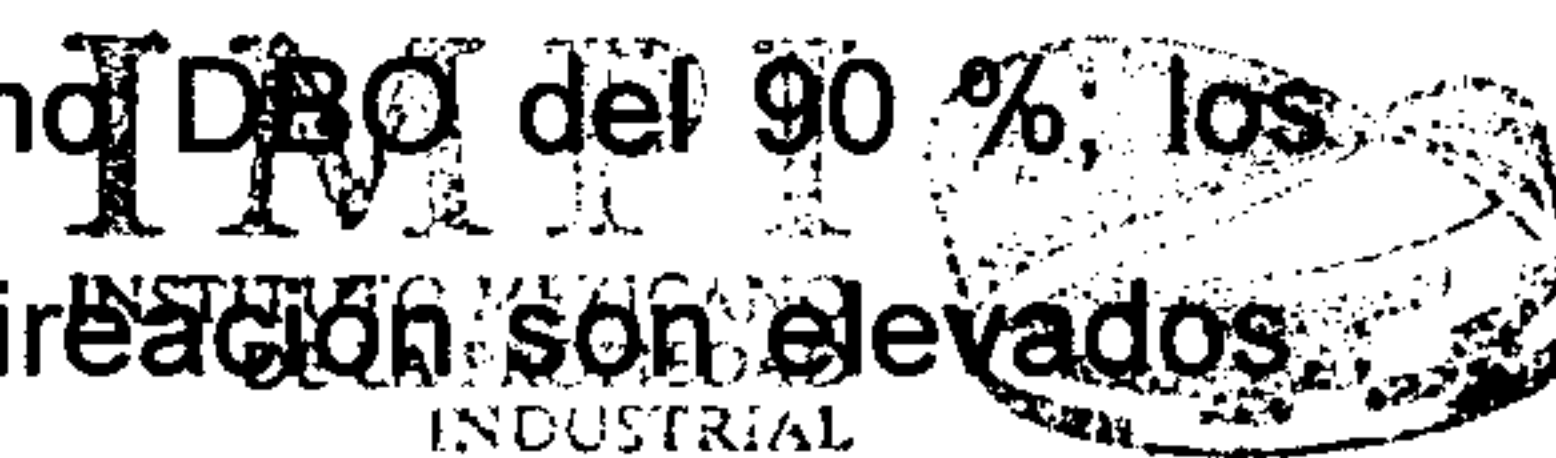
2.- Biológicos

a.- Aerobios.

i.- Lodos activados y reactores secuenciales por lote (por sus siglas SBR). La compañía Eco Process and Equipment, Inc. ha desarrollado procesos aerobio de este tipo, sin embargo, las desventajas del sistema es que solo puede tratar

30 concentraciones de agua residual del rastro menores a 3000 mg/L de DBO, para

alcanzar una eficiencia de remoción de materia orgánica como DBO del 90%; los costos por consumo de energía eléctrica en la operación de aireación son elevados.



ii.- Laguna aerobia. Belanger y col. (1986) desarrollaron y aplicaron una laguna de 1,000 m³ para tratar agua residual de rastro, sin embargo este proceso presenta las desventajas siguientes, sólo es eficiente para tratar agua con concentraciones de DBO menores a 3000 mg/L; requiere grandes superficies de terreno; mantenimiento diario; y costos por el uso de energía eléctrica para los sistemas de aireación.

Los procesos aerobios mencionados alcanzan eficiencias de remoción de materia orgánica como DBO en agua residuales de rastro en el orden de 80-90%, sin embargo presentan desventajas tales como: la concentración de DBO en el influente debe ser menor a 3000 mg/L, además los requerimientos de oxígeno y los tiempos de tratamiento se incrementan proporcionalmente al incremento de la DBO en el agua residual, en la misma proporción se incrementan los costos de energía y tratamiento. Por esta razón, la digestión aerobia es considerada menos económica que el tratamiento anaerobia para aguas residuales.

b.- Anaerobios

i.- Gutiérrez y col. (2004) han desarrollado un proceso mediante el cual han reducido la concentración de materia orgánica del efluente de un rastro en México, con una eficiencia de remoción promedio de DQO del 89%, partiendo de una concentración inicial de DQO 3650 mg/L, en el agua residual. Este proceso consiste de un tanque de sedimentación primaria, una laguna anaerobia y un humedal de flujo subsuperficial.

ii.- Laguna anaerobia cubierta, propuesta por Dague y col. (1990) para tratar agua residual de un rastro de cerdos. La eficiencia de remoción fue de 87%, una DBO inicial de 1600-4800 mg/L. Las desventajas de este sistema de tratamiento son el requerimiento de una gran superficie de terreno; problemas de mezclado y de distribución homogéneo de flujo de agua residual; generación de olores desagradables y emisión de metano (Massé y Masse, 2000b).

iii.- Reactor de lecho de lodos anaerobio y flujo ascendente (por sus siglas en inglés UASB). Caldera y col. (2005) utilizaron un reactor UASB de 4 L para el tratamiento de agua residual de una industria cárnica logrando un 80% de remoción de DQO.

Rodríguez y col. (2002) utilizaron un UASB para tratar agua de rastro logrando una eficiencia de remoción de DQO del 80%. Estos reactores logran trabajar a elevada carga orgánica (CO), sin embargo presentan largos periodos de arranque; sensibilidad a la variación de CO y temperatura; el diseño del sistema mecánico es relativamente complejo

iv.- Reactores Anaerobios por Lotes Secuenciales (por sus siglas en inglés ASBR) han sido aplicados a escala laboratorio y piloto para el tratamiento de estiércol de cerdo, agua residual de rastro y otros efluentes con elevadas concentraciones de materia orgánica (Massé y Droste, 1997; Massé y Masse, 2000a).

10 v.- Filtro Anaerobio (FA) o Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y Lecho Empacado (RAFA-Empacado), a gran escala fue construido en Alemania para tratar agua residual de un rastro (Metzner y col., 1990). Sin embargo, la remoción de materia orgánica fue menor al 80%, con una CO en un intervalo de 3 a 10 kg/m³-d. Ruiz y col. (1997) operaron un FA con valores de CO cercana a 3 kg/m³-d, y logrando una eficiencia del 65%. Balladares (1998) utilizó un FA para tratar agua residual procedente de un rastro, la eficiencia de remoción de materia orgánica medida como DBO y DQO no fue mayor al 80%. Lomas y col. (1999) evaluaron un FA de flujo descendente a nivel piloto para tratar estiércol líquido de corrales de ganado porcino, la eficiencia de remoción de materia orgánica como DBO fue del 60% y en sólidos volátiles fue del 50%.

Podemos observar que el FA presenta grandes ventajas tales como: trabaja a elevadas cargas orgánica, los TRH son relativamente cortos comparados con los reactores anaerobios por contacto, operación relativamente estable bajo condiciones variables de alimentación, flujo y CO, el FA no requiere mezclador mecánico. Así también presenta algunas desventajas, a escala piloto e industrial el acceso para monitorear el interior del reactor e inspección de acumulación de biomasa es limitado, elevados costos del empaque cuando se utilizan materiales sintéticos.

La tecnología citada muestra procesos en materia de tratamiento de aguas residuales provenientes de rastros y establecimientos similares, basados en procesos fisicoquímicos y sobretodo de tipo biológicos aerobios y anaerobios. Sin embargo, la mayoría de estos procesos o tecnologías se presentan como un proceso

único y aislado de otras operaciones o etapas complementarias, que si bien logran remover materia orgánica por sí solos, no es suficiente para cumplir la mexicana vigente en materia de descarga de aguas residuales en cuerpos de aguas y suelo (NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-002-SEMARNAT-1996). ~~Bajo este contexto,~~



5 nuestra contribución inventiva Planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro consiste en haber integrado en forma secuencial seis etapas de tratamiento: cribado y desarenado; homogenización y bombeo; hidrotamizado; retención de grasa y aceite; tratamiento biológico y desinfección. Este proceso de tratamiento garantiza un efluente de agua tratada que cumple con la normatividad
10 anteriormente citada.

Esta invención, planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro, ofrece las siguientes ventajas sobre los procesos y sistemas de tratamiento de anteriormente reportados: garantiza la remoción del 80 al 98 % de materia orgánica,
15 medida como DBO o DQO, presente en el agua residual de rastro. Además de garantizar la remoción significativa de los demás contaminantes. Puede tratar aguas residuales de rastro con concentraciones por arriba de 2000 y 3000 mg/L de DBO y DQO respectivamente. Las etapas que integra el proceso de tratamiento para aguas de rastro son modulares, en materiales comerciales y de bajo costo. Las
20 características geométricas de los módulos y dispositivos de tratamiento permiten evaluar su estado interno de operación. No requiere productos químicos especiales o cualquier otro cuidado más allá de lo que requiere un sistema de tratamiento convencional. Los costos de tratamiento de agua residual son entre 30 y 50% menores con respecto a los costo de un sistema de tratamiento de lodos activados y coagulación floculación. La cantidad de lodos de exceso que genera este proceso de
25 tratamiento es del 50 al 60% menor con respecto al proceso de lodos activados. Cuando el proceso es operado correctamente no genera olores ofensivos ni fauna nociva. El personal que requiere la operación de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro es de nivel técnico y con capacitación en la materia.

La planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro es flexible y versátil desde un punto de vista de construcción y operación, es decir, de fácil implementación, adaptable para tratar caudales grandes y pequeños, adaptable para tratar aguas residuales de diferentes concentraciones de materia orgánica, las condiciones de operación no son estrictamente acotadas. Finalmente esta invención, contribuye a la prevención y control de la contaminación de cuerpos de agua como ríos, lagos y suelo, debido a la eficiencia elevada para remover materia orgánica y otros contaminantes. Pero sobre todo, contribuye a reducir los riesgos a la salud pública de las comunidades cercanas a los rastros.

10

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Los detalles característicos de esta invención se muestran claramente en la siguiente descripción y figuras, las cuales se mencionan a manera de ejemplo y no deben ser consideradas como limitativas a la presente invención.

15

La figura 1 es un diagrama de bloques secuencial que ilustra las etapas de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

20

La figura 2 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra el ensamble general de las etapas de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

25

La figura 3 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 3A) y corte longitudinal (Figura 3B) de la primera etapa, denominada cribado y desarenado, de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

La figura 4 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 4A) y corte longitudinal (Figura 4B) de la etapa de homogenización y bombeo de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

La figura 5 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 5A) y corte longitudinal (figura 5B) de la etapa de hidrotamizado de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

5 La figura 6 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 6A) y corte longitudinal (Figura 6B) de la etapa de retención de grasas y aceites de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

10 La figura 7 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 7A) y corte longitudinal (Figura 7B) de la etapa de tratamiento biológico (anaerobio/aerobio) de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

15 La figura 8 es una representación semiesquemática de la vista superior (Figura 8A) y corte longitudinal (Figura 8B) de la etapa de desinfección de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro.

Haciendo referencia a los dibujos y en particular a la Figura 2, la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro está constituido por las etapas: cribado y desarenado 1; Homogenización y bombeo 2; hidrotamizado 3; retención de grasa y aceite 4; tratamiento biológico 5, integrada de un acoplamiento secuencial de un reactor anaerobio (Filtro anaerobio empacado de tezontle) y un aerobio (reactor SBR) y desinfección 6, estas etapas se describen a continuación:

25 Etapa de cribado y desarenado 1, es la etapa inicial del proceso de tratamiento y tiene por objetivo la retención y retirado manual de desechos sólidos mayores a 2.5 cm; que son arrastrados y pudieran interferir en el proceso de tratamiento y/o equipo mecánico. La operación se realiza en un tanque rectangular 1.1, integrado por un panel de barras metálicas 1.2 con claros de separación de 2.5 cm y espesor de barra de 0.5 cm, de sección rectangular, circular u ovaladas. El panel de barras se
30 coloca a una distancia de 1/3 de la longitud del tanque y con una inclinación de 60° con respecto a la horizontal 1.3, esta última con una pendiente de 3 a 5% también

con respecto a la horizontal, lo cual ayudará a sedimentar y ~~adumbrar las arenas y~~ gravas con densidades mayores a la del agua.



Homogenización y bombeo **2**, el objetivo principal de esta unidad, es homogeneizar
5 el agua residual en materia orgánica y generar un flujo constante de agua hacia la
etapa de hidrotamizado **3**. La operación se realiza en un tanque rectangular o
cilíndrico **2.1** abierto a la atmosfera, construido de concreto o acero al carbón, con
capacidad suficiente para amortiguar el volumen de agua residual en horas pico de
generación durante una jornada de trabajo. El tanque **2.1** tiene en el fondo un
10 cárcamo **2.2** de tamaño suficiente para albergar una bomba sumergible **2.3**, la
bomba **2.3** tiene en la tubería de conducción y bombeo una válvula **2.4** que de
manera conjunta garantizan un flujo constante de agua residual hacia la etapa de
hidrotamizado **3**; además de garantizar un régimen continuo del proceso de
tratamiento. El tanque **2.1** tiene un sistema de mezclado mecánico **2.5** integrado por
15 un motorreductor de 20 a 30 rpm con un sistema de turbinas que garantizan justo la
homogenización del agua residual. Este sistema de mezclado se ubica en la parte
central del tanque **2.1** en posición vertical sin tocar el fondo de mismo, y va
soportado sobre una pasarela **2.6** de acero o concreto armado que va de lado a lado
del tanque **2.1**.

20

Hidrotamizado **3**, en esta etapa se lleva a cabo la eliminación de sólidos de tamaño
mayor a 1mm. Esta operación se realiza para garantizar la buena operación de las
etapas siguientes y para evitar problemas en el equipo electromecánico del proceso
de tratamiento. Así, el agua residual de rastro se hace pasar a través de una malla
25 **3.1** con abertura de 1 mm (malla americana No. 18). La malla **3.1** se ubica con una
inclinación de 45° con respecto a la horizontal y dentro de un dispositivo rectangular
3.2, el cual presenta la entrada de agua en la parte superior y la salida en el fondo
del mismo, además de presentar una salida de tipo rectangular **3.3** en la parte frontal
e inferior para evacuar los sólidos retenidos. El material de fabricación de la malla
30 **3.1** y del dispositivo rectangular **3.2** deberá ser en acero inoxidable, para evitar su
oxidación. Existen en el mercado comercial, dispositivos mecánicos denominados

Tratamiento biológico **5**, en esta etapa es donde básicamente se lleva a cabo la degradación de materia orgánica presente en agua residual de rastro, aquí se reduce entre 70 y 90% de DQO con respecto al remoción total que logra la planta y proceso de tratamiento. El tratamiento biológico es una integración secuencial de un proceso anaerobio y un aerobio, compuestos por un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y lecho empacado (RAFA) **5.1** y dos Reactores Aerobios por Lotes **5.2** y **5.3** mejor conocidos como SBR (en Ingles: Sequencing Batch Reactor), estos últimos operando de forma paralela y alternada.

En el RAFA **5.1**, la remoción de los sólidos en suspensión, coloidales y disueltos, se realiza con eficiencias promedio del 80%, por medio de un proceso de degradación biológica anaerobia, durante el cual se genera un biogás rico en metano. El RAFA **5.1** consta de dos compartimientos cerrados a la atmósfera, al primer compartimiento **5.4** llega el agua proveniente de la TGyA **4.1**, en seguida el agua pasa y es distribuida a la cámara de digestión **5.5** a través de una abertura rectangular **5.6** cuyas dimensiones son: altura 5% de la altura total del RAFA **5.1** y un largo equivalente a lo ancho de la parte inferior de la mampara **5.7** que separa dichos compartimientos. Este arreglo genera una dirección de flujo ascendente a través del lecho poroso **5.8**. El agua es recuperada en la parte superior de la cámara de digestión **5.5** y del lado opuesto a la entrada del agua, a través de una canaleta o vertedero **5.9** en forma de media caña tapada en sus extremos. El diámetro de la canaleta **5.9** será igual al diámetro del tubo que conduce la entrada del agua y de una longitud igual al ancho de la cámara de digestión **5.5**, el material de la canaleta **5.9** es de PVC cédula 40. La canaleta o vertedero **5.9** tienen adaptada dos válvulas **5.18** y **5.19** que permiten enviar en flujo de agua a los SBRs **5.2** y **5.3** de forma intermitente. El lecho poroso **5.8** está constituido a base de tezontle (piedra de origen volcánico) se utiliza como medio de soporte de la biopelícula. El tezontle deberá presentar un tamaño de partícula de 2.54 a 5.08 cm (1 a 2 pulgadas) colocado de menor a mayor tamaño con respecto a la altura de la cámara de digestión **5.5**, la porosidad intersticial (ϵ) deberá ser ≥ 0.64 ; así el volumen efectivo es menor al volumen total de la cámara de digestión **5.5**. El lecho poroso **5.8** va soportado sobre un fondo falso **5.10** con perforaciones en forma de cono trucado **5.11** (5.08 y 6.35 cm

[2 a 2.5 pulgadas] de diámetro en la parte superior e inferior del fondo falso 5.10 respectivamente), las perforaciones 5.11 están espaciadas cada 2.54 cm (1 pulgada) y distribuidas uniformemente. La purga de lodos de exceso (extracción del excedente de biopelícula desprendida del Tenzontle) se realiza a través de un tubo con la válvula 5.12 colocada por un costado externo y al fondo del RAFA 5.1. La purga del lodo depositado en el fondo del RAFA 5.1, se realiza de forma intermitente cuando el nivel de éste alcanza el nivel de la válvula de muestreo 5.13, nivel del fondo falso 5.10. Otros accesorios y características del RAFA 5.1, las válvulas 5.14 y 5.15 servirán para muestrear el agua residual y evaluar el estado interno del lecho poroso 5.8 que soporta la biopelícula. La pendiente de la superficie del fondo 5.16 es del 3%. Cuatro tubos de venteo 5.17 se ubicaran en la parte superior de la bóveda de la cámara de digestión 5.5, para permitir la salida de biogás producto de la degradación anaerobia de la materia orgánica. El diseño del reactor se hace con CO en un intervalo de 6-12 kg/m³-d y considerando TRH de 24 horas para lograr eficiencias de remoción de DBO del 70 al 80%. La inoculación y arranque del RAFA 5.1 se realiza, agregando al mismo reactor un volumen de lodos anaerobios equivalente al 20% del volumen total del RAFA 5.1. Los lodos deberán proceder de una planta de tratamiento de aguas residuales estabilizada de tipo anaerobia, con una concentración mínima en SSV del 1%. La etapa de adaptación y crecimiento de la biopelícula es de aproximadamente de 3 a 6 semanas. Posterior a este tiempo, la eficiencia de remoción de DBO y DQO se hacen constantes dentro de un intervalo de 70-80%, así mismo hay una tasa de producción constante de biogás dentro de un intervalo 390-690 ml/gr de DQO removida con concentración promedio del 65% en metano; estas condiciones denotan la estabilización del RAFA 5.1.

Posterior al tratamiento biológico anaerobio, dos SBRs idénticos 5.2 y 5.3 son utilizados alternadamente para tratar vía aerobia el efluente del RAFA 5.1, mientras un SBR 5.2 es utilizado para recibir y acumular el efluente del RAFA 5.1, el otro SBR 5.3 está en aireación para tratar un volumen equivalente de agua residual. La operación alternada de los SBRs 5.2 y 5.3 se realiza con la ayuda de las válvulas 5.18 y 5.19. Las fases del ciclo completo del un SBR y los tiempos promedios

respectivos son los siguientes: llenado seis horas; aireación, ~~nueve horas~~, sedimentación una y media hora; evacuación del clarificado tres horas y purga de lodos media hora. Los SBRs 5.2 y 5.3 deberán contar con un sistema de aireación, integrado por un compresor 5.20 y divisores de aire 5.21, capaz de suministrar 4 kg de O_2/m^3 agua residual, o bien una cantidad de aire suficiente para mantener una concentración mínima de Oxígeno Disuelto (OD) de 1.0 mg/L en el SBR en aireación. La aireación de forma alternada se lleva acabo con ayuda de las válvulas 5.22 y 5.23. La inoculación de los SBRs 5.2 y 5.3, antes de su operación, se realiza agregando a cada uno de los SBRs un volumen de lodos aerobios equivalente al 20% del volumen total del SBR. Los lodos deberán proceder de una planta de tratamiento de estabilizada de tipo aerobia, con una concentración mínima en SSV del 1%. La purga de lodo de exceso se realiza de manera intermitente por una parte lateral e inferior del SBRs 5.2 y 5.3; a través de un tubo con válvula 5.24 y 5.25. Bajo estas condiciones, las eficiencias de remoción de DQO esperadas en los SBRs 5.2 y 5.3 son del orden del 80 al 90%.

Desinfección 6, es la etapa final de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro y tiene como objetivo la inactivación y eliminación de microorganismos patógenos. Esta operación consiste en poner en contacto durante 30 minutos y bajo un régimen en continuo, el agua proveniente del SBR 5.2 o 5.3 con una solución de hipoclorito de sodio ($NaClO$). La dosis de $NaClO$ es de 10.5 mg litro de agua equivalente a 5 mg Cl_2/L . La operación de desinfección de agua se realiza en un tanque rectangular 6.1 abierto a la atmósfera y de flujo horizontal-vertical. El tanque 6.1 se diseña con un TRH mínimo de 30 minutos y relaciones de $L \leq 2W$ y $H \leq W$, el tanque presenta cuatro compartimientos separados por tres mamparas 6.2, 6.3 y 6.4 en posiciones verticales y distribuidas de manera uniforme a lo largo del tanque 6.1. Las mamparas 6.2 y 6.4 están separadas del fondo del tanque 6.1 por una abertura que mide de alto lo equivalente al 20% de la altura total del tanque 6.1. La mampara 6.3 llega al fondo del tanque 6.1 y tiene una altura equivalente al 80% de la altura total del tanque 6.1. Este arreglo permitir el flujo de agua y a la vez un buen mezclado cloro-agua.

Los componentes de las etapas: cribado y desarenado **1**, Homogenización y bombeo **2** de la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro deben ser construido por debajo del nivel del suelo, de tal forma de asegurar la llegada por gravedad del agua residual proveniente del drenaje del rastro. Los componentes de las etapas: hidrotamizado **3**, retención de grasa y aceite **4**, tratamiento biológico **5** y desinfección **6** de la planta y proceso de tratamiento en cuestión, pueden ser construidos a nivel del suelo, esto no es indispensable, ya que depende de las condiciones topográficas del terreno; sin embargo el perfil hidráulico de las unidades de tratamiento debe garantizar un desplazamiento del agua residual por gravedad.

La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, funciona en régimen continuo de la siguiente manera siguiente: el agua residual proveniente del drenaje del rastro llega al unidad de cribado y desarenado **1**, aquí el panel de barras metálicas **1.2** retiene los residuos sólidos mayores a 2.5 cm, los cuales serán removidos manualmente una vez que obstruyan el paso libre del agua através del panel de barras metálicas **1.2**. Las arenas y en general los sólidos sedimentables son concentrados por gravedad en la parte más profunda del tanque rectangular **1.1**, ubicada en el lado opuesto a la entrada del agua residual. La arena y gravilla acumulada deberá ser retirada manualmente antes que el nivel de éstas, rebasen la mitad del valor de la altura entre el piso del tanque **1.1**, en su parte más profunda, y la salida del agua residual.

En seguida, el agua residual fluye por gravedad al tanque de Homogenización y bombeo **2.1**, aquí el agua residual generada durante una jornada de trabajo se va acumulando y homogenizando en materia orgánica, esta última operación se realiza con el sistema de mezclado mecánico **2.5**. Un mezclado con 20 a 30 rpm garantizan justo la homogenización del agua residual. Paralelamente a la operación de homogenización, la bomba sumergible **2.3** (previamente en funcionamiento) y la válvula **2.4** son ajustadas, de tal manera de garantizar un flujo constante de agua residual hacia la etapa de hidrotamizado **3**; además de garantizar un régimen

continuo de la planta y proceso de tratamiento durante las 24 horas del día. Una segunda bomba similar debe considerarse en esta etapa de homogenización y bombeo 2 por cuestiones de mantenimiento preventivo.

5 El agua residual proveniente de la unidad de homogenización y bombeo 2 llega a la etapa de Hidrotamizado 3. El agua entra por la parte superior del dispositivo rectangular 3.2 y se hace pasar a través de la malla 3.1 para eliminar los sólidos de tamaño mayor a 1mm; el agua se recupera por el fondo del dispositivo rectangular 3.2 y los sólidos retenidos se recuperan por la parte frontal baja del mismo dispositivo rectangular 3.2.

10 El agua continua fluyendo por gravedad a la etapa de retención de grasa y aceite 4, aquí se elimina del 30 al 60 % de la GyA presente en el agua residual. El agua residual entra primeramente al primer compartimiento 4.4 de la camara y posteriormente pasa al segundo compartimiento 4.5 a través de los dispositivos T 4.3. En el primer compartimiento 4.4 la GyA se separa del agua y flota hacia la superficie de ésta. Cada 24 horas y de manera intermitente se deberá abrir la válvula 4.6 para evacuar el volumen de GyA retenido y deberá cerrarse cuando se inicia a evacuar agua en lugar de GyA.

20 En seguida el agua residual llega al Tratamiento biológico 5, aquí se lleva acabo la degradación de materia orgánica presente en agua residual de rastro en un intervalo del 60 al 85% de DQO con respecto a la remoción total que logra remover la planta y proceso de tratamiento en cuestión. El agua residual entra al RAFA 5.1 por la parte superior del primer compartimiento 5.4, en seguida el agua pasa y es distribuida a la cámara de digestión 5.5 a través de una abertura rectangular 5.6 ubicada justo por debajo de la mampara 5.7 que separa dichos compartimientos. El agua residual atraviesa el lecho poroso 5.8 en dirección ascendente. El agua es recuperada en la parte superior de la cámara de digestión 5.5 y del lado opuesto a la entrada del agua, a través de la canaleta o vertedero 5.9. Las válvulas 5.18 y 5.19, en posición una abierta y una cerrada, permiten enviar el flujo de agua al SBR 5.2 en una etapa

de llenado, mientras el otro SBR 5.3 está en operación y viceversa. La purga de lodos (extracción del excedente de biopelícula desprendida del Tenzontle) se realiza a través de un tubo con la válvula 5.12 colocada por un costado externo y al fondo del RAFA 5.1. La purga de lodo acumulado en el fondo del RAFA 5.1, se realiza de forma intermitente a través de la válvula 5.12, cuando el nivel de éste alcanza el nivel de la válvula de muestreo 5.13. El monitoreo interno del RAFA 5.1, crecimiento de biopelícula, eficiencia de remoción de materia orgánica, producción excesiva de lodo; se realiza a través de las válvulas 5.14 y 5.15. El biogás generado por el RAFA 5.1 se lleva a combustión directamente a la salida de los tubos de venteo 5.17.

El efluente del RAFA 5.1 es enviado al tratamiento aerobio, aquí los SBRs 5.2 y 5.3 son utilizados alternadamente con la ayuda de las válvulas 5.18 y 5.19, mientras un SBR 5.2 es utilizado para recibir y acumular el efluente del RAFA 5.1, el otro SBR 5.3 está en aireación para tratar un volumen equivalente de agua residual. El ciclo completo de un SBR y los tiempos promedios respectivos son los siguientes: llenado seis horas; aireación nueve horas; sedimentación una y media hora; evacuación del clarificado tres horas y purga de lodos media hora. El suministro de aire, al SBR 5.2 o 5.3 en aireación, será equivalente a suministrar 4 kg de O₂ por m³ agua residual, o bien una cantidad de aire suficiente para mantener una concentración mínima de OD de 1.0 mg/L en el SBR. La aireación de forma alternada se lleva acabo con ayuda de las válvulas 5.22 y 5.23. La purga de lodo de exceso se realiza de manera intermitente por una parte lateral e inferior del SBRs 5.2 o 5.3; a través de un tubo con válvula 5.24 o 5.25, dependiendo de que SBR se purgue. La purga de lodo se deberá realizar lentamente durante los 30 minutos de purga y asegurando dejar un volumen de lodo equivalente al 20% del volumen total del SBR en purga. Las eficiencias de remoción de DQO logradas, sólo en los SBRs 5.2 y 5.3, son del orden del 80 al 90%.

Finalmente, el agua llega a la desinfección 6, la última etapa de la planta y proceso de tratamiento en cuestión, aquí los microorganismos patógenos aún presentes en el agua son inactivados y/o eliminados por la acción del NaClO. El agua entra por la parte superior del primer compartimiento del tanque rectangular 6.1, en seguida las

mampara 6.2, 6.3 y 6.4 envían al flujo de agua en sentido descendente, ascendente y descendente respectivamente, al mismo tiempo la desplazan en sentido horizontal.

El agua tratada sale por la parte superior del lado opuesto de la entrada al tanque

6.1. La adición de NaClO se efectúa justo a la entrada del agua, de forma continua y a una velocidad de 10.5 mg litro de agua. Las eficiencias globales de remoción de materia orgánica medida como DBO y DQO, alcanzadas al final del tratamiento, están en un intervalo del 80 al 98%.

La planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro, es más claramente ilustrado por medio del ejemplo específico que a continuación se describe, el cual se presenta con propósitos meramente ilustrativos, pero no limitativos del mismo, siendo dicho ejemplo el siguiente:

Se probó a nivel laboratorio la planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro con los componentes y características que se detallan en esta invención. La capacidad de tratamiento del proceso fue 5 L/día en régimen continuo, el tiempo de operación del proceso de tratamiento fue de 6 meses, el agua utilizada era de características reales y provenía del rastro municipal de Celaya Gto., en México Los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de nuestra invención están presentados la tabla1.

Tabla 1

Parámetro	Unidad	Antes del tratamiento	Después del tratamiento ¹	Límite máximo ²
Temperatura	°C	20	22	---
pH	U.P.	7.1	7.8	5.5 a 10
Color	Pt/Co	2000	130	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	8360	90	200
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	11000	284	---
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	8150	62	200
Grasas y Aceites	mg/l	784	25	25
Sólidos sedimentables	ml/l	4.5	0	2
Sólidos totales	mg/l	9830	95	---
Sólidos Volátiles	mg/l	8450	35	---
Sólidos Fijos	mg/l	1380	60	---
Fósforo, PO ₄ ³⁻	mg/l	82.68	16.5	30

Nitrógeno orgánico	mg/l	180.20		
Nitrógeno amoniacal	mg/l	137.34		
Nitratos	mg/l	<0.1	1.3	---
Fierro, Fe ³⁺	mg/l	1.65	0.26	---
Alcalinidad Total	mg/l	3531	325	---
Coliformes totales	NMP/100ml	>1600	<1600	---
Coliformes fecales	NMP/100ml	>90	<19	2000



1 valores determinados al final del periodo de las 9 horas de aireación

2: Valor establecido por la NOM-001-ECOL-1996

BIBLIOGRAFIA

- 5 *Aguilar M.I., Sáez J., Lloréns M., Soler A., Ortuño J.F., Mesequer V., y Fuentes A. (2005). Improvement of Coagulation-Flocculation Process Using Anionic Polyacrilamide as Coagulant Aid, Chemosphere, 58:47-56.*
- Amuda O.S. y Alade A. (2006). Coagulation/Flocculation Process in the Treatment of Abattoir Wastewater, Desalination, 196:22-31.*
- 10 *Bélanger D., Bergevin P., Laperriere J. y Zaloum R., 1986. Conception, contrôle y efficacité d' un réacteur biologique séquentiel pour l'épuration des eaux usées d' un abattoir. Sciences et techniques de l'eau, 19:142-156.*
- Balladares A.M. (1998). Rellenos Sanitarios y Tratamiento de Residuos Líquidos de Mataderos Municipales, CEPIS/OPS/BVS, 150.*
- 15 *Caldera Y., Madueño P., Griborio A., Fernández Nola y Gutiérrez E. (2005). Efecto de la carga orgánica en el funcionamiento de un reactor UASB durante el tratamiento de un efluente cárnico, Rev. Téc. de la Fac. Ing. de la Univ. del Zulia 28:119-127.*
- Dague R.R., Urell R.F., and Krieger E.R. (1990). Treatment of pork processing wastewater in a covered anaerobic lagoon with gas recovery, Proceeding of the 25th Industrial Waste*
- 20 *Conference, Ann Arbor, MI: Ann Arbor Sci., 815-823.*
- Gutiérrez S.A., Fernández V.G. Martínez P.P., Rinderknecht S.N. y Poggi V.H.M., 2004, Slaughterhouse Wastewater Treatment in a Full Scale System With Constructed Wetlands, Water Environment Research, 76, (4).*
- Krofta Technologies, LLC, An Ecovation Company (2004). www.kroftatech.com.*

Lomas J.M., Urbano C., Camarero L.M. (1999). Evaluation of a pilot scale downflow stationary fixed film anaerobic reactor treating piggery slurry in the mesophilic range, *Biomass and Bioenergy*, 17:49-58.

5 Massé D.I. y Droste R.L., (1997). Microbial interaction during anaerobic treatment of swine manures slurry in a sequencing batch reactor, *Can. Agric. Eng.*, 39:35-41.

Massé D.I. y Masse L., (2000a), Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactor, *Can. Agric. Eng.*, 42:131-137.

10 Massé D.I. y Masse L., (2000b). Characterization of Wastewater from Hog Slaughterhouse in Eastern Canada and Evaluation of Their In-Plant Wastewater Treatment System, *Can. Agric. Eng.*, 42:139-146.

Núñez L.A., Fuentes E, Martínez E, García PA (1999), Slaughterhouse wastewater treatment using ferric and aluminum salts and organic polyelectrolytes, *J. Env. Sci. Health* 34:721-736.

Metzner G, Temper U (1990) Operation and Optimization of a full-scale fixed-bed reactor for anaerobic digestion of animal rendering wastewater, *Water Sci. Technol.* 22: 373-384.

15 Rodríguez J., Sosa G.J., Garza Y. (2002). Bioconversión anaerobia como una alternativa para la remoción de DQO contenida en aguas residuales del rastro municipal de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. *J. Mex. Chem. Soc.* 2:285-288.

Ruiz I, Veiga MC, De Santiago P, Blazquez R (1997) Treatment of slaughterhouse wastewater in a UASB reactor and an anaerobic filter. *Bioresource Technol.* 60: 251-258.

20 Satyanarayan S., Ramakant, Vanerkar AP (2005). Conventional approach for abattoir wastewater treatment. *Env. Technol.* 26:441-448.

25

30

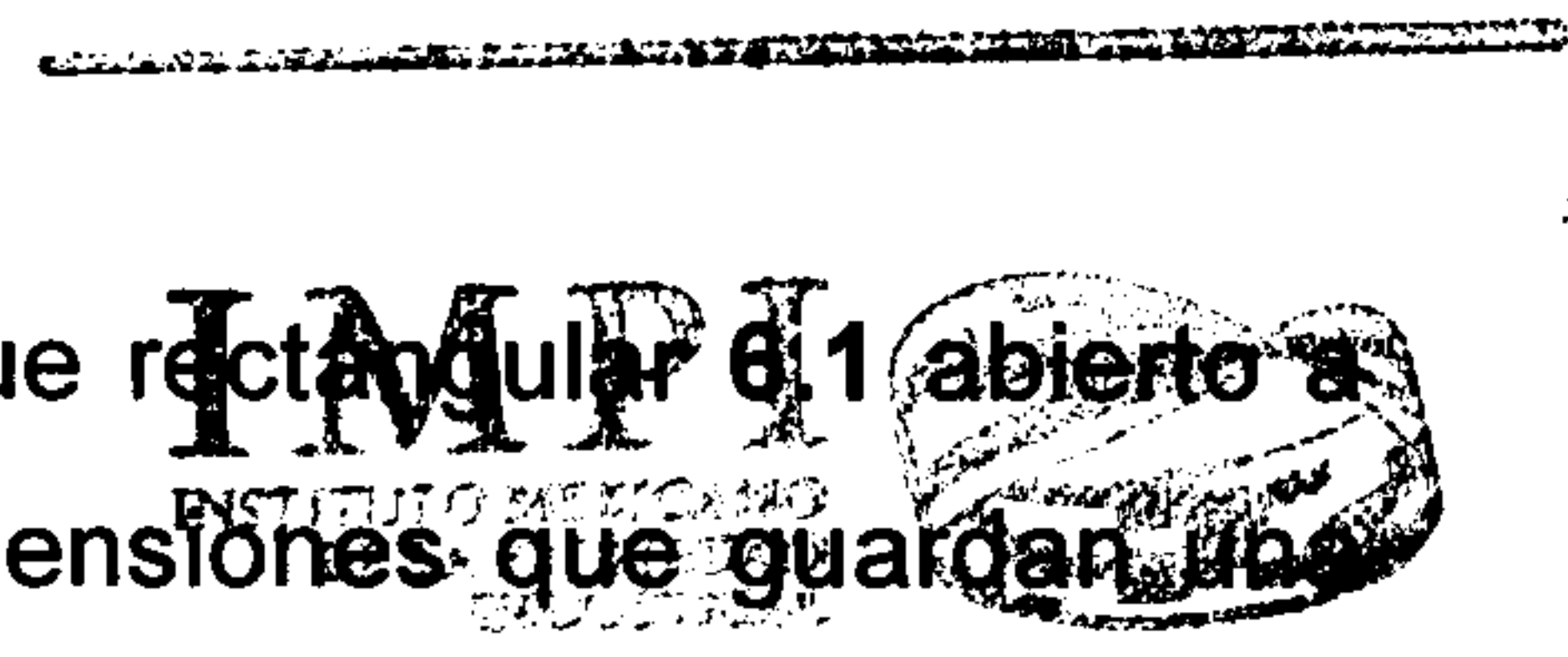
REIVINDICACIONES



Después de haber descrito lo suficiente la invención, considero de propiedad lo contenido en las siguientes cláusulas:

- 5 1. Una planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, caracterizada porque comprende:
- i. una sección de cribado y desarenado que incluye: un tanque rectangular 1.1 integrado por un panel de barras metálicas 1.2 de sección rectangular, circular u ovalada;
 - 10 ii. una sección de homogenización y bombeo que incluye: un tanque rectangular o cilíndrico 2.1 abierto a la atmosfera, con capacidad suficiente para amortiguar el volumen de agua residual en horas pico de generación durante una jornada de trabajo; un cárcamo 2.2 dispuesto en el fondo del tanque 2.1, que tienen un tamaño suficiente para albergar una bomba sumergible 2.3; una
15 válvula 2.4 colocada en la tubería de conducción y bombeo de la bomba 2.3; un sistema de mezclado mecánico 2.5 integrado por un motorreductor de 20 a 30 rpm con un sistema de turbinas, este sistema de mezclado se ubica en la parte central del tanque 2.1 en posición vertical sin tocar el fondo de mismo, y va soportado sobre una pasarela 2.6 de acero o concreto armado que va de
20 lado a lado del tanque 2.1;
 - iii. una sección de hidrotamizado que incluye: una malla 3.1 con una inclinación de 45° con respecto a la horizontal y que está ubicada dentro de un dispositivo rectangular 3.2; el dispositivo rectangular 3.2 presenta una entrada de agua en la parte superior y una salida en el fondo del mismo, y tiene una salida de tipo
25 rectangular 3.3 en la parte frontal e inferior para la evacuación de sólidos retenidos;
 - iv. una sección de retención de grasa y aceite que incluye: un tanque rectangular 4.1 denominado Trampa de Grasa y Aceite "TGyA", de dimensiones que guardan una relación $L \leq 2W$ y $H \geq W$; una mampara 4.2 que separa dos
30 compartimientos 4.4 y 4.5; el primer compartimiento 4.4 tiene una capacidad de 2/3 partes del volumen total de la TGyA 4.1, y el segundo compartimiento

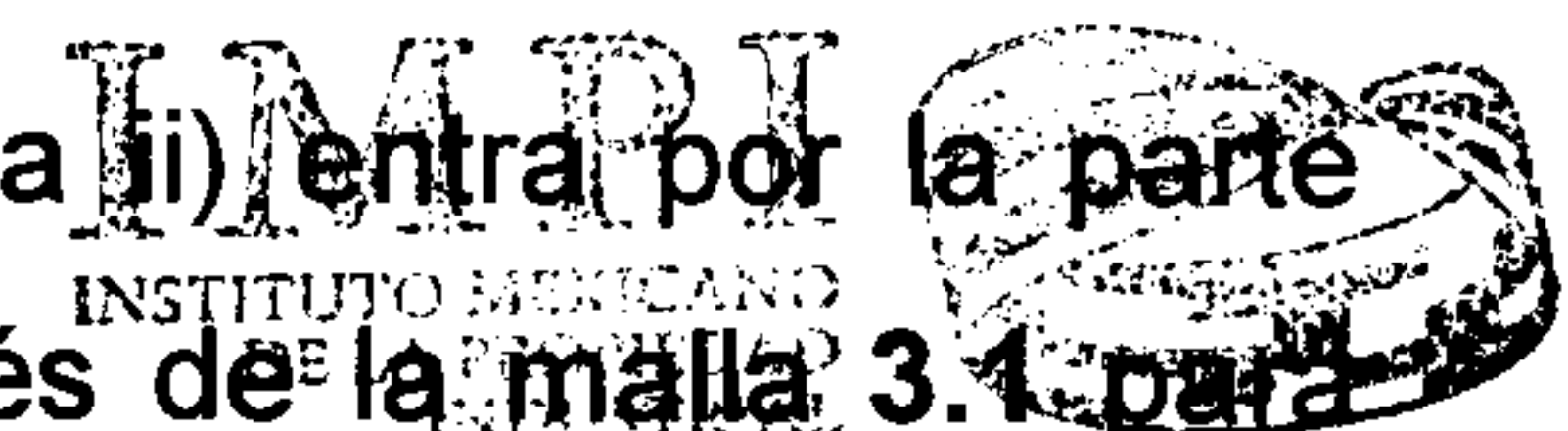
- 4.5 tiene una capacidad de 1/3 del volumen total; los compartimientos 4.4 y 4.5 están comunicados mediante dispositivos "T" 4.3; un tubo con una válvula 4.6 dispuesto en un lado del primer compartimiento ~~4.4 para la evacuación de~~ grasa y aceite; una entrada y una salida del agua residual que están respectivamente conectadas a un tubo 4.7 y 4.8, cada uno de estos tubos 4.7 y 4.8 dispuestos en posición vertical, ahogados a $\frac{3}{4}$ del nivel del agua para evitar la turbulencia del agua en los compartimientos 4.4 y 4.5, y favorecer la separación y remoción de la grasa;
- v. una sección de tratamiento biológico que incluye: un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y lecho empacado "RAFA" 5.1; dos Reactores Aerobios por Lotes "SBRs" 5.2 y 5.3 que operan de forma paralela y alternada; un primer compartimiento 5.4 para la recepción del agua proveniente de la TGyA 4.1, y un segundo compartimiento o cámara de digestión 5.5, estos compartimientos están cerrados a la atmósfera y conforman el RAFA 5.1; una mampara 5.7 que separa los compartimientos 5.4 y 5.5; una abertura rectangular 5.6 ubicada por debajo de la mampara 5.7, que permite la comunicación entre los compartimientos 5.4 y 5.5; un lecho poroso 5.8 a base de Tezontle que se utiliza como medio de soporte para una biopelícula; una canaleta o vertedero 5.9 en forma de media caña tapada en sus extremos, que tiene un diámetro igual al diámetro del tubo que conduce la entrada del agua y una longitud igual al ancho de la cámara de digestión 5.5; un fondo falso 5.10 que es el soporte del lecho poroso 5.8, y que tiene perforaciones 5.11 en forma de cono trucado, dispuestas en la parte superior e inferior del fondo falso, espaciadas y distribuidas de manera uniforme; una válvula 5.12 colocada por un costado externo y al fondo del RAFA 5.1 para la purga de lodos de exceso; una válvula de muestreo 5.13 para el monitoreo del nivel de lodo en el RAFA 5.1; dos válvulas más 5.14 y 5.15 dispuestas en el RAFA 5.1 que son utilizadas para el muestreo del agua residual y la evaluación del estado interno del lecho poroso 5.8; cuatro tubos de venteo 5.17 ubicados en la parte superior de la bóveda de la cámara de digestión 5.5, que permiten la salida de biogás; y dos válvulas 5.18 y 5.19 adaptadas a la canaleta 5.9; y



- vi. una sección de desinfección que incluye: un tanque rectangular 6.1 abierto a la atmósfera, de flujo horizontal-vertical y con dimensiones que guardan una relación de $L \leq 2W$ y de $H \geq W$; cuatro compartimientos en el tanque 6.1 separados por tres mamparas 6.2, 6.3 y 6.4 colocadas en posición vertical y distribuidas de manera uniforme a lo largo del tanque 6.1, las mamparas 6.2 y 6.4 están separadas del fondo del tanque 6.1 por una abertura que mide de alto lo equivalente al 20% de la altura total del tanque 6.1, la mampara 6.3 llega al fondo del tanque 6.1 y tiene una altura equivalente al 80% de la altura total del tanque 6.1.
- 2. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque el panel de barras metálicas 1.2 está colocado a una distancia de 1/3 de la longitud del tanque y con una inclinación de 60° con respecto a la horizontal 1.3, ésta última con una pendiente de 3 a 5% también con respecto a la horizontal.
- 3. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque el RAFA 5.1 se diseña con una CO en el intervalo de 6 a 12 Kg/m³-d y considerando un THR de 24 para lograr eficiencias de remoción de DBO del 70 al 80 %.
- 4. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque la entrada y la salida del agua residual que están respectivamente conectadas a 4.7 y 4.8, están dispuestas a 90% de la altura total de la TGyA 4.1.
- 5. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque los dispositivos "T" 4.3 están colocados en posición horizontal y a una altura del 60% de la altura total de la TGyA 4.1.
- 6. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque el tubo 4.6 está dispuesto a una altura del 85% de la altura total de la TGyA 4.1
- 7. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque los dispositivos "T" 4.3 y los tubos 4.7 y

4.8 deben tener un diámetro equivalente al diámetro de la entrada y de la salida del agua residual.

8. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque la abertura rectangular 5.6 tiene una altura de al menos 5% de la altura total del RAFA 5.1 y un largo equivalente a lo ancho de la parte inferior de la mampara 5.7.
9. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque el Tezontle del lecho poroso 5.8 tiene un tamaño de partícula de 2.54 a 5.08 cm, colocada de menor a mayor tamaño con respecto a la altura de la cámara de digestión 5.5, y con una porosidad intersticial (ϵ) que es ≥ 0.64 .
10. La planta de tratamiento para aguas residuales de rastro, tal como se reclama en la reivindicación 1, caracterizada porque la pendiente de la superficie del fondo 5.16 del RAFA 5.1 es del 3%.
11. Un proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro mediante el uso de la planta de la reivindicación 1, basado en un régimen continuo que comprende las etapas de:
- cribar y desarenar: retener los sólidos y eliminar las arenas del agua residual proveniente del drenaje de rastro, que son concentrados por gravedad en la parte más profunda del tanque rectangular 1.1, posteriormente estas arenas y sólidos son retirados manualmente antes de que su nivel rebase la mitad del valor de la altura entre el piso del tanque 1.1, en su parte más profunda, y la salida del agua residual;
 - homogeneizar y bombear: el agua residual de la etapa anterior fluye por gravedad al tanque rectangular o cilíndrico 2.1 y es homogeneizada en materia orgánica con ayuda del sistema de mezclado mecánico 2.5, de manera paralela, la bomba sumergible 2.3 en funcionamiento y la válvula 2.4 son ajustadas, de tal manera que se garantice un flujo constante de agua residual que se dirige hacia la parte en donde se lleva a cabo la etapa siguiente del tratamiento;



- iii. hidrotamizar: el agua residual proveniente de la etapa ii) entra por la parte superior del dispositivo rectangular 3.2 y pasa a través de la malla 3.1 para eliminar los sólidos de tamaño mayor al de la abertura de la malla, el agua se recupera por el fondo del dispositivo rectangular 3.2 y los sólidos retenidos se recuperan por la parte frontal baja del mismo dispositivo rectangular 3.2;
- iv. retener grasa y aceite: el agua de la etapa iii) fluye por gravedad hacia la TGyA 4.1 entrando al compartimiento 4.4 en donde las grasas y los aceites se separan del agua y flotan hacia la superficie, el agua pasa posteriormente al compartimiento 4.5 a través de los dispositivos "T" 4.3;
- v. dar tratamiento biológico: el agua residual entra al RAFA 5.1 por la parte superior del compartimiento 5.4, enseguida el agua pasa a través de la abertura rectangular 5.6 y es distribuida a la cámara de digestión 5.5, el agua atraviesa el lecho poroso 5.8 y la biopelícula con una dirección de flujo ascendente, posteriormente es recuperada en la parte superior de la cámara de digestión 5.5 y del lado opuesto a la entrada del agua a través de la canaleta 5.9, las válvulas 5.18 y 5.19 de la canaleta 5.9, una en posición abierta y la otra en posición cerrada, permiten enviar el flujo de agua de forma intermitente para su tratamiento aerobio en un SBR 5.2 que está en una etapa de llenado, mientras que el otro SBR 5.3 está en operación y viceversa, y mientras el SBR 5.2 es utilizado para recibir y acumular el efluente del RAFA 5.1, el otro SBR 5.3 está en aireación para tratar un volumen equivalente de agua residual, la aireación de forma alternada se lleva a cabo con ayuda de las válvulas 5.22 y 5.23;
- vi. desinfectar: el agua proveniente del SBR 5.2 o 5.3 se pone en contacto con una solución de NaClO de manera continua al entrar el flujo de agua por la parte superior del primer compartimiento del tanque rectangular 6.1, en seguida las mamparas 6.2, 6.3 y 6.4 envían al flujo de agua en sentido descendente, ascendente y descendente respectivamente, al mismo tiempo la desplazan en sentido horizontal, el agua tratada sale por la parte superior del lado opuesto de la entrada al tanque 6.1.

12. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque en la etapa de cribar y desarenar, los residuos sólidos mayores a 2.5 cm son retenidos por el panel de barras metálicas 1.2 y se remueven manualmente cuando el agua ya no fluye libremente a través del panel de barras 1.2.
13. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque el TRH del agua residual en la TGyA 4.1 debe permitir que las grasas y aceites se separen del agua residual por diferencia de densidades, y que floten hacia la superficie del compartimiento 4.4.
14. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque el volumen de grasas y aceites retenido en el compartimiento 4.4 se evacua mediante la válvula 4.6, la cual se debe abrir de manera intermitente cada 24 horas para realizar dicha evacuación de grasas y aceites.
15. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque la inoculación y arranque del RAFA 5.1 se realiza agregando al reactor un volumen de lodos anaerobios equivalente al 20 % del volumen total del RAFA 5.1, y una concentración mínima de 1 % en SSV.
16. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en alguna de las reivindicaciones 11 y 15, caracterizado porque los lodos deberán proceder de una planta de tratamiento de aguas residuales estabilizada de tipo anaerobia, con una concentración mínima en SSV del 1%.
17. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en alguna de las reivindicaciones 11 y 15-16, caracterizado porque la purga de lodo acumulado en el fondo del RAFA 5.1, se realiza de forma intermitente a través de la válvula 5.12, cuando el nivel de éste alcanza el nivel de la válvula de muestreo 5.13.
18. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en alguna de las reivindicaciones 11 y 15-17, caracterizado porque el monitoreo interno del RAFA 5.1, el crecimiento de biopelícula, la eficiencia de remoción de



materia orgánica y la producción excesiva de lodo se realizan a través de las válvulas 5.14 y 5.15.

- 5 19. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en alguna de las reivindicaciones 11 y 15-18, caracterizado porque etapa la adaptación y crecimiento de la biopelícula es de 3 a 6 semanas después de la inoculación y arranque del RAFA 5.1.
20. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque el biogás generado por el RAFA 5.1 se lleva a combustión directamente a la salida de los tubos de venteo 5.17.
- 10 21. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque la purga de lodo de exceso se realiza de manera intermitente por una parte lateral e inferior del SBRs 5.2 o 5.3; a través de un tubo con válvula 5.24 o 5.25, dependiendo de que SBR se purgue.
- 15 22. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque la purga de lodo se deberá realizar lentamente durante los 30 minutos de purga y asegurando dejar un volumen de lodo equivalente al 20% del volumen total del SBR en purga.
- 20 23. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque se garantiza la remoción del 80 al 98% de materia orgánica medida como DBO o DQO, presentes en aguas residuales de rastro.
- 25 24. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque se da tratamiento a las aguas residuales de rastro con concentraciones por arriba de 2000 y 3000 mg/l de DBO y DQO respectivamente.
- 25 25. Proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro tal como se reclama en la reivindicación 11, caracterizado porque la cantidad de lodos de exceso que genera es del 50 al 60% menor respecto a procesos de lodos activos.

RESUMEN



La invención consisten en una Planta y proceso de tratamiento para aguas residuales de rastro, la cual está integrada de forma secuencial en seis etapas de tratamiento: 5 cribado y desarenado; homogenización y bombeo; hidrotamizado; retención de grasa y aceite; tratamiento biológico y desinfección. Este proceso de tratamiento garantiza un efluente de agua tratada que cumple con la normatividad vigente (NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-002-SEMARNAT-1996).

10

Figura 1

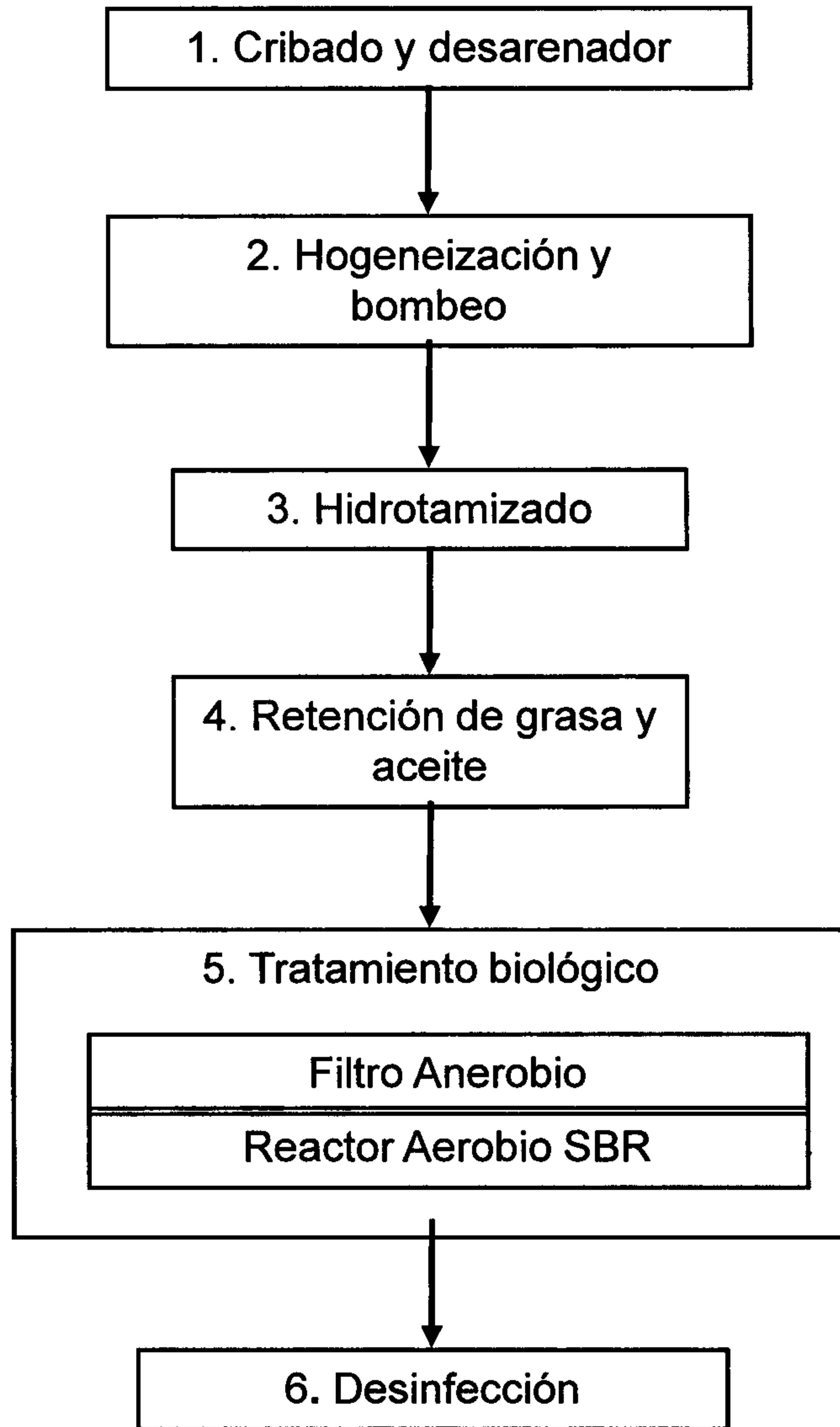




Figura 2

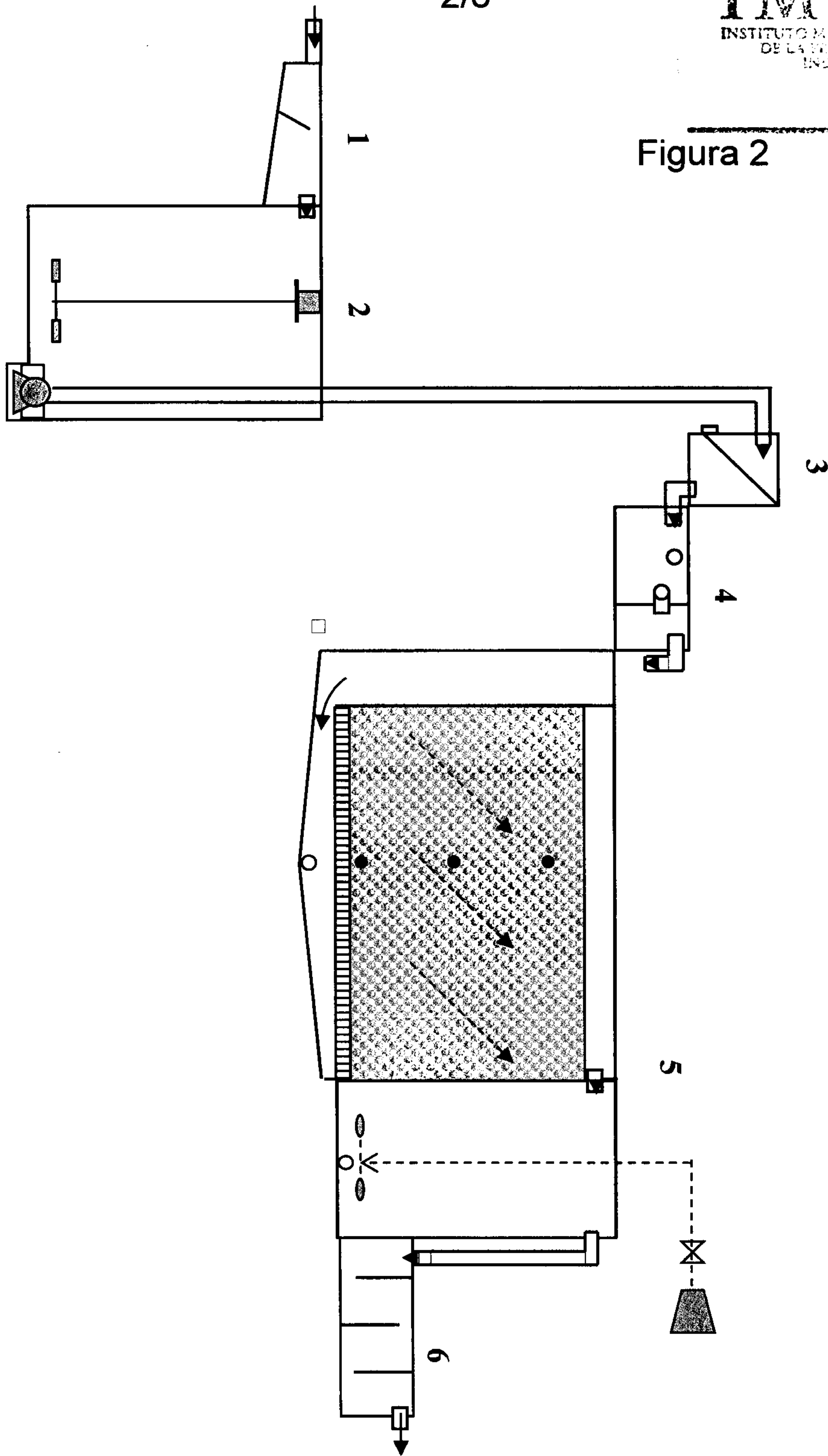




Figura 3

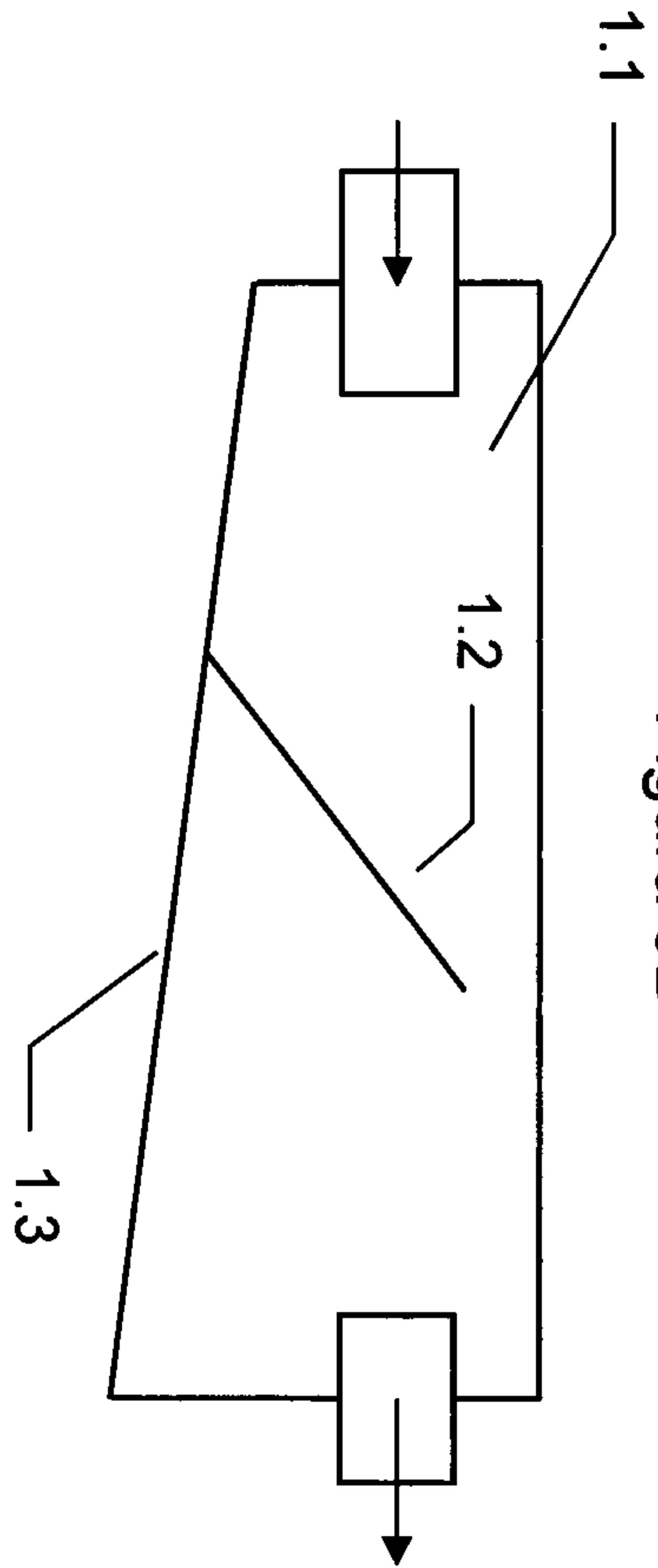


Figura 3B

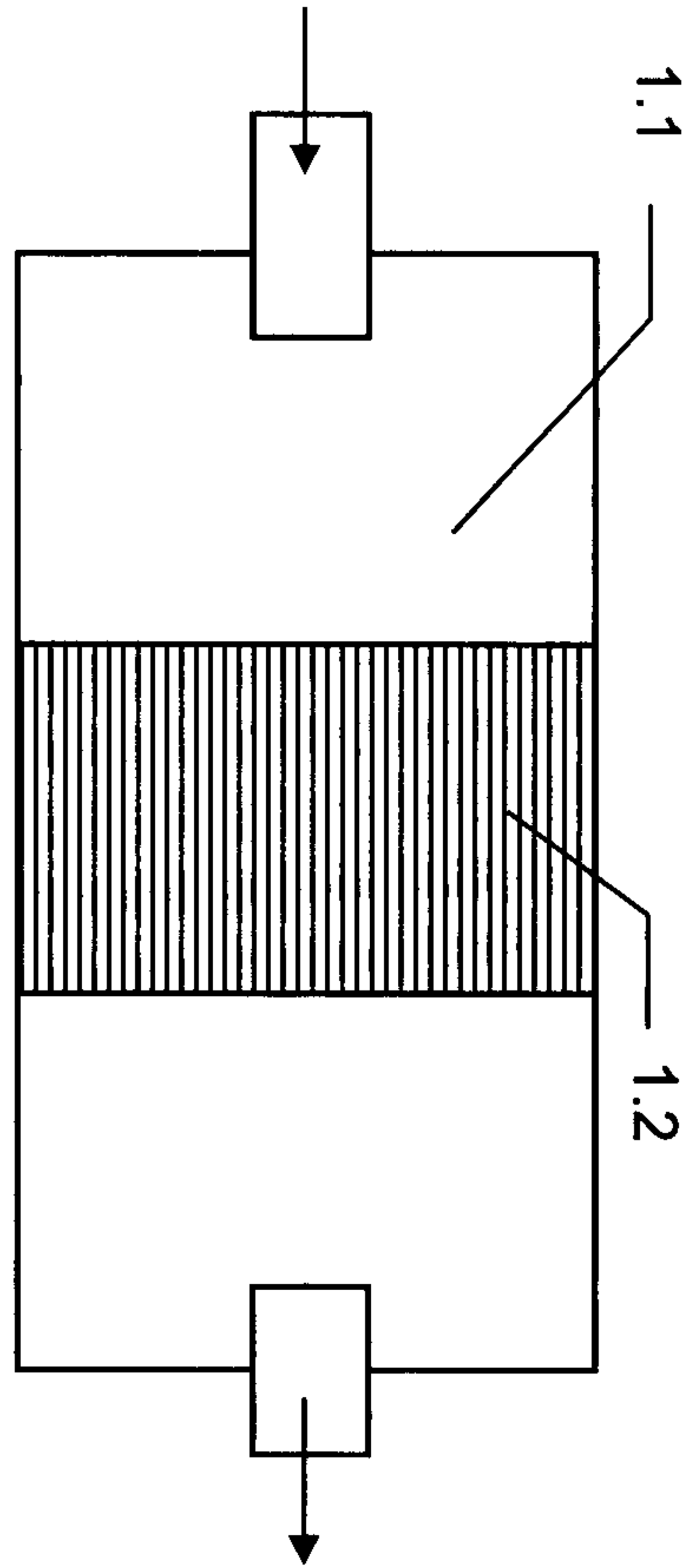


Figura 3A



Figura 4A

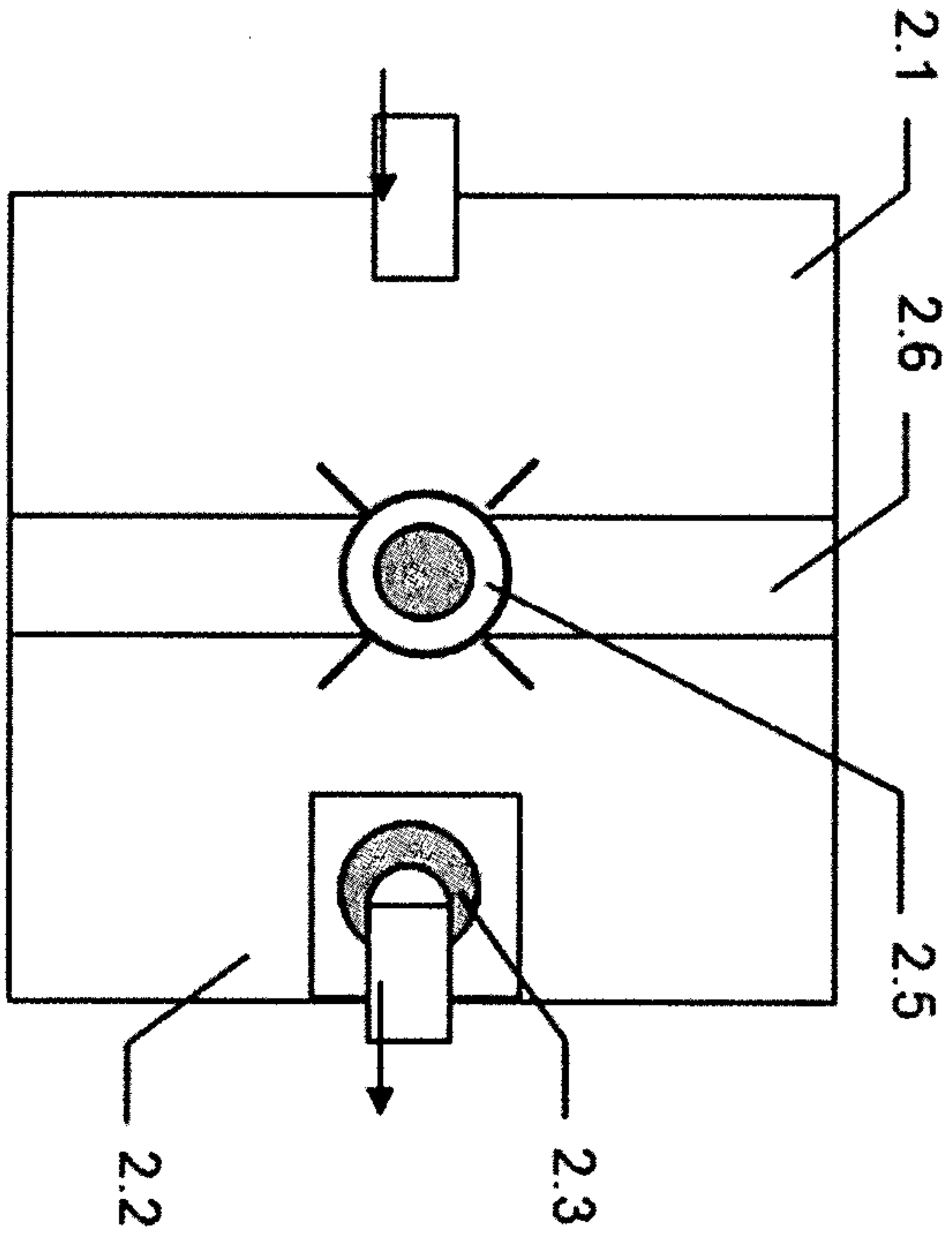
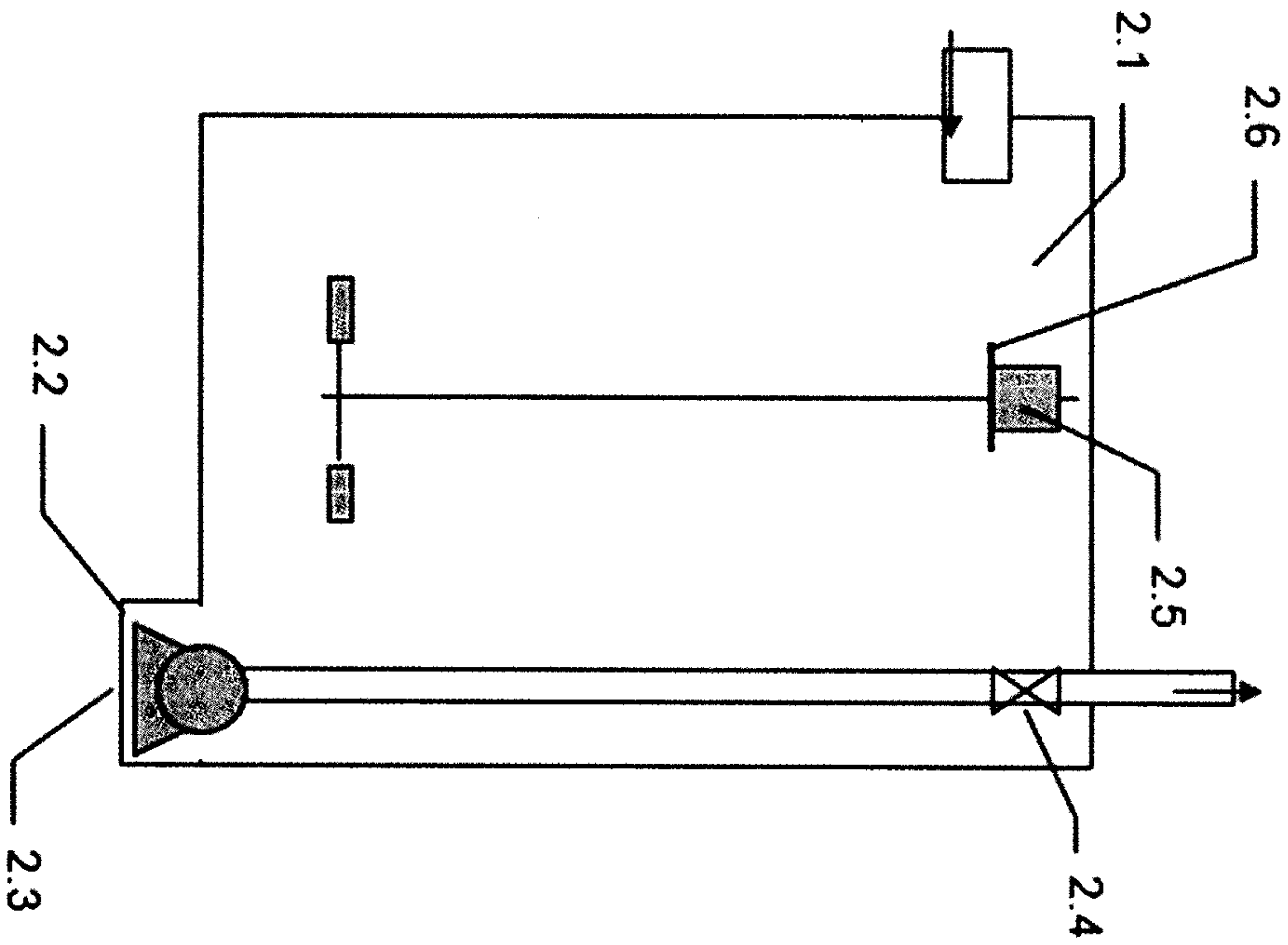


Figura 4

Figura 4B





5/8

Figura 5

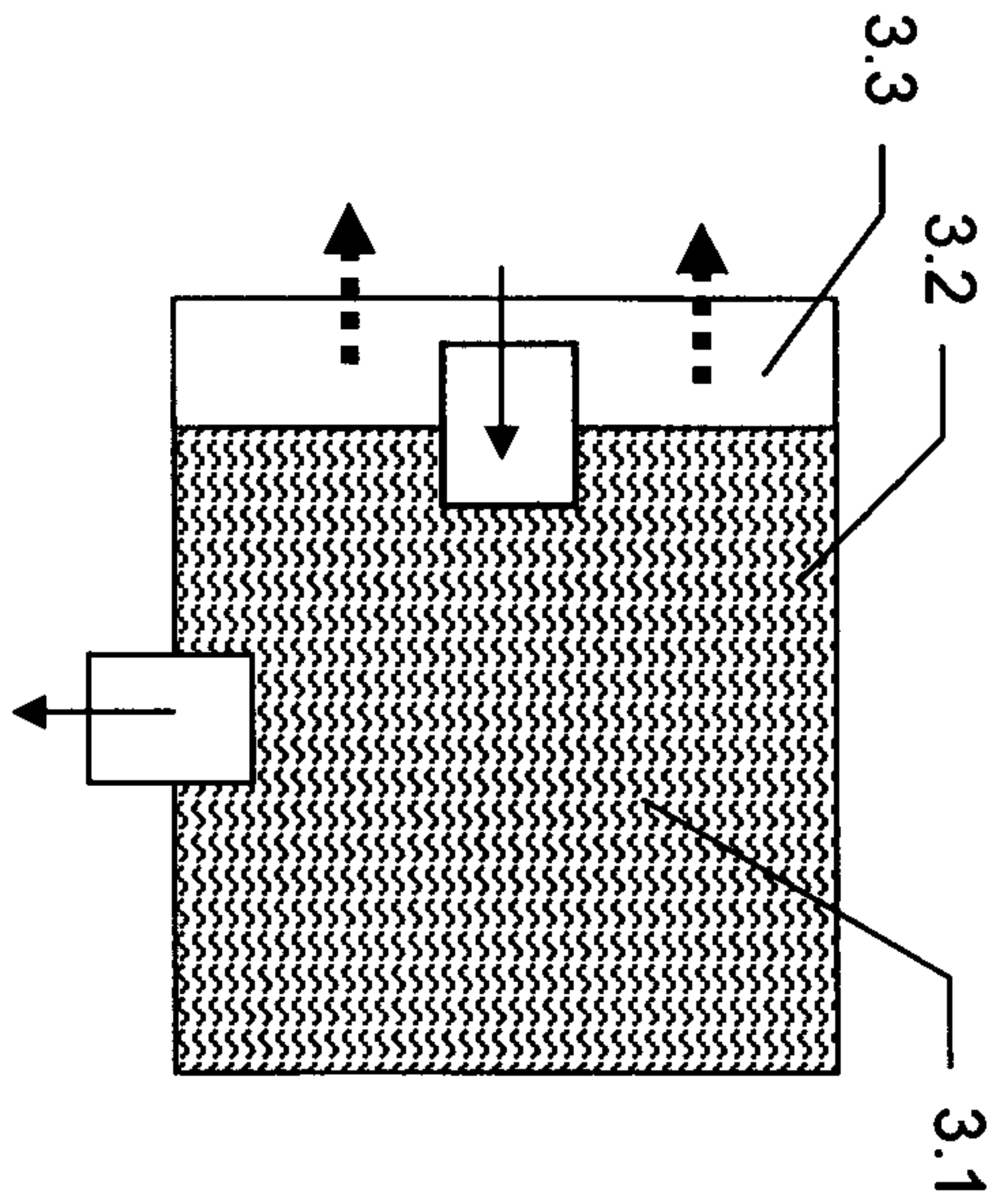


Figura 5A

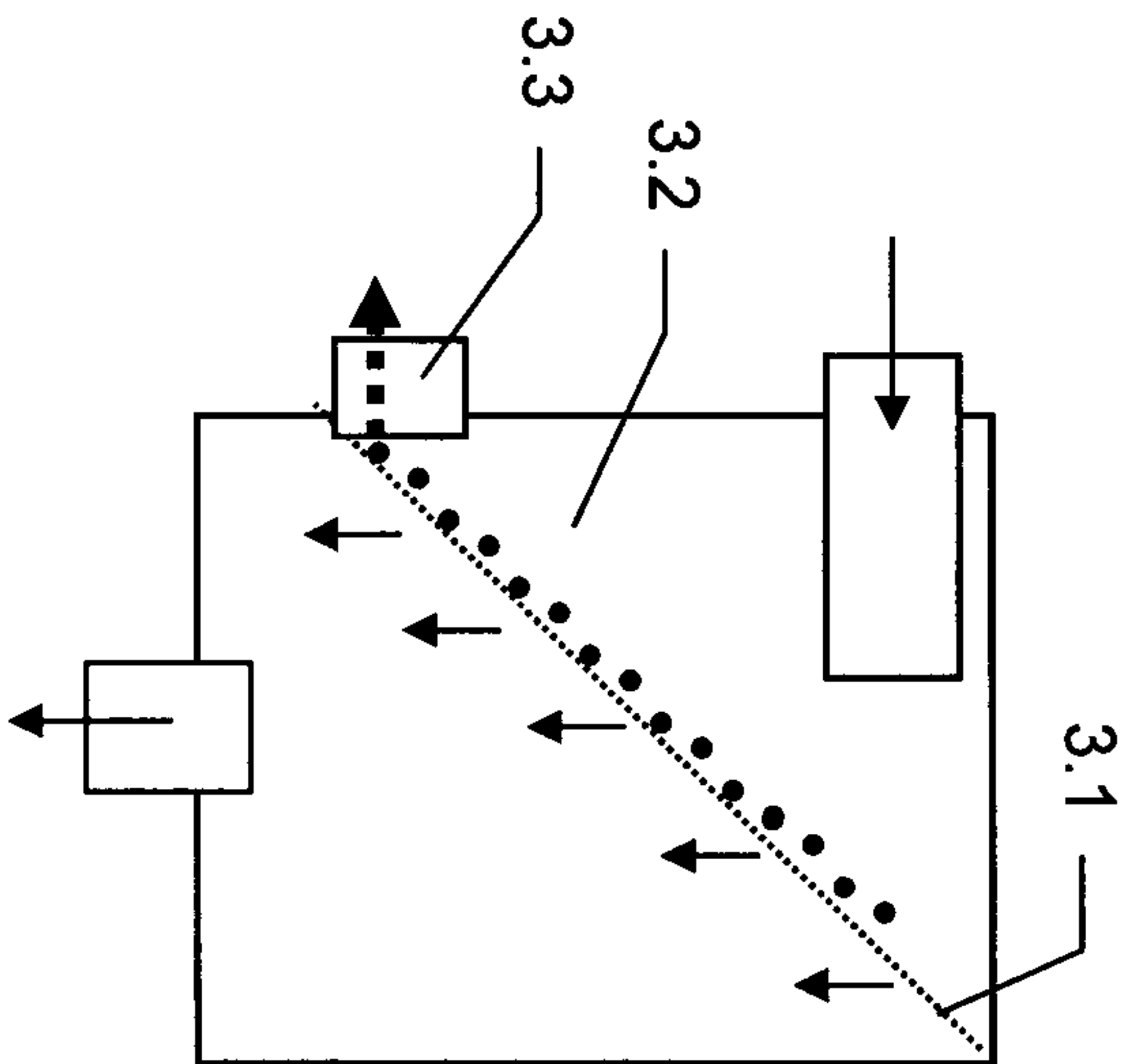


Figura 5B



Figura 6

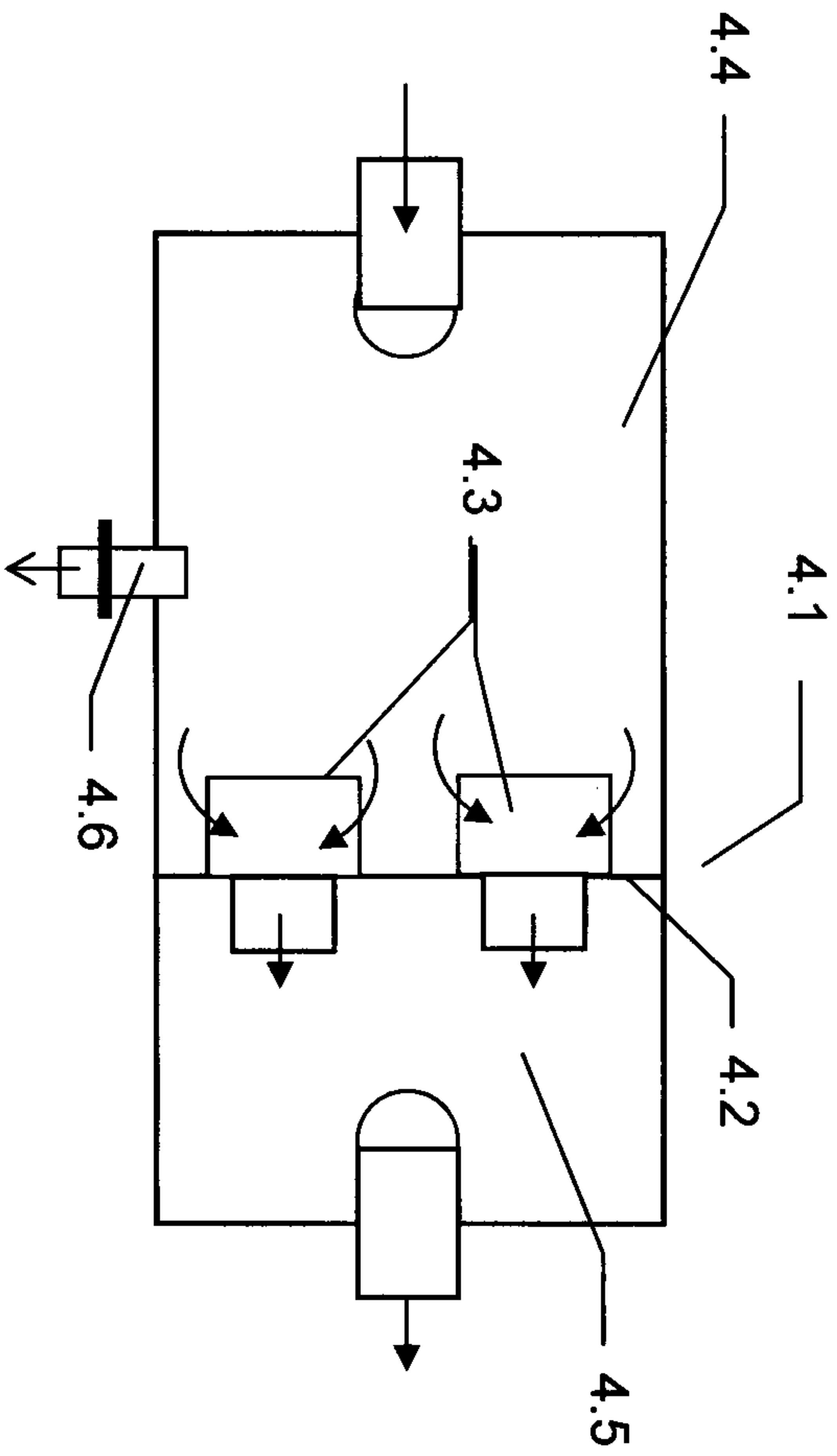


Figura 6B

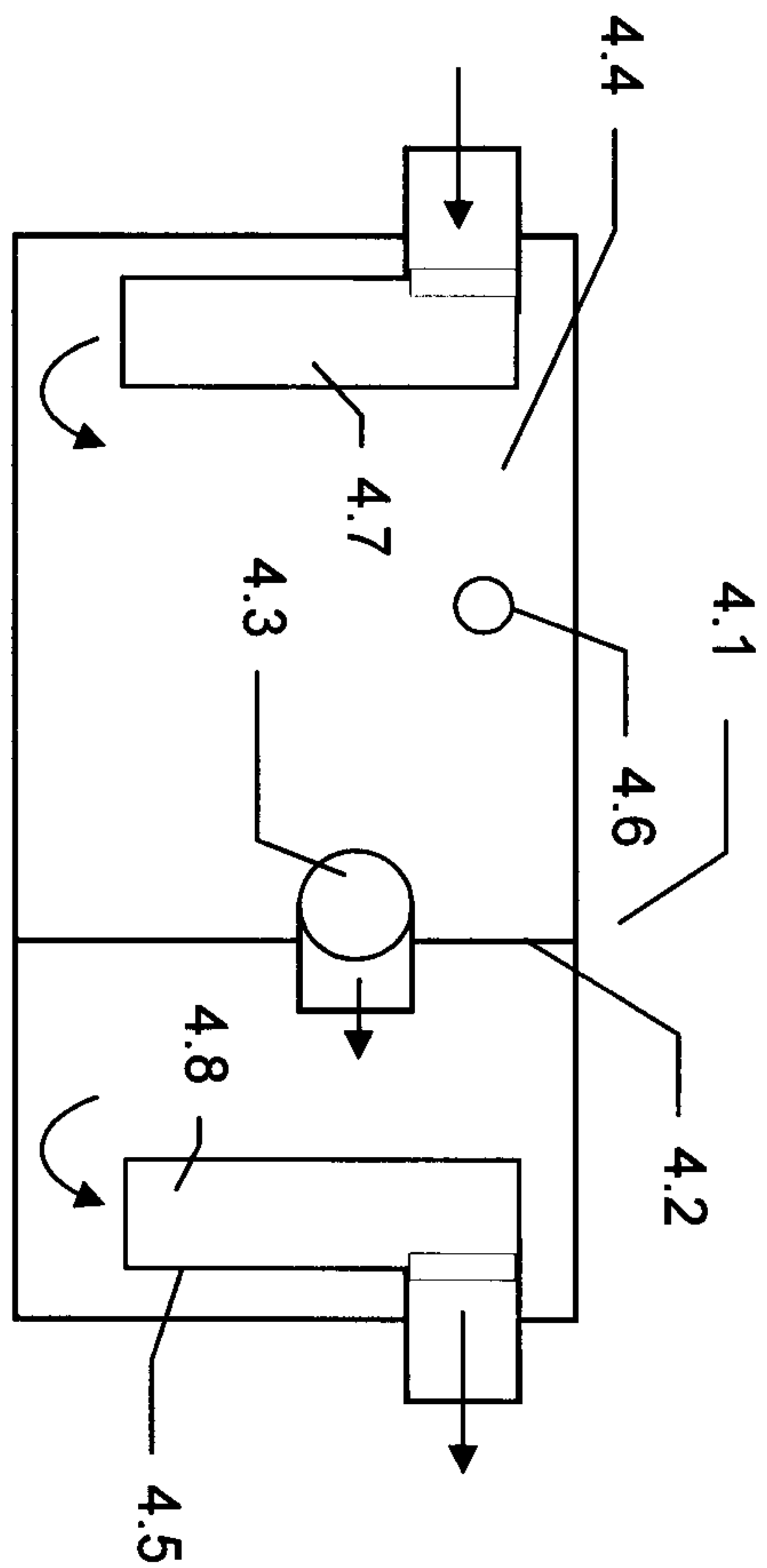


Figura 6A



Figura 7

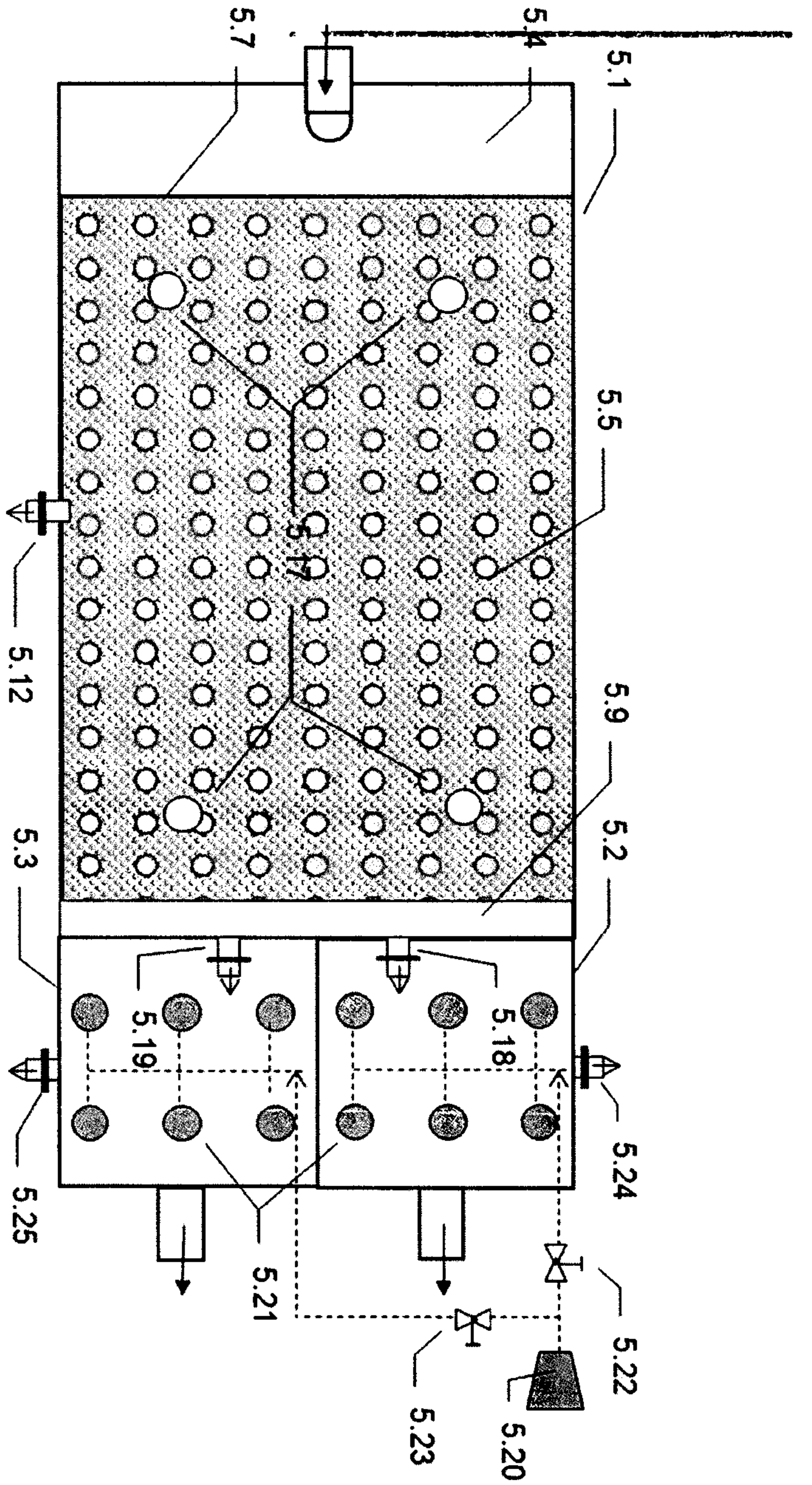


Figura 7A

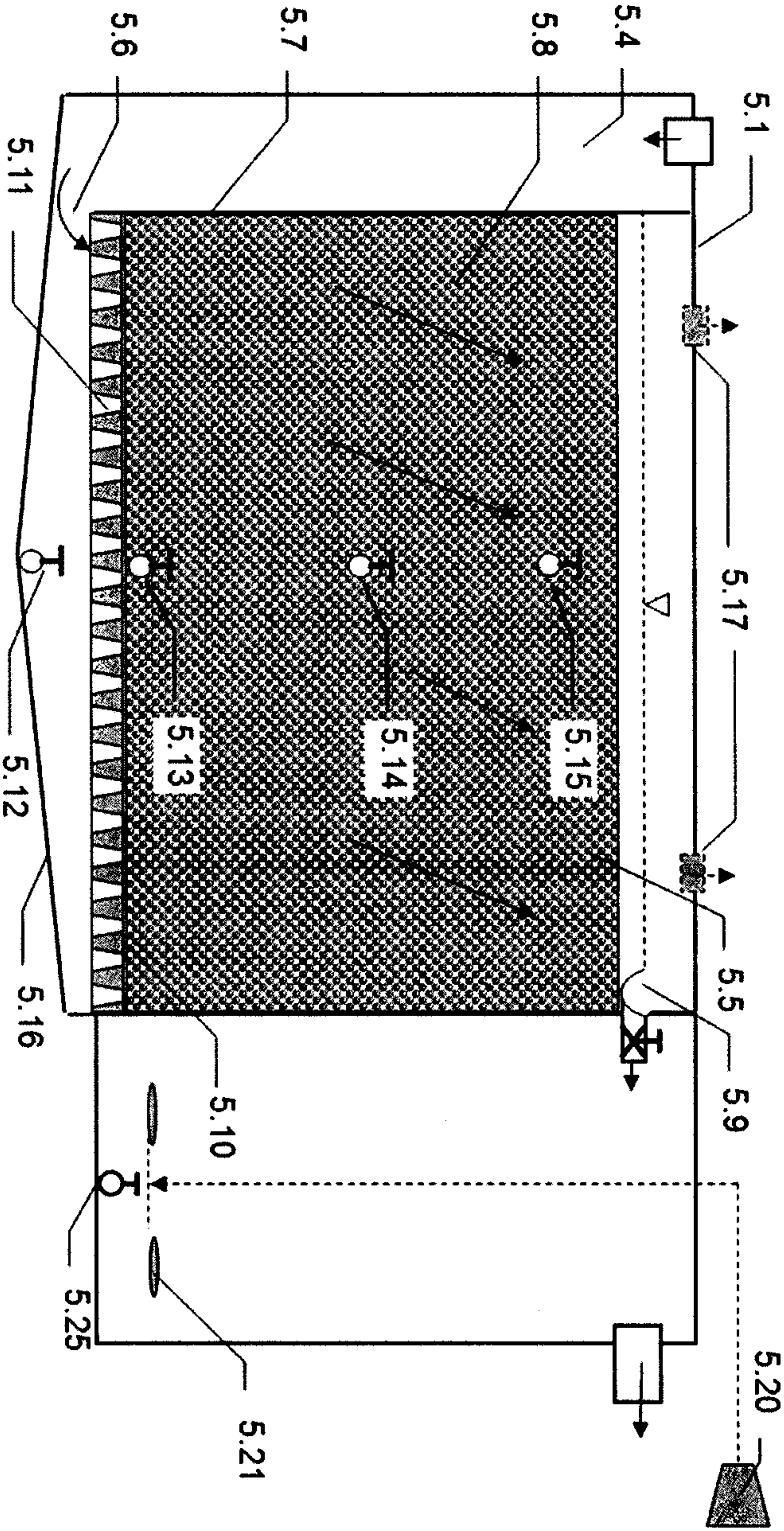


Figura 7B

Figura 8

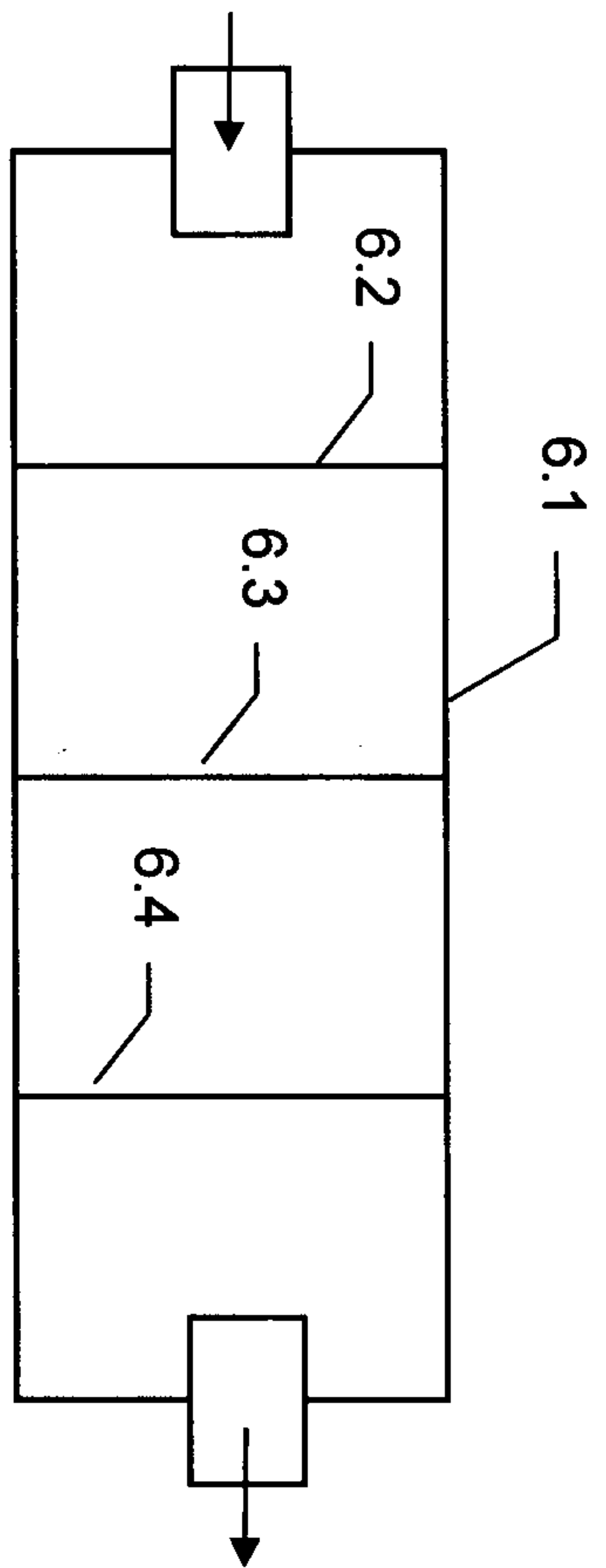


Figura 8A

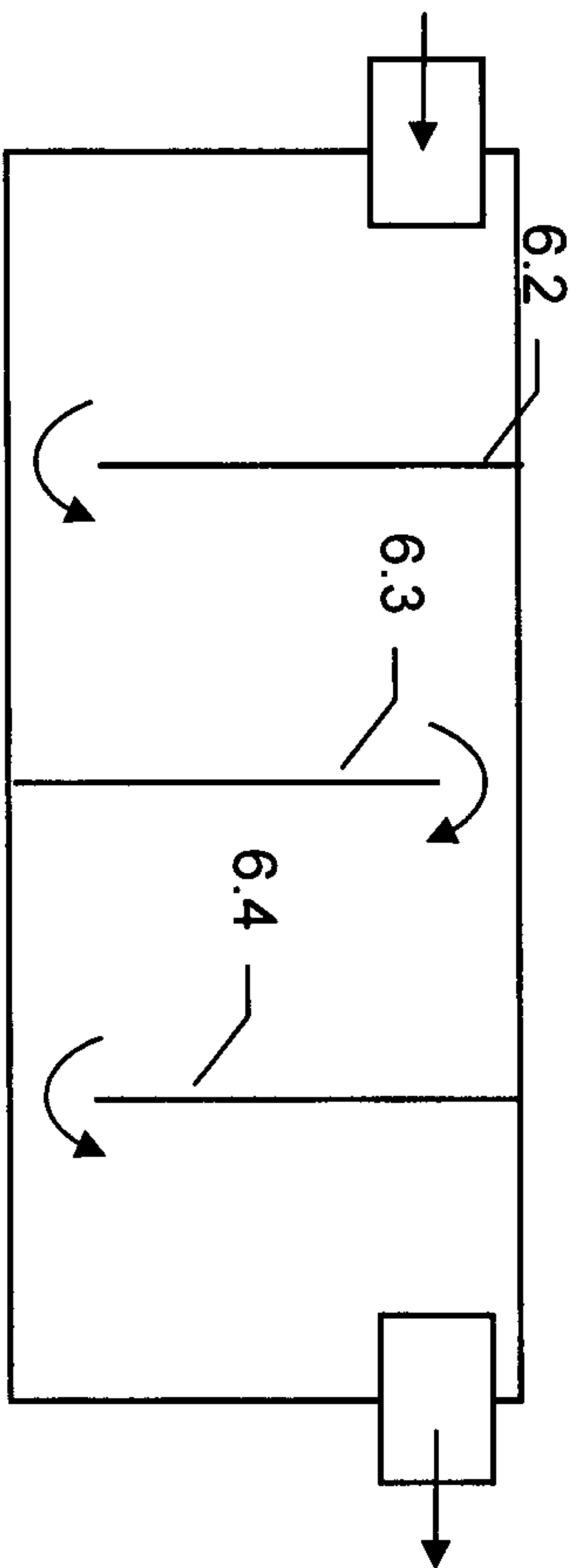


Figura 8B