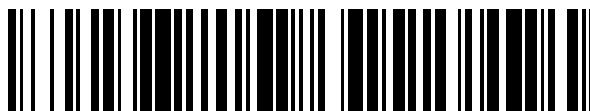


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 877 650**

51 Int. Cl.:

**B01D 33/04** (2006.01)

**B01D 37/02** (2006.01)

**C02F 1/28** (2006.01)

**C02F 1/38** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2017 PCT/EP2017/075902**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2018 WO18073061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2017 E 17783829 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.06.2021 EP 3525906**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento de un efluente y procedimiento de tratamiento de un efluente**

30 Prioridad:

**17.10.2016 FR 1660035**

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

**17.11.2021**

73 Titular/es:

**SUEZ INTERNATIONAL (100.0%)  
16 Place de l'Iris - Tour CB 21  
92040 Paris la Défense Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**DOMENJOUR, BRUNO y  
MANIC, GILDAS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 877 650 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de tratamiento de un efluente y procedimiento de tratamiento de un efluente

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se sitúa en el campo del tratamiento de aguas residuales, por ejemplo de origen urbano o industrial. La invención se refiere a un dispositivo de tratamiento de un efluente, por ejemplo aguas residuales. La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de un efluente que implementa dicho dispositivo de tratamiento de un efluente.

**Estado de la técnica**

La depuración de las aguas residuales consta de varias etapas entre las cuales una etapa de tratamiento primario. El tratamiento primario ha utilizado, durante mucho tiempo, mayoritariamente el principio físico de decantación para separar los materiales sólidos del agua tratada y, a veces, la flotación para ciertos tipos de aguas industriales. Recientemente han aparecido en el mercado nuevas técnicas de separación que emplean el principio físico de la filtración.

En particular, se emplean dos técnicas de filtración.

En primer lugar, está la filtración directa sobre lona. La filtración sobre lona se efectúa sobre una lona de tejido sintético compuesta de aberturas de un tamaño inferior o igual a aproximadamente 55  $\mu\text{m}$ . Este tipo de filtración no está en el campo de la invención.

A continuación, existe también la filtración primaria por separación gravitatoria sobre lona rotativa sin fin con formación de torta. La solicitud de patente EP 0 998 968 A2 describe dicho procedimiento de filtración. Esta filtración se produce sobre una lona de malla gruesa que puede estar comprendida entre 90 y 800  $\mu\text{m}$  sobre la que se forma una torta de material acumulado, a través de la cual tiene lugar la filtración. Dicho de otro modo, según el tamaño de las partículas en el agua a tratar, ciertas partículas de pequeño tamaño pasan a través de las mallas de la lona y otras partículas, de tamaño más grande, se acumulan sobre la lona. Al acumularse, las partículas pueden formar una o varias capas suplementarias sobre la lona, que se denomina torta.

La lona está montada sobre un sistema de rotación. Cuando el nivel de agua a tratar se vuelve elevado, la lona se pone en rotación de forma que la parte cargada con lodo se limpie, por raspado, por cuchilla de aire y, llegado el caso, por chorros de agua presurizada. Una lona limpia se presenta en lo sucesivo al agua bruta para ser filtrada en ella.

Una parte de la contaminación por partículas contenida en las aguas residuales ofrece una distribución granulométrica con un porcentaje más o menos significativo de partículas cuyo diámetro es superior o igual a 350  $\mu\text{m}$ . Por ello, la primera capa de material que forma la base de la torta se constituye muy rápidamente de partículas gruesas, creando a su vez una nueva capa que ofrece una porosidad al agua mucho menor que la primera capa. El sistema de filtración sobre torta es capaz de filtrar a umbrales de corte a menos de 30  $\mu\text{m}$ , para una malla de lona inicial de 350  $\mu\text{m}$ .

Al contrario que una filtración directa que ofrece una lona bastante frágil, la filtración sobre torta utiliza una malla gruesa muy resistente, con fibras sólidas. El riesgo de desgarro es mínimo, a pesar de una exposición a una matriz de agua que puede ser muy abrasiva. De ello resulta que es necesario tener una fracción de partículas de tamaño superior a la malla de la lona para constituir la primera capa de torta.

Ahora bien, la granulometría de la contaminación por partículas puede variar sensiblemente de un agua residual a otra y, por lo tanto, en ciertos casos ser desfavorable ya que ofrece muy pocas partículas de diámetro superior a 350  $\mu\text{m}$ . Por ello, surge un riesgo importante de tener un rendimiento muy bajo de eliminación de la contaminación, siendo las partículas demasiado pequeñas para ser retenidas sobre la lona. Estas atraviesan, por lo tanto, el sistema sin ser retenidas y sin formar una torta.

La granulometría de las aguas residuales es un campo muy poco documentado, y es difícil conocer de antemano y sin manipulaciones previas la eficacia de la filtración primaria. Por ello, la estimación de los rendimientos a esperar es bastante aleatoria, debiendo apoyarse en diagramas disponibles sin garantía de corresponder a la realidad del terreno.

Por otro lado, el rendimiento real de la máquina es únicamente dependiente de la calidad del agua bruta. El operador no tiene posibilidad de acción sobre el mecanismo para aumentar o disminuir la tasa de captura de la contaminación por partículas.

Una solución existente utilizada para mejorar la eficacia del tratamiento primario es de pre-acondicionar químicamente las aguas residuales con ayuda de una etapa de coagulación y de floculación. Este tratamiento permite, por un lado, desestabilizar las partículas finas coloides del agua, y a continuación agregarlas con ayuda de polímero en forma de copos de diámetro del orden del milímetro, que permiten su filtración sin problemas sobre una lona de 350  $\mu\text{m}$ . Esta

técnica, ampliamente empleada en el caso de la decantación primaria, permite asegurar los rendimientos de eliminación a valores mucho más elevados que los que alcanzarían técnicas de separación sin acondicionamiento. Los principales inconvenientes de este acondicionamiento son, sin embargo, numerosos. En efecto, en el caso de una filtración primaria sin adición de reactivos, los rendimientos depuratorios son experimentados y no controlados dado que dependen únicamente de las características de las partículas presentes en el agua a tratar. Además, dicha solución necesita la disposición de reactores dedicados a la coagulación y la floculación, con tiempos de permanencia mínimos a respetar y los equipos necesarios para su mezcla. También se debe prever equipo suplementario para la dosificación de los reactivos. Además, el consumo de reactivos puede ser significativo ya que se requieren de 5 a 15 mg de hierro puro por litro tratado, así como un consumo de polímero de 1 a 2 mg por litro de agua tratada. De ello resultan costes de utilización y períodos de filtración más elevados. Por último, puede aparecer una sobreproducción de lodos primarios minerales, sobreproducción que no puede ser valorada en la digestión, estando los lodos desprovistos de cualquier capacidad de producción de metano.

### Exposición de la invención

La invención pretende paliar todos o parte de los problemas mencionados anteriormente proponiendo un dispositivo de tratamiento de aguas residuales que permita controlar el rendimiento depuratorio de la filtración primaria, sin adición de reactivos suplementarios, al depender el rendimiento entonces solamente de la granulometría de la contaminación y de la malla de lona elegida.

A tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de tratamiento de un efluente compuesto de líquido y de partículas sólidas en un efluente tratado, caracterizado por que comprende:

- un dispositivo de filtración primaria por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada destinada a recibir el efluente a tratar y una primera y una segunda salidas, estando el dispositivo de filtración destinado a separar el efluente en un primer y un segundo flujo, comprendiendo el primer flujo el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo lodos que comprenden partículas sólidas del efluente a tratar, saliendo el primer flujo del dispositivo de filtración por la primera salida,
- al menos un dispositivo de recirculación destinado a hacer recircular al menos una parte de los lodos del segundo flujo hacia la entrada del dispositivo de filtración, estando dicha segunda salida conectada a al menos un dispositivo de recirculación.

El efecto técnico del dispositivo de recirculación es aumentar la cantidad de partículas en el efluente a tratar y la ventaja que se deriva de ello es aumentar la cantidad de partículas de pequeño tamaño que pueden ser retenidas sobre la lona rotativa. De este modo, el procedimiento según la invención presenta la ventaja de aumentar y de controlar los rendimientos de la filtración al tiempo que se libra de la adición de reactivos adicionales.

El dispositivo de filtración comprende un primer filtro que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro las partículas sólidas del efluente a tratar que tienen un diámetro superior al primer diámetro.

Además, el primer filtro está configurado para formar, en combinación con las partículas sólidas del efluente a tratar retenidas sobre el primer filtro, un segundo filtro que tiene una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro. El efecto técnico de esta configuración del primer filtro es permitir la formación del segundo filtro que corresponde a un filtro que tiene una malla de diámetro inferior al primer diámetro para retener las partículas más pequeñas del efluente a tratar.

Por último, el dispositivo de tratamiento según la invención comprende un dispositivo de separación configurado para separar las partículas de los lodos del efluente a tratar del segundo flujo en función de su tamaño o de su densidad, para hacer recircular hacia la entrada del dispositivo de filtración las partículas de tamaño o de densidad superior a un tamaño o una densidad predefinida.

Ventajosamente, el dispositivo de separación comprende un hidrociclón. La ventaja técnica del hidrociclón es poder separar por fuerza centrífuga las partículas pesadas de un líquido y proponer una separación con un muy buen rendimiento.

Ventajosamente, el dispositivo de tratamiento comprende un dispositivo de dilución del segundo flujo situado aguas abajo de la segunda salida del dispositivo de filtración. El dispositivo de dilución tiene por efecto técnico facilitar la segregación de las partículas de densidad o de tamaño significativo y permite una pre-dilución de las aguas antes del paso por el dispositivo de separación. La dilución estará controlada con respecto a la calidad de los lodos producidos, y se realizará retomando una fracción del agua bruta (por bombeo o gravedad) puesta en contacto con todos o parte de los lodos producidos, realizándose este contacto por mezclador estático o mecánico.

Ventajosamente, el dispositivo de tratamiento comprende además un dispositivo de siembra del efluente situado aguas arriba de la entrada del dispositivo de filtración y destinado a sembrar partículas de diámetro superior a un segundo diámetro previamente definido para aumentar la cantidad de partículas en el efluente que pueden contribuir a la formación del segundo filtro. El dispositivo de siembra presenta la ventaja de aumentar la cantidad de partículas de

pequeño tamaño que puede ser retenida por el primer y el segundo filtros.

Según otro modo de realización, el dispositivo de tratamiento comprende una sonda de turbidez situada aguas arriba de la entrada del dispositivo de filtración capaz de proporcionar una medida de turbidez del efluente, una sonda de turbidez situada aguas abajo de la primera salida del dispositivo de filtración capaz de proporcionar una medida de turbidez del primer flujo, una bomba de activación del dispositivo de separación, y un medio de servocontrol de la bomba de activación del dispositivo de separación en función de la medida de turbidez del primer flujo y/o de una diferencia entre la medida de turbidez del primer flujo y la medida de turbidez del efluente. La presencia de las sondas y del medio de servocontrol tienen el efecto de permitir un servocontrol de la bomba de activación del dispositivo de separación en función de las medidas efectuadas por las sondas. De ello resulta un mejor gobierno del dispositivo de tratamiento del efluente en función del nivel de tratamiento deseado.

Ventajosamente, el dispositivo de tratamiento comprende un ordenador destinado a calcular un rendimiento de tratamiento en función de la medida de turbidez del primer flujo y la medida de turbidez del efluente, y el medio de servocontrol está configurado para activar la bomba de activación cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un primer valor umbral predefinido y para desactivar la bomba de activación cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un segundo valor umbral predefinido. El ordenador tiene el efecto de determinar un rendimiento de tratamiento. La ventaja que se deriva de ello es poder servocontrolar la bomba de activación en función del rendimiento de tratamiento obtenido y de valores umbral predefinidos.

La invención también se refiere a un procedimiento de tratamiento de un efluente compuesto de líquido y de partículas sólidas que implementa un dispositivo de filtración primaria por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada destinada a recibir el efluente a tratar y una primera y una segunda salidas, comprendiendo el dispositivo de filtración un primer filtro que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro las partículas del efluente a tratar que tienen un diámetro superior al primer diámetro, que comprende:

- una etapa de separación del efluente en primer y segundo flujo, comprendiendo el primer flujo el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo lodos que comprenden partículas sólidas del efluente a tratar, saliendo el primer flujo del dispositivo de filtración por la primera salida y saliendo el segundo flujo del dispositivo de filtración por la segunda salida,
- una etapa de recirculación de al menos una parte de los lodos del segundo flujo, destinados a ser dirigidos hacia una unidad de tratamiento, hacia la entrada del dispositivo de filtración por un dispositivo de recirculación,
- una etapa de formación de un segundo filtro a partir del primer filtro y de las partículas del efluente a tratar retenidas sobre el primer filtro, teniendo el segundo filtro una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro, una etapa de separación de las partículas del segundo flujo en función de su tamaño o de su densidad por un dispositivo de separación, para hacer recircular hacia la entrada del dispositivo de filtración las partículas del efluente a tratar de tamaño o de densidad superior a un tamaño o una densidad predefinida.

Ventajosamente, el procedimiento de tratamiento comprende una etapa de dilución del segundo flujo aguas abajo de la segunda salida del dispositivo de filtración.

Ventajosamente, el procedimiento de tratamiento comprende una etapa de siembra del efluente aguas arriba del dispositivo de filtración de partículas de diámetro superior a un segundo diámetro previamente definido para aumentar la cantidad de partículas en el efluente que pueden contribuir a la formación del segundo filtro.

Ventajosamente, el procedimiento de tratamiento comprende una etapa de medida de turbidez del efluente por una sonda de turbidez situada aguas arriba de la entrada del dispositivo de filtración primaria, una etapa de medida de turbidez del primer flujo por una sonda de turbidez situada aguas abajo de la primera salida del dispositivo de filtración primaria, una etapa de activación, de modulación en intensidad o de desactivación del dispositivo de separación por una bomba de activación, y una etapa de servocontrol de la bomba de activación del dispositivo de separación en función de la medida de turbidez del primer flujo y/o de una diferencia entre la medida de turbidez del primer flujo y la medida de turbidez del efluente.

Además, el procedimiento de tratamiento puede comprender una etapa de cálculo por un ordenador de un rendimiento de tratamiento en función de la medida de turbidez del primer flujo y la medida de turbidez del efluente, en cuyo caso la etapa de servocontrol de la bomba de activación consiste en activar o aumentar la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un primer valor umbral predefinido y en desactivar o disminuir la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un segundo valor umbral.

### Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización dado a modo de ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto, en el que:

- la figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo de tratamiento de un efluente según la invención,

- la figura 2 representa esquemáticamente un primer modo de realización de un dispositivo de tratamiento de un efluente según la invención,
- la figura 3 representa esquemáticamente un segundo modo de realización de un dispositivo de tratamiento de un efluente según la invención,
- 5 - la figura 4 representa esquemáticamente un tercer modo de realización de un dispositivo de tratamiento de un efluente según la invención,
- la figura 5 representa esquemáticamente un cuarto modo de realización de un dispositivo de tratamiento de un efluente según la invención,
- la figura 6 representa esquemáticamente las etapas del procedimiento de tratamiento de un efluente según la invención,
- 10 - la figura 7 ilustra los resultados de una modelización de la recirculación de todos o parte de los lodos producidos sobre el rendimiento global de eliminación de materiales en suspensión en el efluente.

En aras de la claridad, los mismos elementos portarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

### Descripción detallada de un modo de realización

En la descripción, la invención se describe con el ejemplo de un efluente tal como aguas residuales. Sin embargo, la invención es aplicable a cualquier otro líquido que contiene partículas.

La **figura 1** representa esquemáticamente un dispositivo de tratamiento 10 de un efluente 8 en un efluente tratado. De manera general, se considera que el efluente 8 está compuesto de líquido y de partículas sólidas, debiendo entenderse por partículas sólidas partículas sólidas que pueden ser rígidas y/o más o menos blandas. Según la invención, el dispositivo de tratamiento 10 comprende un dispositivo de filtración primaria 11 por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada 12 destinada a recibir el efluente 8 a tratar y una primera 13 y una segunda 14 salidas, estando el dispositivo de filtración 10 destinado a separar el efluente 8 en un primer 17 y un segundo 18 flujo, comprendiendo el primer flujo 17 el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo 18 lodos que comprenden partículas sólidas, saliendo el primer flujo 17 del dispositivo de filtración 11 por la primera salida 13 y saliendo el segundo flujo 18 del dispositivo de filtración 11 por la segunda salida 14. El dispositivo de tratamiento 10 comprende al menos un dispositivo de recirculación 19 destinado a hacer recircular al menos una parte de los lodos del segundo flujo 18 hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11, estando dicha segunda salida conectada al, al menos, un dispositivo de recirculación 19. La recirculación de una parte de los lodos del segundo flujo 18 permite aumentar la cantidad de partículas en el efluente 8 que pueden estar retenidas sobre la lona rotativa.

El dispositivo de filtración 10 puede comprender un primer filtro 15 que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro 15 las partículas que tienen un diámetro superior al primer diámetro.

El primer filtro 15 puede estar configurado para formar, en combinación con las partículas retenidas sobre el primer filtro 15, un segundo filtro 16 que tiene una malla que tiene una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro.

El primer diámetro de la malla del primer filtro 15, es decir el tamaño de malla de la lona rotativa, es generalmente de 350  $\mu\text{m}$ . Según la granulometría del efluente a tratar, es posible preferir un primer diámetro más pequeño, por ejemplo 100 o 200  $\mu\text{m}$  si se sabe que el efluente contiene esencialmente partículas de pequeños tamaños, o bien un primer diámetro mayor, por ejemplo 400 o 450  $\mu\text{m}$  o más allá si se sabe de antemano que las partículas del efluente son de tamaños más grandes.

Como se explicó anteriormente, en las aguas residuales a tratar, se sabe que una parte de las partículas son de diámetro superior al primer diámetro elegido. De este modo, estas partículas que tienen un diámetro superior al primer diámetro se acumularán sobre el primer filtro 15. Estas partículas, en combinación con el primer filtro forman entonces un segundo filtro 16. De ello resulta que el segundo filtro 16 tiene una porosidad (que se puede ver como un tamaño de malla) que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro ya que otras partículas se superponen sobre las mallas del primer filtro 15. La porosidad al efluente se vuelve, por lo tanto, más pequeña con el segundo filtro 16 que solamente con el primer filtro 15. Esto es lo que se llama la filtración sobre torta. No obstante, puede ocurrir que el efluente contenga pocas partículas de diámetro superior al primer diámetro. El segundo filtro 16 puede entonces difícilmente formarse, penalizando la filtración del efluente. Para contrarrestar este problema, la invención garantiza la formación del segundo filtro sea cual sea la granulometría del efluente. El principio de la invención se basa en la recirculación de al menos una parte de los lodos, normalmente dirigidos hacia una unidad de tratamiento 9 de lodos, hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11. En otras palabras, para garantizar una buena filtración del efluente 8, es decir una separación eficaz de las partículas del efluente 8, el dispositivo de tratamiento según la invención pretende insertar partículas en el efluente 8, es decir busca aumentar la cantidad de partículas en el efluente 8 a tratar.

La **figura 2** representa esquemáticamente un modo de realización de un dispositivo de tratamiento 20 de un efluente según la invención. El dispositivo de tratamiento 20 representado en la figura 2 comprende los mismos elementos que el dispositivo de tratamiento 10 representado en la figura 1. En este modo de realización, el dispositivo de tratamiento 20 comprende además un dispositivo de separación 21 configurado para separar las partículas de los lodos del

segundo flujo 18 en función de su tamaño o densidad, para hacer recircular hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 las partículas de tamaño o densidad superior a un tamaño o densidad predefinida. Las partículas de tamaño o densidad inferior al tamaño o densidad predefinida pueden estar dirigidas hacia la unidad de tratamiento 9 de lodos. El tamaño o la densidad predefinidos pueden elegirse según el tipo de efluente a tratar y/o según el rendimiento depuratorio obtenido y/o según la calidad del agua tratada. De este modo, si se constata que el primer flujo 17 contiene aún demasiadas partículas, y, por lo tanto, que el dispositivo de filtración 11 no filtra bastante el efluente 8, el tamaño o la densidad predefinidos pueden disminuir haciendo de este modo recircular partículas hacia la entrada 12, partículas que habrían sido hasta entonces dirigidas hacia la unidad de tratamiento 9 para garantizar la correcta formación del filtro 16. También el caudal de recirculación puede estar adaptado para hacer recircular más partículas para garantizar la formación del segundo filtro 16 que permite tratar el efluente de manera adecuada, es decir para que el primer flujo 17 no comprenda demasiadas partículas.

La **figura 3** representa esquemáticamente otro modo de realización de un dispositivo de tratamiento 30 de un efluente según la invención. El dispositivo de tratamiento 30 representado en la figura 3 comprende los mismos elementos que el dispositivo de tratamiento 20 representado en la figura 2. Según la invención, el dispositivo de tratamiento 30 puede comprender además un dispositivo de siembra 31 del efluente 8 situado aguas arriba de la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 y destinado a sembrar partículas de diámetro y densidad superiores a un segundo diámetro y una densidad definidos previamente para aumentar la cantidad de partículas en el efluente 8 que pueden contribuir a la formación del segundo filtro 16. Este modo de realización es particularmente interesante en el caso en que el efluente está desprovisto de o es pobre en partículas de diámetro superior al primer diámetro, por ejemplo 350 µm. El dispositivo de siembra 31 añade, de este modo, al efluente 8 partículas de gran diámetro, superior al primer diámetro. Se trata de un dopaje artificial del efluente 8 por adición de partículas con una granulometría adecuada. Estas partículas sembradas en el efluente 8 se acumulan entonces sobre el primer filtro 15 y contribuyen a la formación del segundo filtro 16. Dicho de otro modo, estas partículas sembradas están destinadas a formar capas de la torta de filtración.

En este modo de realización, es preferible activar el dispositivo de separación 21 de forma continua para asegurarse de que las partículas sembradas están confinadas en el dispositivo de tratamiento y evitar su pérdida hacia la unidad de tratamiento 9 de los lodos. En otras palabras, en el caso de una siembra, es preferible que el segundo flujo 18 esté dirigido hacia el dispositivo de separación 21 para mantener las partículas en el dispositivo de tratamiento. Y sin siembra, el segundo flujo 18 puede estar dirigido hacia la unidad 9 de tratamiento de los lodos y/o el dispositivo de separación 21. La proporción del segundo flujo 18, y, por lo tanto, la proporción de lodos, dirigida hacia el dispositivo de separación 21 es una palanca adaptable según el nivel de tratamiento deseado.

Las partículas que sirven para la siembra pueden recuperarse en el segundo flujo 18, recircularse hacia el dispositivo de separación 21 y reinyectarse hacia el efluente 8 a tratar.

La **figura 4** representa esquemáticamente un tercer modo de realización de un dispositivo de tratamiento 40 de un efluente según la invención. El dispositivo de tratamiento 40 representado en la figura 4 comprende los mismos elementos que el dispositivo de tratamiento 30 representado en la figura 3. Cabe señalar en el paso que el dispositivo de tratamiento 40 podría no comprender el dispositivo de siembra 31. En este cuarto modo de realización, el dispositivo de tratamiento 40 de un efluente 8 comprende ventajosamente una sonda de turbidez 41 situada aguas arriba de la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 capaz de proporcionar una medida de turbidez del efluente 8, una sonda de turbidez 42 situada aguas abajo de la primera salida 13 del dispositivo de filtración 11 capaz de proporcionar una medida de turbidez 49 del primer flujo 17, una bomba de activación 43 del dispositivo de separación 21, un medio de servocontrol 44 de la bomba de activación 43 del dispositivo de recirculación 19 en función de la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y/o de la medida de turbidez 49 del efluente 8 y/o de una diferencia entre la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y la medida de turbidez del efluente 8.

Las sondas de turbidez de entrada 41 y de salida 42 permiten conocer en tiempo real la calidad del efluente 8 a tratar así como el rendimiento de eliminación efectivo del dispositivo de tratamiento según la invención. Un operador a cargo del dispositivo de tratamiento puede decidir fijar un punto de funcionamiento del dispositivo de tratamiento. Este punto de funcionamiento puede estar en forma de una consigna 48 de turbidez en la salida, o una consigna de turbidez en la entrada, o un rendimiento a alcanzar midiendo la diferencia de medida proporcionada por las dos sondas 41, 42. Si el valor efectivo de turbidez 49 es superior o inferior, según, a la consigna fijada 48 por el operador, o si el rendimiento en turbidez es inferior a la consigna, se determina una diferencia 46 y la bomba de activación 43 se pone en funcionamiento y permanece en funcionamiento mientras no se alcance la consigna 48 fijada, es decir mientras la diferencia 46 no es nula, o mientras es superior a un valor umbral.

Se trata en este caso de un ejemplo de regulación del dispositivo de tratamiento. Pueden preverse otros algoritmos de regulación según diferentes medidas en la entrada y salida del dispositivo de tratamiento para permitir un servocontrol eficaz del dispositivo de tratamiento. Dicho de otro modo, la invención se refiere a cualquier dispositivo de tratamiento con un medio de servocontrol 44 de la bomba de activación 43 del dispositivo de separación 21 en función de las medidas de entrada y/o de salida.

El lodo es enviado hacia el dispositivo de separación 21. Como ya se mencionó, el dispositivo de separación 21 dirige las partículas de tamaño superior al tamaño predefinido hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 y hacia la

unidad de tratamiento 9 de lodos las partículas de tamaño inferior al tamaño predefinido.

Si se alcanza la consigna 48 fijada por el operador, la granulometría del efluente 8 permite alcanzar los rendimientos deseados, entonces ya no es necesario dopar el efluente con partículas de gran tamaño, la bomba de activación 43 del dispositivo de separación 21 se detiene.

Además, el dispositivo de tratamiento 40 puede comprender un ordenador 47 destinado a calcular un rendimiento de tratamiento en función de la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y la medida de turbidez del efluente 8, y el medio de servocontrol 44 puede estar configurado para activar la bomba de activación 43 cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un primer valor umbral predefinido y para desactivar la bomba de activación 43 cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un segundo valor umbral predefinido. Por ejemplo, el rendimiento de tratamiento puede corresponder a la relación entre la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y la medida de turbidez del efluente 8 o bien una diferencia entre estas dos medidas. También es posible, para un rendimiento de tratamiento comprendido entre el primer y el segundo valor umbral, adaptar el caudal en función del resultado deseado. Dicho de otro modo, el caudal puede adaptarse a medida del funcionamiento del dispositivo de tratamiento en función de las medidas realizadas.

El ordenador 47 puede estar integrado en el medio de servocontrol 44 como se representa en la figura 4, pero también puede ser exterior al medio de servocontrol 44.

Por otro lado, la bomba de activación 43 puede estar equipada con un variador de velocidad por ejemplo para adaptar la frecuencia de un motor eléctrico para pasar de un modo de funcionamiento por activación y desactivación a un modo de funcionamiento continuo con modulación del caudal en función de las diferencias 46 con las consignas 48 de turbidez fijadas. Este modo de funcionamiento continuo permite evitar arranques y paradas intempestivos de motores que corren el riesgo de dañar piezas y/o limitar su vida útil.

Ventajosamente, el dispositivo de tratamiento 40 según la invención puede comprender un dispositivo de dilución 45 del segundo flujo 18 situado aguas abajo de la segunda salida 14 del dispositivo de filtración 11. El dispositivo de dilución 45, destinado a facilitar la segregación de las partículas de densidad o de tamaño grande, puede utilizar el agua tratada del primer flujo 17 o bien agua del circuito de agua industrial en el que está implantado el dispositivo de tratamiento, o bien también agua potable. El dispositivo de dilución 45 del segundo flujo 18 permite una pre-dilución de las aguas antes del paso en el dispositivo de separación 21, concretamente si los lodos son demasiado espesos en la salida 14 del dispositivo de filtración 11.

La **figura 5** representa esquemáticamente un cuarto modo de realización de un dispositivo de tratamiento 50 de un efluente según la invención. El dispositivo de tratamiento 50 representado en la figura 5 comprende los mismos elementos que el dispositivo de tratamiento 40 representado en la figura 4. Cabe señalar en este caso también que el dispositivo de tratamiento 50 podría no comprender el dispositivo de siembra 31. Según la invención, el dispositivo de separación 21 puede comprender un hidrociclón 51. El hidrociclón 51 es un dispositivo que utiliza la fuerza centrífuga para separar las partículas pesadas de un líquido. En la figura 5, el segundo flujo 18 entra por la derecha del hidrociclón 51, las partículas pesadas salen por la parte inferior del hidrociclón y son dirigidas hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 y la parte que contiene las partículas ligeras sale por la parte superior del hidrociclón 51 y es dirigida hacia la unidad de tratamiento 9 de los lodos. Los rendimientos de separación de los hidrociclones entre partículas ligeras y pesadas son directamente dependientes de la manera de la que está dimensionado el aparato. La bibliografía indica rendimientos superiores al 97% para aparatos diseñados y operados correctamente.

Como alternativa al hidrociclón 51, el dispositivo de separación 21 puede comprender un tamiz que permite un cribado de los lodos, correspondiente a una separación de las partículas finas y de las partículas de mayor tamaño. También es posible utilizar, como alternativa al hidrociclón 51, un dispositivo de decantación que permite obtener la separación de las partículas finas y de las partículas de mayor tamaño por decantación.

Por razones de facilidad de comprensión, la invención se describe con un dispositivo de recirculación 19. La invención también se refiere a cualquier dispositivo de tratamiento que comprende dos, tres, o una pluralidad de dispositivos de recirculación. En este caso, la segunda salida 14 del dispositivo de filtración primaria 11 está conectada a los dos, tres, o a la pluralidad de dispositivos de recirculación.

La **figura 6** representa esquemáticamente las etapas del procedimiento de tratamiento de un efluente según la invención. El procedimiento de tratamiento de un efluente 8 a tratar compuesto de líquido y de partículas sólidas que implementa un dispositivo de filtración primaria 11 por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada 12 destinada a recibir el efluente 8 a tratar y una primera 13 y una segunda 14 salidas, comprende una etapa 101 de separación del efluente 8 en primer 17 y segundo 18 flujo, comprendiendo el primer flujo 17 el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo 18 lodos que comprenden partículas sólidas, saliendo el primer flujo 17 del dispositivo de filtración 11 por la primera salida 13 y saliendo el segundo flujo 18 del dispositivo de filtración 11 por la segunda salida 14. El procedimiento comprende una etapa de recirculación 102 de al menos una parte de los lodos del segundo flujo 18 hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 por un dispositivo de recirculación 21 para aumentar la cantidad de partículas en el efluente que pueden estar retenidas sobre la lona rotativa.

El procedimiento de tratamiento según la invención implementa el dispositivo de filtración primaria 11 que comprende además un primer filtro 15 que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro 15 las partículas que tienen un diámetro superior al primer diámetro y comprende una etapa de formación de un segundo filtro 16 a partir del primer filtro 15 y de las partículas retenidas sobre el primer filtro 15, teniendo el segundo filtro 16 una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro

El procedimiento de tratamiento comprende además una etapa de separación 103 de las partículas del segundo flujo 18 en función de su tamaño o de su densidad por un dispositivo de separación 21, para hacer recircular hacia la entrada 12 del dispositivo de filtración 11 las partículas de tamaño o de densidad superior a un tamaño o una densidad predefinida. Es posible dirigir hacia la unidad de tratamiento 9 de lodos las partículas de tamaño o de densidad inferior al tamaño o la densidad predefinida.

Al hacer recircular una parte de las partículas, preferentemente de gran diámetro, el procedimiento según la invención asegura la formación del segundo filtro 16, es decir la formación de la torta que permite una mejor filtración sobre la lona rotativa y garantiza un buen rendimiento depuratorio.

El procedimiento de tratamiento según la invención puede comprender una etapa de dilución 104 del segundo flujo 18 aguas abajo de la segunda salida 14 del dispositivo de filtración 11 para facilitar la segregación. La etapa de dilución 104 es importante sobre todo si los lodos son demasiado espesos en la salida 14 del dispositivo de filtración 11.

En otro modo de realización, el procedimiento de tratamiento según la invención comprende una etapa de siembra 105 del efluente 8 aguas arriba del dispositivo de filtración 11 de partículas de diámetro superior a un segundo diámetro previamente definido para aumentar la cantidad de partículas en el efluente que pueden contribuir a la formación del segundo filtro. Este modo de realización es particularmente interesante en el caso en el que el efluente 8 es demasiado pobre en partículas de diámetro superior al primer diámetro. La etapa de siembra 105 permite añadir al efluente 8 partículas de gran diámetro, superior al primer diámetro.

En un modo de realización particularmente ventajoso, el procedimiento de tratamiento comprende una etapa de medida 106 de turbidez del efluente 8 por una sonda de turbidez 41 situada aguas arriba de la entrada 12 del dispositivo de filtración primaria 11, una etapa de medida 107 de turbidez 49 del primer flujo 17 por una sonda de turbidez 42 situada aguas abajo de la primera salida 13 del dispositivo de filtración primaria 11, una etapa de activación, de modulación en intensidad o de desactivación 108 del dispositivo de separación 21 por una bomba de activación 43, una etapa de servocontrol 109 de la bomba de activación 43 del dispositivo de separación 21 en función de la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y/o de una diferencia entre la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y la medida de turbidez del efluente 8.

Asociada a la etapa de medida 107 de turbidez 49 del primer flujo 17, el procedimiento de tratamiento según la invención puede comprender en la etapa de recirculación 102 una etapa de modulación del caudal del flujo recirculado cuando el primer flujo 17 consta de demasiadas partículas con respecto al nivel de tratamiento deseado.

El procedimiento de tratamiento puede comprender, concretamente, una etapa de cálculo 110 por un ordenador 47 de un cociente de tratamiento correspondiente a la relación entre la medida de turbidez 49 del primer flujo 17 y la medida de turbidez del efluente 8, y la etapa de servocontrol 109 de la bomba de activación 43 consiste entonces en activar la bomba de activación 43 o aumentar la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación 43 cuando el cociente de tratamiento es superior a un valor umbral predefinido y en desactivar la bomba de activación 43 o disminuir la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación 43 cuando el cociente de tratamiento es inferior a un valor umbral. La etapa de cálculo 110 y la etapa de servocontrol 109 son un medio de acción sobre el servocontrol del rendimiento.

Los rendimientos depuratorios de dicho procedimiento son seguros ya que incluso un efluente pobre en partículas de tamaño superior al primer diámetro puede ser tratado por reciclaje de sus partículas de mayor tamaño. El procedimiento según la invención ofrece la posibilidad de regir el rendimiento del tratamiento del efluente. En efecto, si se solicitan rendimientos depuratorios significativos, el operador puede elegir reciclar una parte importante de partículas de gran diámetro, que permiten la formación de una torta adecuada. Además, el operador puede regir esta recirculación de partículas. El servocontrol servocontrola la recirculación. Por último, la invención propone una solución desprovista de insumos químicos: no se produce ningún lodo suplementario, y ninguna necesidad de reactivos que tengan un impacto negativo sobre los costes y el medio ambiente.

La **figura 7** ilustra los resultados de una modelización de la recirculación de todos o parte de los lodos producidos, por un dispositivo de tratamiento según la invención, sobre el rendimiento global de eliminación de materiales en suspensión (también llamados MES por su acrónimo) en el efluente. El gráfico de la figura 7 representa el rendimiento de eliminación de materiales en suspensión (MES) en porcentaje (el eje de ordenadas) en función de la carga de materiales en suspensión recirculados respecto a la carga total entrante de materiales en suspensión (MES) en porcentaje (eje de abscisas) para dos aguas residuales. El modelo utilizado se ha desarrollado a partir de datos experimentales. Se ha aplicado a dos aguas residuales de cualidades equivalentes pero de filtrabilidades diferentes.

Hipótesis y condiciones en los límites

Aguas residuales municipales tamizadas, desarenadas y desgrasadas.

5 Materiales en suspensión en el efluente: 300 mg/l

Carga unitaria en MES: 30 kg/h

Temperatura: > 8 °C

pH: 6 - 8

Tasa de captura de los MES sin recirculación:

10

Agua residual 1:  $\Delta$ MES = 40 % (símbolo de círculo en el gráfico)

Agua residual 2:  $\Delta$ MES = 30 % (símbolo de rombo en el gráfico)

15

La figura 7 presenta el efecto del aumento del porcentaje de materiales en suspensión (MES) del efluente bruto recirculados desde los lodos primarios producidos sobre el rendimiento global de eliminación de materiales en suspensión (MES). La tasa de captura de los materiales en suspensión (MES) se calcula a partir de las concentraciones de materiales en suspensión (MES) en el efluente bruto antes de la recirculación.

20

Cuando el 0 % de los lodos producidos son recirculados, las tasas de captura de los MES para las aguas residuales 1 y 2 son, respectivamente, el 30 y el 40 %. Esto muestra que las partículas o MES contenidas en el agua residual 1 conducen a la formación de una torta que tiene un potencial de filtración mayor que las del agua residual 2.

25

En los dos casos, agua residual 1 y agua residual 2, la recirculación de los lodos primarios conduce a la mejora de la tasa de captura global de los materiales en suspensión por la unidad de filtración. Se observa una mejora sea cual sea la tasa de recirculación de los lodos primarios entre el 0% y el 100 %.

30

Para un mismo porcentaje de carga de MES recirculados, el aumento de la tasa de captura es mayor en el caso del agua residual 1, lo que es coherente con el mayor potencial de las MES del agua residual 1 para formar una torta filtrante en la superficie de la lona.

35

A modo de ejemplo, para mantener una tasa de captura de MES superior al 50 %, habrá, en el caso del agua residual 1, que recircular el equivalente de al menos el 20 % de la carga entrante, mientras que para el agua residual 2 será necesaria la recirculación del equivalente del 60 % de la carga entrante.

40

Los resultados muestran que, por lo tanto, es posible controlar la tasa de captura de los MES por el dispositivo de tratamiento según la invención que comprende la unidad de filtración primaria con recirculación de todos o parte de los lodos producidos.

De este modo, el procedimiento según la invención presenta la ventaja de aumentar y de controlar los rendimientos de la filtración sin poner en juego reactivos adicionales. Es importante subrayar que la invención se basa en el hecho de que el propio lodo constituye el filtro. No hay adición de materia externa en el efluente. Dicho de otro modo, el material filtrante se obtiene directamente del efluente a tratar, y la invención no necesita la adición de un soporte adicional.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de tratamiento (10, 20, 30, 40, 50) de un efluente (8) compuesto de líquido y de partículas sólidas en un efluente tratado, **caracterizado por que** comprende:

- un dispositivo de filtración primaria (11) por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada (12) destinada a recibir el efluente (8) a tratar y una primera (13) y una segunda (14) salidas, estando el dispositivo de filtración (11) destinado a separar el efluente (8) en un primer (17) y un segundo (18) flujo, comprendiendo el primer flujo (17) el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo (18) lodos que comprenden partículas sólidas del efluente (8) a tratar, saliendo el primer flujo (17) del dispositivo de filtración (11) por la primera salida (13) y saliendo el segundo flujo (18) del dispositivo de filtración (11) por la segunda salida (14),
- al menos un dispositivo de recirculación (19) destinado a hacer recircular al menos una parte de los lodos del segundo flujo (18), destinados a ser dirigidos hacia una unidad de tratamiento (9), hacia la entrada (12) del dispositivo de filtración (11), estando dicha segunda salida conectada al, al menos un, dispositivo de recirculación (19), **por que** el dispositivo de filtración (11) comprende un primer filtro (15) que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro (15) las partículas sólidas del efluente (8) a tratar que tienen un diámetro superior al primer diámetro, y **por que** el primer filtro (15) está configurado para formar, en combinación con las partículas sólidas del efluente (8) a tratar retenidas sobre el primer filtro (15), un segundo filtro (16) que tiene una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro,

y **por que** comprende un dispositivo de separación (21) configurado para separar las partículas de los lodos del efluente (8) a tratar del segundo flujo (18) en función de su tamaño o su densidad, para hacer recircular hacia la entrada (12) del dispositivo de filtración (11) las partículas del efluente (8) a tratar de tamaño superior a un tamaño o a una densidad predefinidas.

2. Dispositivo de tratamiento (50) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo de separación (21) comprende un hidrociclón (51).

3. Dispositivo de tratamiento (40, 50) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** comprende un dispositivo de dilución (45) del segundo flujo (8) situado aguas abajo de la segunda salida (14) del dispositivo de filtración (11).

4. Dispositivo de tratamiento (30, 40, 50) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende además un dispositivo de siembra (31) del efluente (8) situado aguas arriba de la entrada (12) del dispositivo de filtración (11) y destinado a sembrar partículas de diámetro superior a un segundo diámetro previamente definido.

5. Dispositivo de tratamiento (40, 50) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende:

- una sonda de turbidez (41) situada aguas arriba de la entrada (12) del dispositivo de filtración (11) capaz de proporcionar una medida de turbidez del efluente (8),
- una sonda de turbidez (42) situada aguas abajo de la primera salida (13) del dispositivo de filtración (11) capaz de proporcionar una medida de turbidez (49) del primer flujo (17),
- una bomba de activación (43) del dispositivo de separación (21),
- un medio de servocontrol (44) de la bomba de activación (43) del dispositivo de separación (21) en función de la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y/o de una diferencia entre la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y la medida de turbidez del efluente (8).

6. Dispositivo de tratamiento (40, 50) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** comprende un ordenador (47) destinado a calcular un rendimiento de tratamiento en función de la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y la medida de turbidez del efluente (8), y **por que** el medio de servocontrol (44) está configurado para activar la bomba de activación (43) cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un primer valor umbral predefinido y para desactivar la bomba de activación (43) cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un segundo valor umbral predefinido.

7. Procedimiento de tratamiento de un efluente (8) compuesto de líquido y de partículas sólidas que implementa un dispositivo de filtración primaria (11) por separación gravitatoria sobre lona rotativa que tiene una entrada (12) destinada a recibir el efluente (8) a tratar y una primera (13) y una segunda (14) salidas, comprendiendo el dispositivo de filtración (11) un primer filtro (15) que tiene una malla de un primer diámetro destinado a retener sobre el primer filtro (15) las partículas del efluente (8) a tratar que tienen un diámetro superior al primer diámetro, **caracterizado por que** comprende:

- una etapa (101) de separación del efluente (8) en primer (17) y segundo (18) flujo, comprendiendo el primer flujo (17) el efluente tratado, comprendiendo el segundo flujo (18) lodos que comprenden partículas sólidas del efluente (8) a tratar, saliendo el primer flujo (17) del dispositivo de filtración (11) por la primera salida (13) y saliendo el segundo flujo (18) del dispositivo de filtración (11) por la segunda salida (14),

- una etapa de recirculación (102) de al menos una parte de los lodos del segundo flujo (18), destinados a ser dirigidos hacia una unidad de tratamiento (9), hacia la entrada (12) del dispositivo de filtración (11) por un dispositivo de recirculación (21),
  - una etapa de formación de un segundo filtro (16) a partir del primer filtro (15) y de partículas del efluente (8) a tratar retenidas sobre el primer filtro (15), teniendo el segundo filtro (16) una porosidad que corresponde a un umbral de corte inferior al primer diámetro, una etapa de separación (103) de las partículas del segundo flujo (18) en función de su tamaño o de su densidad por un dispositivo de separación (21), para hacer recircular hacia la entrada (12) del dispositivo de filtración (11) las partículas del efluente (8) a tratar de tamaño o de densidad superiores a un tamaño o a una densidad predefinidos.
- 5
- 10
8. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende una etapa de dilución (104) del segundo flujo (18) aguas abajo de la segunda salida (14) del dispositivo de filtración (11).
- 15
9. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** comprende una etapa de siembra (105) del efluente (8) aguas arriba del dispositivo de filtración (11) de partículas de diámetro superior a un segundo diámetro definido previamente.
- 20
10. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** comprende:
- una etapa de medida (106) de turbidez del efluente (8) por una sonda de turbidez (41) situada aguas arriba de la entrada (12) del dispositivo de filtración primaria (11),
  - una etapa de medida (107) de turbidez (49) del primer flujo (17) por una sonda de turbidez (42) situada aguas abajo de la primera salida (13) del dispositivo de filtración primaria (11),
  - una etapa de activación, de modulación en intensidad o de desactivación (108) del dispositivo de separación (21) por una bomba de activación (43),
  - una etapa de servocontrol (109) de la bomba de activación (43) del dispositivo de separación (21) en función de la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y/o de una diferencia entre la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y la medida de turbidez del efluente (8).
- 25
- 30
11. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** comprende una etapa de cálculo (110) por un ordenador (47) de un rendimiento de tratamiento en función de la medida de turbidez (49) del primer flujo (17) y la medida de turbidez del efluente (8), y **por que** la etapa de servocontrol (109) de la bomba de activación (43) consiste en activar o aumentar la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación (43) cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un primer valor umbral predefinido y en desactivar o disminuir la frecuencia del variador de frecuencia de la bomba de activación (43) cuando el rendimiento de tratamiento alcanza un segundo valor umbral.
- 35

10

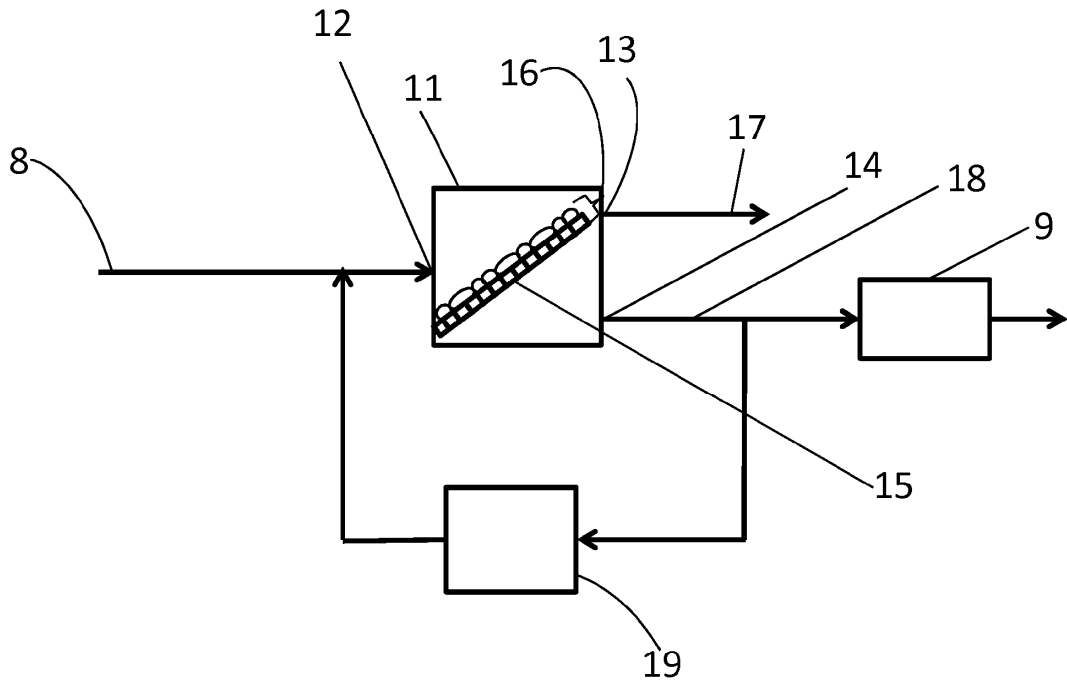


FIG. 1

20

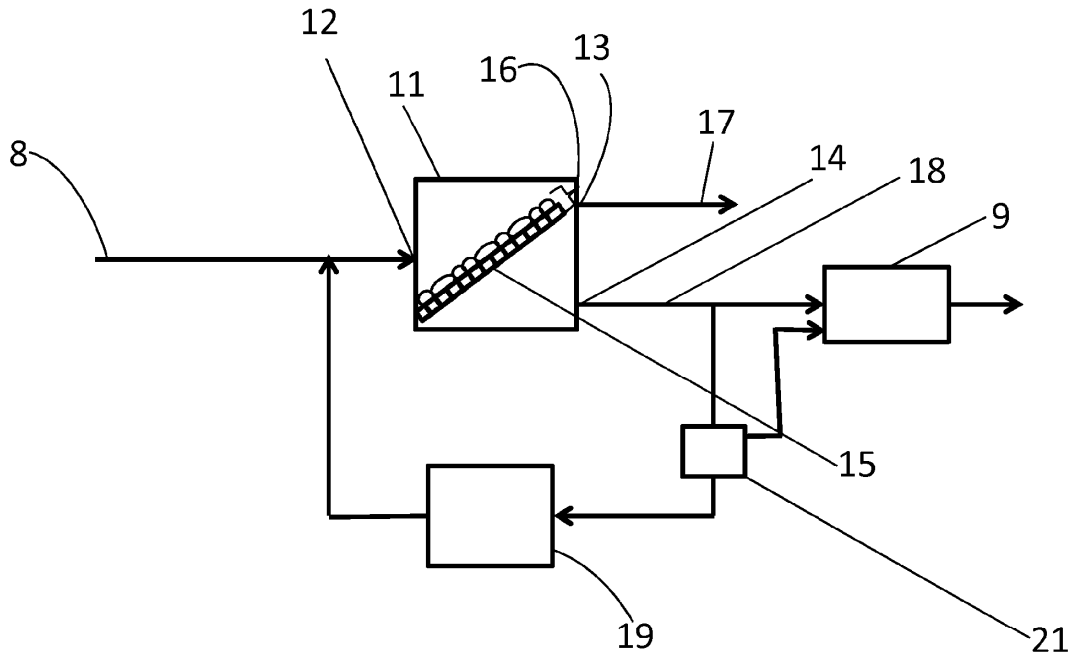


FIG. 2

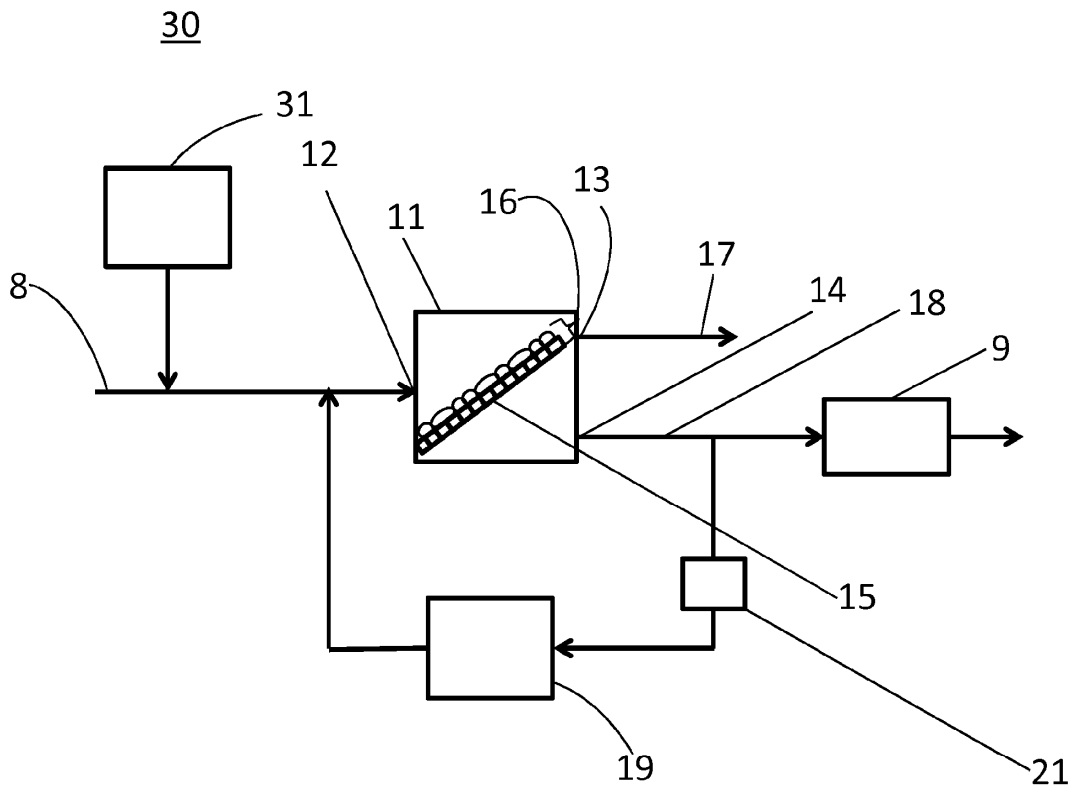


FIG. 3

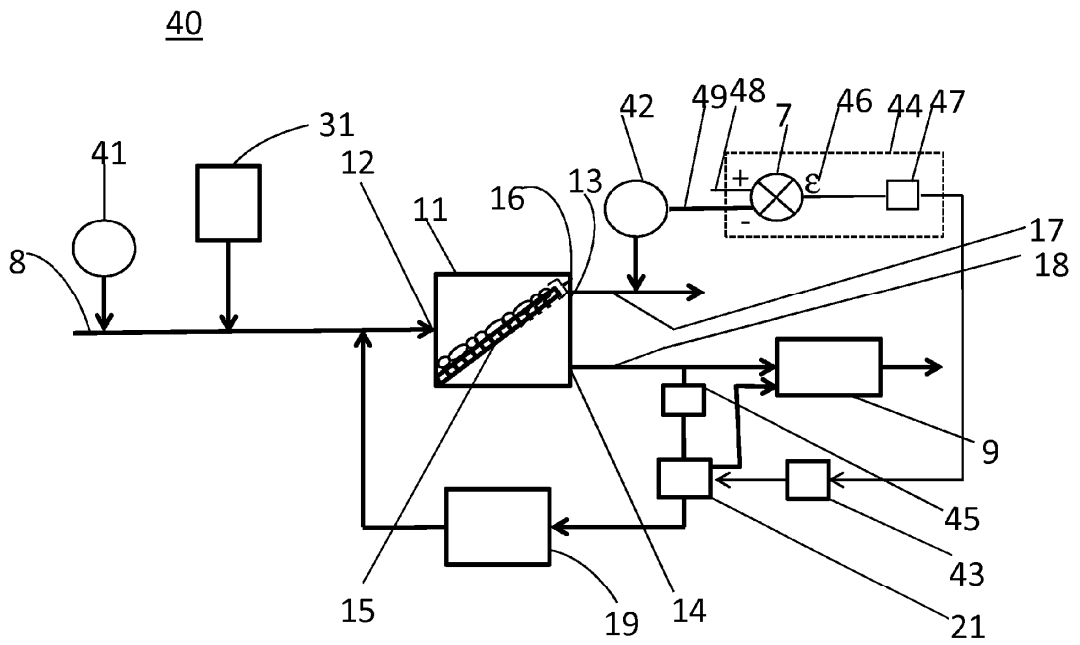


FIG. 4

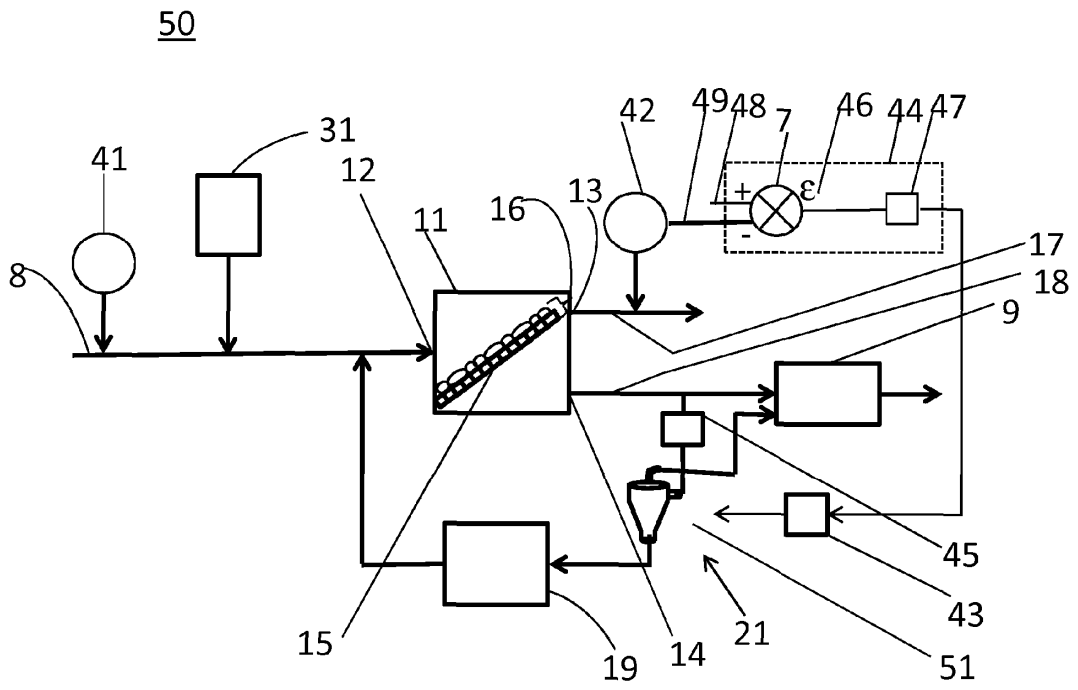


FIG. 5

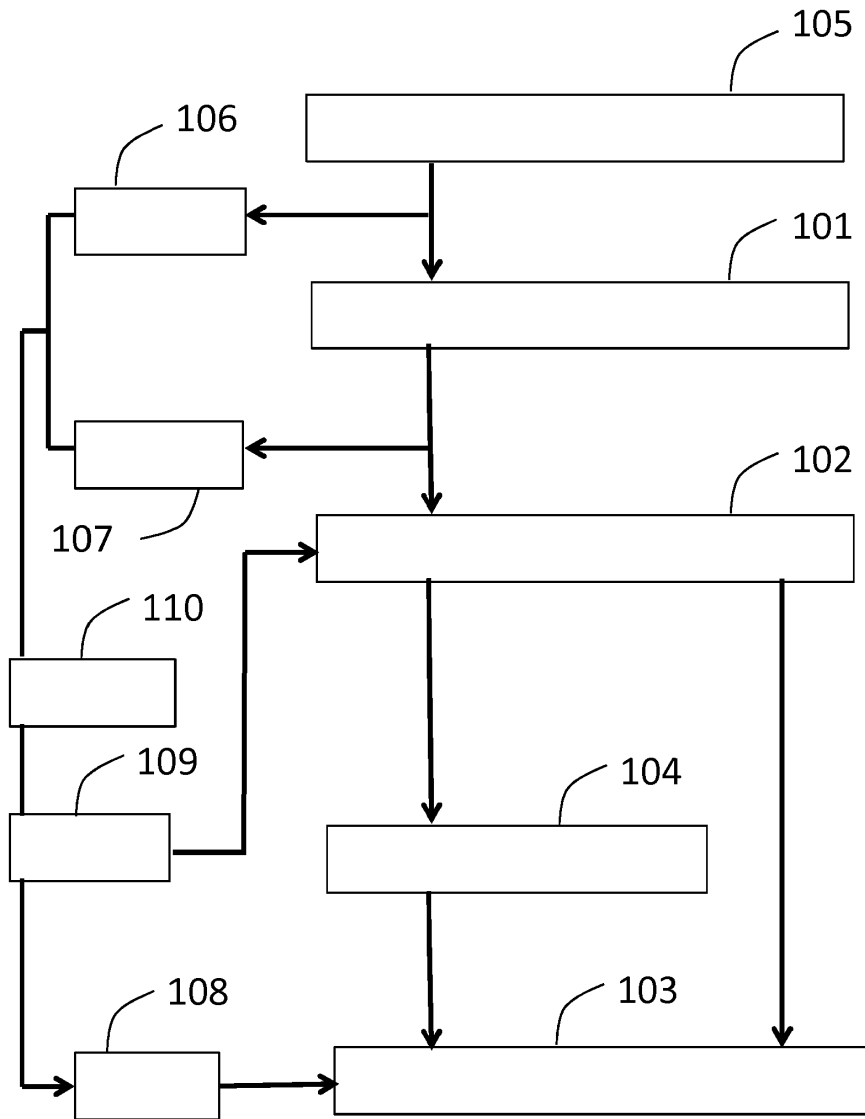


FIG. 6

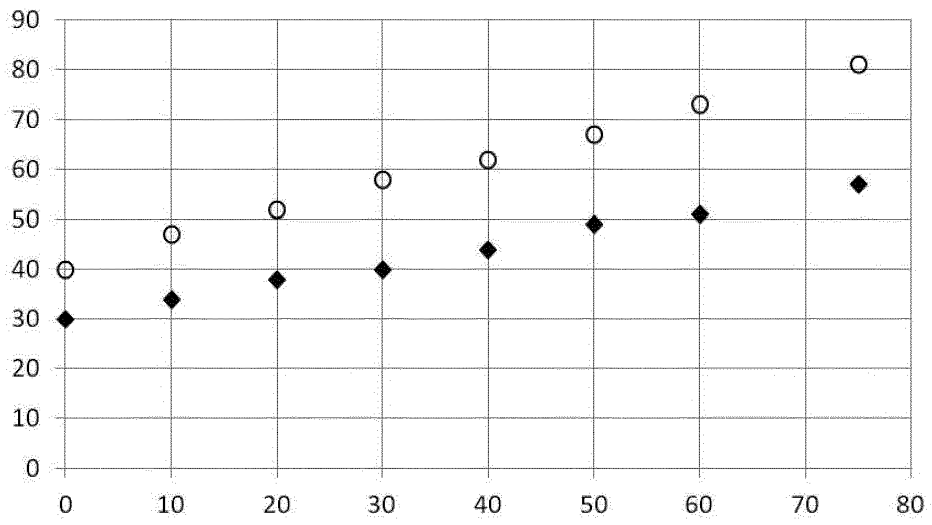


FIG. 7