

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 679 720**

21 Número de solicitud: 201730049

51 Int. Cl.:

**C02F 3/06** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**17.01.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**30.08.2018**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2018/070031**

71 Solicitantes:

**ASOCIACIÓN RIA (50.0%)**  
**C/ José Barros, Locales Municipales s/n**  
**39600 Muriedas - Camargo (Cantabria) ES y**  
**CICERO FERNÁNDEZ, Diego (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CICERO FERNÁNDEZ, Diego**

74 Agente/Representante:

**ESCUDEO PRIETO, Nicolás Enrique**

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE IMPLANTACIÓN, EXTRACCIÓN Y/U OPERACIÓN DE FILTROS VEGETALES DE FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

57 Resumen:

Sistema y método de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales de fitorremediación de aguas residuales.

La invención se refiere a un sistema (1) de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales de fitorremediación de aguas residuales, apto para su uso en un humedal (6) artificial, que comprende: una viga (4) principal de soporte configurada para su inmersión parcial o total en el humedal (6) artificial; y una pluralidad de varillas (5) de sujeción, dispuestas como medios de fijación de los filtros vegetales, conectadas a la viga (4) principal. El sistema comprende, asimismo, un pivote (3) de apoyo a tierra sustancialmente vertical, conectado a la viga (4) principal de soporte, y que comprende medios rotantes con relación a un eje principal, para la extracción de la viga (4) principal de soporte hasta una región (6') exterior al humedal (6) artificial. La invención se refiere, además, a un método de tratamiento de aguas residuales mediante filtros vegetales de fitorremediación en un humedal (6) artificial, que se realiza por medio de dicho sistema (1).

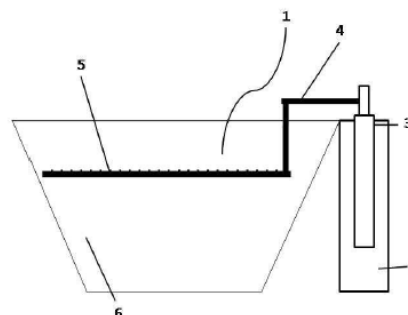


FIG. 2

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA Y MÉTODO DE IMPLANTACIÓN, EXTRACCIÓN Y/U OPERACIÓN DE  
FILTROS VEGETALES DE FITORREMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

5

**CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se enmarca dentro del campo técnico correspondiente al sector de la depuración de aguas residuales urbanas, agropecuarias e industriales. Más concretamente, la invención se refiere, aunque sin limitación, a depuración de aguas residuales generadas en pequeños núcleos urbanos, o en emplazamientos aislados. La invención también resulta de aplicación en la depuración de efluentes eutrofizantes; depuración de efluentes con contaminantes eliminables por especies vegetales con capacidad fitorremediadora; restauración y creación de humedales y otros hábitats acuáticos.

10  
15

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Dentro del ámbito técnico de la depuración de aguas residuales urbanas, agropecuarias e industriales, existen las técnicas denominadas "no convencionales", "extensivas" o "sistemas blandos naturales" de depuración de aguas. Entre éstas destacan aquéllas basadas en la "fitorremediación"; es decir, en el empleo de vegetales (algas o plantas) para el tratamiento del agua; también denominados "fitosistemas" o "fitodepuradoras".

20

Los sistemas de fitorremediación pueden ser especialmente ventajosos en el plano socioeconómico y medioambiental, en particular para dar servicio en casos que aún están pendientes de ser gestionados de forma eficiente y sostenible, como son las aguas residuales generadas en un gran número de pequeños núcleos urbanos (menos de 2000 habitantes equivalentes). También es el caso de las aguas residuales generadas por actividades frecuentemente aisladas y no integradas en núcleos de población tales como alojamientos rurales, restaurantes y otros negocios de hostelería o industrias comúnmente emplazadas en el medio rural como, por ejemplo: las empresas de transformación del sector lácteo; del licor y de productos alimentarios; explotaciones agrícolas y ganaderas o actividades industriales de diversa tipología como las explotaciones mineras. Sin embargo, en la actualidad, las anteriormente mencionadas aguas residuales siguen careciendo de sistemas de colección y depuración apropiados y adecuados a las características físicas,

25  
30  
35

químicas y microbiológicas de sus efluentes, y carecen además de vías de adaptación específica al tipo de emplazamientos donde éstas se ubican.

5 Adicionalmente, la sensibilidad, alto valor ecológico y paisajístico de los medios receptores de los efluentes contaminantes, el alto grado de dispersión de las fuentes emisoras de aguas residuales en el territorio, la pequeña entidad de las mismas en muchos casos, y su diversidad tipológica, son los principales factores que dificultan y en muchos casos hacen inviable la aplicación de infraestructuras convencionales de saneamiento y depuración. Asimismo, los limitados recursos económicos, tanto de entes públicos como privados, para 10 asumir los elevados costes asociados a dichas infraestructuras suponen también factores limitantes a la implantación de las mismas. Se hace, por tanto, imprescindible la determinación de alternativas de saneamiento más sostenibles, efectivas, eficientes, versátiles y respetuosas con el medio ambiente que mejoren las tecnologías conocidas.

15 Dentro de las técnicas de fitorremediación de aguas, los humedales artificiales de heliófitas o macrófitas emergentes (géneros: Phragmites, Typha o Sparganium, entre otros) son los que se han demostrado más efectivos, eficientes y de menor coste, y son los más extendidos en la actualidad. Todos los humedales artificiales de plantas macrófitas para la depuración de aguas constan de infraestructuras de pre-tratamiento y de balsas o canales 20 normalmente impermeabilizados, donde se instalan las plantas para formar un tapiz vegetal cuyos sistemas radiculares y microorganismos asociados actúan degradando y depurando los contaminantes del agua circulante.

De todos los sistemas de depuración basados en las heliófitas o plantas macrófitas emergentes, los sistemas de heliófitas en flotación y semisumergidas constituyen las dos 25 alternativas más ventajosas y competitivas en la actualidad. Estas plantas o filtros vegetales –se tratarán estos dos términos como sinónimos en este documento–, según su tipología, requieren para su óptimo funcionamiento tanto densidades de plantas concretas como su inmersión a profundidades específicas. Para cumplir con citada necesidad, se han ideado algunos sistemas de tratamiento de aguas residuales de este tipo, como los 30 que se describen en las solicitudes de patente ES 2530762 B1 y ES 2490515 B1.

En la patente ES 2530762 B1 se divulga un sistema modular destinado a la purificación de aguas mediante fitorremediación a través de filtros vegetales del tipo plantas macrófitas. El 35 sistema comprende una pluralidad de módulos acoplados colateralmente y flotantes en agua. En este caso, el sistema no puede regularse en lo relativo a profundidad de

inmersión y la flotación tiene lugar debido al material de baja densidad del que están hechos los módulos. Los módulos tienen dispuestos unos vasos donde se fijan los filtros vegetales. Este sistema tampoco puede regular la densidad de plantas, pues viene fijada en el propio diseño de los módulos. Esto limita el tipo de plantas utilizado a uno solo. Por  
5 otra parte, el sistema puede perder la flotación o profundidad original debido a cambios en el entorno como, por ejemplo, fuertes nevadas que aumenten el peso del tapiz. Por último, es necesario un desmantelamiento del tapiz para su mantenimiento y limpieza, siendo necesario recurrir a personal especializado para ello.

10 Como alternativa, la patente ES 2490515 B1 divulga un módulo estructural de soporte de heliófitas para el tratamiento de aguas residuales, configurado para quedar totalmente sumergido en agua a una profundidad fija. Dicho módulo comprende un armazón con aberturas y unos recipientes abiertos fijados en posición vertical en ellas. El uso de  
15 escuadras de carpintería metálica ancladas directamente al armazón que a su vez atornillan a las paredes del canal o balsa de depuración mediante tirafondos, permite fijar la unidad de instalación a una determinada altura. Sin embargo, en dicho documento se plantea siempre un sistema donde la posición de dichas vigas principales es siempre fija, y donde sólo es posible la extracción de los filtros vegetales alojados en las varillas mediante la desinstalación del sistema completo.

20

Si bien los sistemas de fitorremediación conocidos permiten resolver ciertas necesidades de los filtros vegetales para el tratamiento de aguas residuales, no están exentos aún del problema técnico que supone proporcionar un sistema de implantación, extracción y/u  
operación de filtros vegetales de fitorremediación de aguas residuales que permita una  
25 fácil implantación a la profundidad requerida de los filtros vegetales, para conseguir un óptimo funcionamiento, manteniendo la profundidad adecuada incluso cuando el tapiz vegetal difiere en su masa total con el paso del tiempo (por ejemplo, un cambio en la masa, originado por fuertes nevadas), además de permitir el uso de más de un tipo de filtros vegetales, permitiendo variar la densidad de plantas para ello, y que adicionalmente  
30 todo ello resulte reversible sin necesidad de reinstalación completa, de una manera fácil y limpia.

Con las limitaciones descritas en los párrafos anteriores se hace necesario, en el presente campo técnico, proporcionar un sistema de tratamiento de aguas residuales por  
35 fitorremediación, cuya eficiencia en la implantación, extracción y/u operación, limpieza y mantenimiento mejore las soluciones conocidas del estado de la técnica. Por otra parte, se

5 requiere al mismo tiempo que el sistema ofrezca ventajas sustanciales en términos de sostenibilidad y competitividad económica, especialmente importante en la depuración de aguas residuales de pequeñas poblaciones o pequeñas instalaciones donde los limitados recursos económicos dificultan la implantación y mantenimiento de infraestructuras de saneamiento de aguas.

10 Con este objeto, la presente invención propone, así, un sistema extraíble de tratamiento de aguas residuales por fitorremediación ideado, aunque sin limitación, para su implantación en depuradoras de pequeñas poblaciones o pequeñas instalaciones, cuya realización técnica permite superar los problemas anteriormente detallados.

### **DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCIÓN**

15 Un objeto de la presente invención se refiere, preferentemente, al desarrollo de un sistema de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales de fitorremediación de aguas residuales, apto para su uso en un humedal artificial, que comprende:

- una viga principal de soporte configurada para su inmersión parcial o total en el humedal artificial;
- una pluralidad de varillas de sujeción, dispuestas como medios de fijación de los 20 filtros vegetales, conectadas a la viga principal.

25 Ventajosamente, dicho sistema comprende, asimismo, un pivote de apoyo a tierra sustancialmente vertical, conectado a la viga principal de soporte, y que comprende medios rotantes con relación a un eje principal, para la extracción de la viga principal de soporte hasta una región exterior al humedal artificial. Se consigue con ello la extracción de forma que puede ser tanto automática como manual de los filtros vegetales para su mantenimiento y/o limpieza sin el desmantelamiento del sistema y consiguiendo que los filtros vegetales sufran el mínimo estrés, mejorando en rapidez y simpleza los sistemas conocidos del estado de la técnica.

30

En una realización preferente de la invención, el espaciado de las varillas del sistema, en su conexión a la viga principal de soporte, es regulable para ser adaptado al tipo de filtros vegetales utilizados. Se consigue con ello la adecuación de la densidad de filtros vegetales al tipo concreto de éstos. Más aún, mediante la configuración de las varillas en más de un solo espaciado, se consigue ofrecer una forma de instalar más de un tipo de filtros 35 vegetales, con densidades óptimas distintas.

En una realización preferente de la invención, el sistema comprende, además, una barra de sujeción secundaria y/o uno o más tirantes de soporte como refuerzo estructural.

5 En una realización preferente de la invención, el pivote de apoyo es regulable en altura, de tal forma que el sistema es configurable entre al menos:

- una primera posición con la viga sumergida dentro del humedal artificial;
- una segunda posición con la viga por encima del nivel de agua del humedal;
- una tercera posición con la viga semisumergida en el humedal.

10 Se consigue con ello la adecuación de la profundidad de los filtros vegetales a las necesidades de cada tipo para la óptima fitorremediación del agua residual. Es más, ante posibles cambios en el entorno, se puede rectificar la profundidad a la que los filtros vegetales se encuentran, evitando así el perjuicio a la salud de los filtros vegetales.

15 En una realización preferente de la invención, el eje principal de los medios rotantes, para la extracción de la viga principal de soporte hasta una región exterior al humedal artificial, es un eje sustancialmente vertical o un eje sustancialmente horizontal para propiciar, respectivamente, un desplazamiento horizontal o vertical en dicha viga principal. Se consigue con ello poder extraer los filtros vegetales en dos configuraciones distintas,  
20 según la necesidad.

En una realización preferente de la invención, el sistema comprende, además, medios secundarios de fijación o sujeción de filtros vegetales conectados a la viga principal y/o a las varillas.

25

En una realización preferente de la invención, el sistema comprende, además, una segunda viga de soporte conectada a una segunda pluralidad de varillas en forma de parrilla configurada para disponer los tallos de los filtros vegetales en una determinada orientación e impedir que la biomasa aérea caiga al humedal, quedando retenida sobre la  
30 parrilla. Se consigue con ello separar la biomasa aérea a la vez que ésta se genera.

30

Otro objeto de la presente invención se refiere a una planta de tratamiento de aguas residuales que comprende al menos un humedal artificial, donde se alojan uno o más sistemas de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales de fitorremediación  
35 de aguas residuales, según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

También es objeto de la presente invención un método de tratamiento de aguas residuales mediante filtros vegetales de fitorremediación en un humedal artificial, que se realiza por medio de un sistema o de una planta según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento. Ventajosamente, dicho método comprende la realización de las

5

- se fijan los filtros vegetales a las varillas del sistema;
- se sumerge la viga con las varillas y los filtros vegetales en el interior del humedal artificial;
- se mantienen los filtros vegetales sumergidos durante un periodo de tiempo para la

10

Preferentemente, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender adicionalmente la etapa de extracción de las varillas y los filtros vegetales desde el humedal hasta una región exterior al mismo para proceder al mantenimiento de los filtros

15

vegetales. Se consigue con ello poder realizar operaciones de mantenimiento y/o limpieza de los filtros vegetales y del sistema desde fuera del agua, sin tener que requerir que un operario se introduzca en el humedal para ello. Todo ello sometiendo a los filtros vegetales al mínimo estrés.

20

Más preferentemente, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender una etapa adicional donde, permaneciendo las varillas y los filtros vegetales en la región exterior del humedal, se retira la biomasa existente desde fuera del humedal. Se consigue con ello poder retirar la biomasa sin la necesidad de introducir a un operario dentro del humedal para ello y sin el riesgo de que parte de la biomasa caiga en el agua.

25

Más preferentemente a las etapas de extracción, limpieza de filtros vegetales y retirada de biomasa, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender, adicionalmente, una etapa en la cual se realizan operaciones de mantenimiento en el interior del humedal. Se consigue con ello facilitar la limpieza del humedal sin dañar los

30

filtros vegetales, pues éstos se encuentran lo suficientemente alejados del humedal en esta etapa.

En una realización preferente de la invención, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender sucesivas etapas en las cuales el espaciado de las varillas se ajusta para la adecuación de la densidad de los filtros vegetales con una mejor labor de

35

filtrado vegetal del agua residual. Se consigue con ello, poder cambiar la densidad de

filtros vegetales una vez que éstos están instalados en el sistema cuando la densidad del tapiz vegetal sufre cambios, sin necesidad de recolocar los filtros uno a uno.

5 En una realización preferente de la invención, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender sucesivas etapas en las cuales la altura del pivote se ajusta para la adecuación de la altura de los filtros vegetales con relación a la superficie del agua del humedal según las características del agua a tratar y del tipo de filtros vegetales. Se consigue con ello poder corregir la profundidad de colocación de los filtros vegetales en el humedal para que la fitorremediación sea óptima en todo momento.

10

En una realización preferente de la invención en la que los filtros vegetales están constituidos por plantas macrófitas naturalmente dotadas de aerénquima (cámaras de aire en sus tejidos), el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender sucesivas etapas en las cuales la altura del pivote se ajusta automáticamente durante episodios de incremento del caudal circulante y del nivel del agua gracias al empuje ejercido hacia arriba por las cámaras de aire que confieren una baja densidad a los tejidos de los filtros vegetales, frente al peso del sistema de implantación, extracción y/u operación.

20

En la realización preferente de la invención en la que el sistema comprende una segunda viga de soporte conectada a una segunda pluralidad de varillas en forma de parrilla, el método de tratamiento de aguas residuales puede comprender una etapa adicional, en la que se siega la parte aérea de las plantas a un nivel por encima de la superficie de la parrilla (por ejemplo mediante maquinaria dotada de pértiga para trabajar desde el exterior del humedal como cortasetos o podadoras de altura) y se extrae la segunda viga de soporte a una región externa del humedal mediante el abatimiento vertical de dicha viga para la cosecha de la biomasa aérea de los filtros vegetales. A medida que se eleva la segunda viga de soporte, una vez se supera el eje de verticalidad, la biomasa aérea cae por gravedad depositándose directamente sobre la superficie auxiliar del borde de la balsa o canal o bien sobre remolque, carretillo o dispositivo de transporte de la biomasa. Se consigue con ello retirar la biomasa aérea de una forma sencilla e independiente de la extracción de la viga principal, evitando tener que extraer los filtros vegetales si no es necesario para otras operaciones de mantenimiento y/o limpieza.

35

La invención permite, así, plantear una solución de tratamiento de aguas residuales a través de un sistema, planta y método de tratamiento de aguas por fitorremediación, cuyas



dimensiones del sistema son perfectamente escalables para adecuarlo a las necesidades de cualquier caso mediante la ampliación del tamaño del sistema y/o mediante el incremento del número de sistemas de tratamiento dispuestos en serie. La invención posibilita la realización de las diferentes fases de instalación de los filtros vegetales y tratamiento de agua residual. La invención posibilita adicionalmente la regulación de la profundidad de los filtros vegetales así como variar la densidad del tapiz vegetal. La invención posibilita la extracción del/de los sistema/s y, preferentemente, la limpieza y/o mantenimiento de los filtros vegetales y el vertido de la biomasa aérea en una región externa al humedal artificial. Esto permite realizar el mantenimiento de dicho sistema de forma limpia, sencilla y sin contaminar de biomasa el agua objeto de depuración. Se consigue con ello que el operario encargado del mantenimiento no deba entrar en contacto con las sustancias a tratar ni deba introducirse físicamente en las infraestructuras para dicho mantenimiento. La invención es especialmente funcional y adecuada para depuradoras de pequeño tamaño cuyos gestores deseen realizar una operación con personal propio no especializado de una manera sostenible.

#### **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Figura 1 muestra una vista de planta del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga dentro del humedal, según una realización preferente de la invención.

La Figura 2 muestra una vista de perfil del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga dentro del humedal, según una realización preferente de la invención.

La Figura 3 muestra una vista de planta del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga en una región externa al humedal, según una realización preferente de la invención.

La Figura 4 muestra una vista de perfil del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga semisumergida en el humedal, según una realización preferente de la invención.

La Figura 5 muestra una vista de perfil del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga fuera del humedal, según una realización preferente de la invención.

La Figura 6 muestra una vista de perfil del sistema de tratamiento de aguas residuales en la posición con la viga en una región externa al humedal, según una realización preferente de la invención.

- 5 Las Figuras 7A-7D muestran vistas de planta y perfil de un sistema de tratamiento de aguas residuales con un mecanismo de giro vertical compatible con otro mecanismo de giro horizontal, según una realización preferente de la invención.

**REFERENCIAS NUMÉRICAS UTILIZADAS EN LAS FIGURAS**

10

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la invención, las citadas Figuras 1-7 se acompañan de una serie de referencias numéricas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

|      |  |
|------|--|
| (1)  | Sistema de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales |
| (2)  | Zapata   |
| (3)  | Pivote de apoyo  |
| (4)  | Viga principal de soporte  |
| (4') | Segunda viga de soporte  |
| (5)  | Pluralidad de varillas   |
| (5') | Pluralidad de varillas en forma de parrilla                            |
| (6)  | Humedal artificial   |
| (6') | Región exterior al humedal   |
| (7)  | Módulo abatible  |
| (8)  | Pasador y eje de giro vertical   |

15

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Se procede a continuación a describir un ejemplo de realización preferida de la presente invención, aportada con fines ilustrativos pero no limitativos de la misma.

20

Un objeto principal de la invención se refiere, tal y como se ha descrito en los apartados precedentes, y según lo representado en las Figuras 1-6, a un sistema (1) de tratamiento de aguas residuales que comprende: una zapata (2) a modo de cimentación del sistema (1), un pivote (3) de apoyo del mismo sobre la zapata (2), una viga (4) principal de soporte y una pluralidad de varillas (5) de fijación de filtros vegetales o plantas.

25

El sistema (1) de tratamiento de aguas residuales es apto para su uso en un canal, balsa o humedal (6) artificial. Más concretamente, se describen a continuación los elementos para la realización del sistema de tratamiento, según lo mostrado en las Figuras 1-6:

- 5           - una zapata (2) de cimentación donde está dispuesto o anclado el pivote (3) de apoyo. Dicha cimentación puede realizarse, por ejemplo, mediante hormigonado.
- un pivote (3) de apoyo cuya altura es preferentemente regulable, a través de por ejemplo un mecanismo hidráulico, neumático, mecánico o electromecánico y rotatorio con respecto a un eje principal para la extracción de la viga (4) principal de soporte hasta una región (6') exterior al humedal (6) artificial.
- 10          - una viga (4) principal de soporte conectada al pivote (3) que preferentemente está doblada en dos puntos para salvar el desnivel del borde del humedal (6), configurada para su inmersión parcial o total en el humedal (6).
- una pluralidad de varillas (5) de fijación conectadas a la viga (4) principal, cuyo espaciado es preferentemente regulable y que sirven para la fijación y desarrollo de las
- 15          plantas o filtros vegetales.

Una descripción del funcionamiento del sistema (1) extraíble para el tratamiento de aguas residuales correspondiente se detalla a continuación:

- 20          Para el correcto funcionamiento del sistema (1) de tratamiento es preciso, en primer lugar, fijar las plantas al mismo. Las plantas se pueden fijar a las varillas (5) de modos diferentes dependiendo del formato en que las plantas son suministradas. En una realización preferente de la invención, las plantas se ensartan lateralmente en las varillas (5) atravesando el cepellón o se instalan entrelazando los rizomas entre varillas (5) contiguas.
- 25          Esta fijación se realiza preferentemente en una región externa (6') al humedal (6); región (6') que se muestra en las Figuras 3 y 6.

- 30          En una realización preferente de la invención, la densidad de plantación es variable a través del espaciado regulable de las varillas (5), en función de los requerimientos de la especie a emplear o de las particularidades de la masa de agua a tratar. En una realización preferente de la invención, para mayor seguridad, las plantas pueden fijarse a la estructura con alambre, cuerda o materiales análogos.

- 35          Las plantas conforman un tapiz vegetal una vez fijadas a las varillas (5). Las varillas (5) de fijación están conectadas a la viga principal (4) de sujeción que a su vez está soldada al pivote (3) de apoyo dispuesto en la zapata (2). Un mecanismo hidráulico, neumático,

mecánico o electromecánico regula la altura del pivote (Figuras 2,4 y 5). Además el pivote (3) es rotatorio, permitiendo preferentemente un giro de hasta 360 grados con respecto a su eje principal (siendo dicho eje, en esta realización, un eje vertical). Por medio de este mecanismo, es posible rotar el pivote (3) para colocar la viga (4) que sostiene el tapiz por encima del agua residual (Fig. 5) y posteriormente sumergir el tapiz en el humedal (6) (Fig. 2).

Preferentemente, para un mantenimiento periódico del tapiz vegetal, éste se extrae del humedal (6). El proceso de extracción ocurre a la inversa de proceso de inmersión: primeramente se extrae la viga (4) regulando la altura del pivote (3) y posteriormente se rota el pivote (3) horizontalmente para depositar la viga (4) fuera del humedal (6) (Fig.6).

Las labores de mantenimiento del tipo: siega, cosecha, sustitución de marras y retirada de biomasa tienen lugar fuera del humedal (6) sin modificar la posición del tapiz, sometiendo así a las plantas al mínimo estrés y protegiendo al mismo tiempo el agua de la caída indeseada de biomasa.

Opcionalmente, una vez extraída la viga (4) con el tapiz, se puede apoyar el extremo libre de la misma sobre un caballete a medida. Asimismo, la elevación y regulación de la altura del pivote (3) puede llevarse a cabo manualmente o a través de un aparato motorizado.

Opcionalmente, en una realización preferente de la invención en la que los filtros vegetales están constituidos por plantas macrófitas naturalmente dotadas de aerénquima (cámaras de aire en sus tejidos), la altura del pivote (3) puede ajustarse automáticamente en sucesivas etapas durante episodios de incremento del caudal circulante y del nivel del agua gracias al empuje ejercido hacia arriba por las cámaras de aire de dichas plantas macrófitas que confieren una baja densidad a los tejidos de los filtros vegetales, frente al peso del sistema (1) de implantación, extracción y/u operación.

Alternativamente, dos o más espaciados de las varillas (5) pueden combinarse para obtener un tapiz vegetal de especies diferentes, adecuando los espaciados a las necesidades de las plantas de interés y conseguir una optimización del proceso de fitorremediación, o ampliar el espectro de tipos de aguas residuales que se pueden tratar.

Una vez descrito el objeto principal de la invención, se pasa a continuación a describir un segundo objeto principal de la invención referido a un sistema (1) al que se le añade un

módulo (7) abatible para la cosecha de biomasa aérea, que se muestra de forma esquemática en las Figuras 7A-7D del presente documento. Dicho módulo (7) comprende una segunda viga (4') de soporte, dispuesta en una región superior a la viga (4) principal del sistema (1) de la invención, que presenta preferentemente un punto de fijación al pivote (3) a modo de pasador (8), y que funciona a la vez como eje de giro vertical para poder abatir dicha viga (4'), permitiendo su inserción o extracción de la masa de agua.

En su extremo distal, la viga (4') presenta, preferentemente, un aro o medio de enganche afín (no mostrado en las figuras), del que parte un elemento de fijación (cable, alambre, varilla, etc.) a la viga (4) principal de soporte. Este aro además sirve para fijar vigas (4') contiguas con una barra pasante de aro a aro, permitiendo así levantar varios o todos los módulos (7) abatibles de un canal o humedal (6) simultáneamente.

Unida o soldada a la primera escuadra que hace la viga (4') de soporte es posible disponer, opcionalmente, una o más barras secundarias con dos funciones en estado de reposo: dar un refuerzo estructural a dicha viga (4') y servir de punto de apoyo del módulo (7) abatible.

Sobre la viga (4') se asienta, asimismo, una segunda pluralidad de varillas con forma de parrilla (5') y/o celdas poligonales de tamaño adecuado para permitir el crecimiento de tallos y hojas a través de la parrilla (5'), espaciados de forma que las hojas y fragmentos de biomasa queden retenidas sobre ella cuando caigan de manera natural, o cuando se procede a la siega o poda.

Un tercer objeto principal de la invención está basado en un sistema (1) cuyo eje principal de los medios rotantes para la extracción de la viga (4) de soporte hasta una región exterior (6') al humedal (6) artificial es un eje sustancialmente vertical para propiciar un desplazamiento vertical en dicha viga (4) principal. Dicha viga (4) está conectada a una pluralidad de varillas (5) de fijación de filtros vegetales y a un pivote (3) de apoyo conectado a tierra.

Otro objeto de la invención se refiere a una planta de tratamiento de aguas residuales que comprende al menos un humedal (6) artificial, donde se alojan uno o más sistemas (1), según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1.- Sistema (1) de implantación, extracción y/u operación de filtros vegetales de fitorremediación de aguas residuales, apto para su uso en un humedal (6) artificial, que  
5 comprende:

- una viga (4) principal de soporte configurada para su inmersión parcial o total en el humedal (6) artificial;

- una pluralidad de varillas (5) de sujeción, dispuestas como medios de fijación de los filtros vegetales, conectadas a la viga (4) principal; y

10 **caracterizado por que** el sistema comprende, asimismo,

- un pivote (3) de apoyo a tierra sustancialmente vertical, conectado a la viga (4) principal de soporte, y que comprende medios rotantes con relación a un eje principal, para la extracción de la viga (4) principal de soporte hasta una región (6') exterior al humedal (6) artificial.

15 2.- Sistema (1) según la reivindicación anterior, donde el espaciado de las varillas (5) en su conexión a la viga (4) principal de soporte es regulable para ser adaptado al tipo de filtros vegetales utilizados.

20 3.- Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una barra de sujeción secundaria y/o uno o más tirantes de soporte como refuerzo estructural.

25 4.- Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el pivote (3) de apoyo es regulable en altura, de tal forma que el sistema es configurable entre al menos:

- una primera posición con la viga (4) sumergida dentro del humedal (6) artificial:

- una segunda posición con la viga (4) por encima del nivel de agua del humedal (6):

30 - una tercera posición con la viga (4) semisumergida en el humedal (6).

35 5.- Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el eje principal de los medios rotantes, para la extracción de la viga (4) principal de soporte hasta una región (6') exterior al humedal (6) artificial, es un eje sustancialmente vertical o un eje sustancialmente horizontal para propiciar, respectivamente, un desplazamiento horizontal o vertical en dicha viga (4) principal.

5 6.- Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende una segunda viga (4') de soporte conectada a una segunda pluralidad de varillas en forma de parrilla (5'), configurada para disponer los tallos de los filtros vegetales en una determinada orientación e impedir que la biomasa aérea caiga al humedal (6).

7.- Planta de depuración que comprende al menos un humedal (6) artificial, donde se alojan uno o más sistemas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10 8.- Método de tratamiento de aguas residuales mediante filtros vegetales de fitorremediación en un humedal (6) artificial, que se realiza por medio de un sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-6 o de una planta según las reivindicación 7, y **caracterizado por que** comprende la realización de las siguientes etapas:

- 15
- se fijan los filtros vegetales a las varillas (5) del sistema (1);
  - se sumerge la viga (4) con las varillas (5) y los filtros vegetales en el interior del humedal (6) artificial;
  - se mantienen los filtros vegetales sumergidos durante un periodo de tiempo para la realización de fitorremediación del agua residual.

20

9.- Método de tratamiento de aguas residuales según la reivindicación anterior, donde adicionalmente se extraen del humedal (6) las varillas (5) y los filtros vegetales hasta una región (6') exterior al humedal (6) y se procede al mantenimiento de los filtros vegetales.

25

10.- Método de tratamiento de aguas residuales según la reivindicación anterior, donde permaneciendo las varillas (5) y los filtros vegetales en la región (6') exterior del humedal (6), se retira la biomasa existente desde fuera del humedal (6).

30

11.- Método de tratamiento de aguas residuales según las reivindicaciones 9 y 10, donde se realizan operaciones de mantenimiento en el interior del humedal (6).

35 12.- Método de tratamiento de aguas residuales según las reivindicaciones anteriores 8-11 donde además el espaciado de las varillas (5) se ajusta en sucesivas etapas para la adecuación de la densidad de los filtros vegetales con una mejor labor de filtrado vegetal del agua residual.

13.- Método de tratamiento de aguas residuales según las reivindicaciones anteriores 8-12, donde además la altura del pivote (3) se ajusta en sucesivas etapas para la adecuación de la altura de los filtros vegetales con relación a la superficie del agua del humedal (6) según las características del agua a tratar y del tipo de filtros vegetales.

14.- Método de tratamiento de aguas residuales según las reivindicaciones anteriores 8-13 donde los filtros vegetales están constituidos por plantas macrófitas, donde además la altura del pivote (3) se ajusta automáticamente en sucesivas etapas durante episodios de incremento del caudal circulante y del nivel del agua gracias al empuje ejercido hacia arriba por las cámaras de aire de dichas plantas macrófitas que confieren una baja densidad a los tejidos de los filtros vegetales, frente al peso del sistema (1) de implantación, extracción y/u operación.

15.- Método de tratamiento de aguas residuales según las reivindicaciones anteriores 8-14, donde el sistema (1) comprende una segunda viga (4') de soporte conectada a una segunda pluralidad de varillas en forma de parrilla (5') y donde, adicionalmente:

- se siega la parte aérea de los filtros vegetales a un nivel por encima de la superficie de la parrilla (5');

- se extrae dicha segunda viga (4') de soporte a una región externa (6') del humedal (6) mediante un abatimiento vertical de dicha viga (4') para la cosecha de la biomasa aérea de los filtros vegetales.



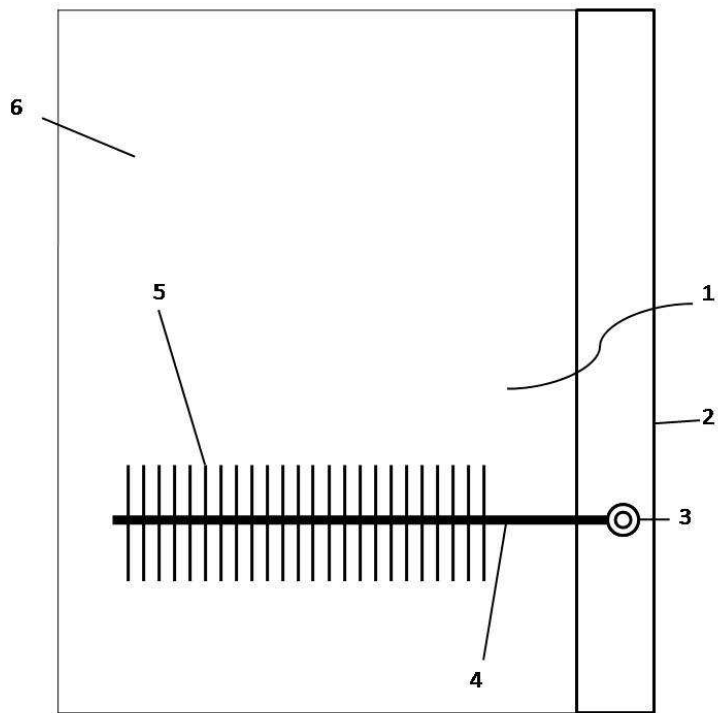


FIG. 1

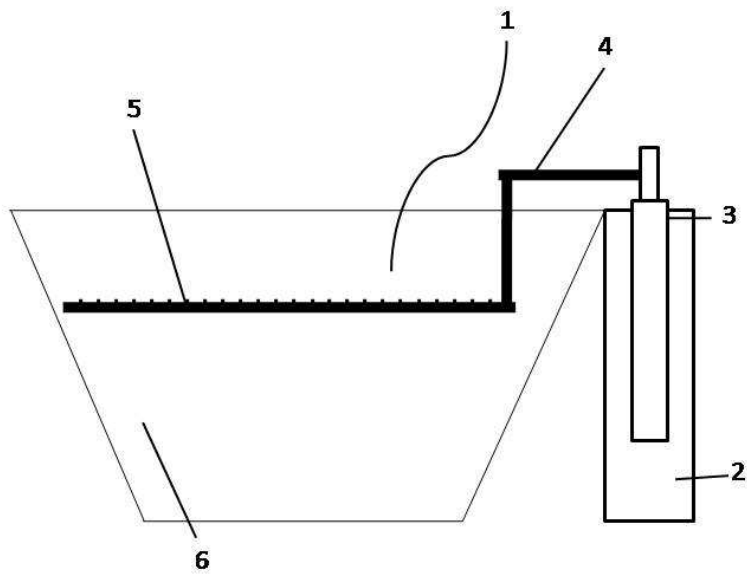


FIG. 2

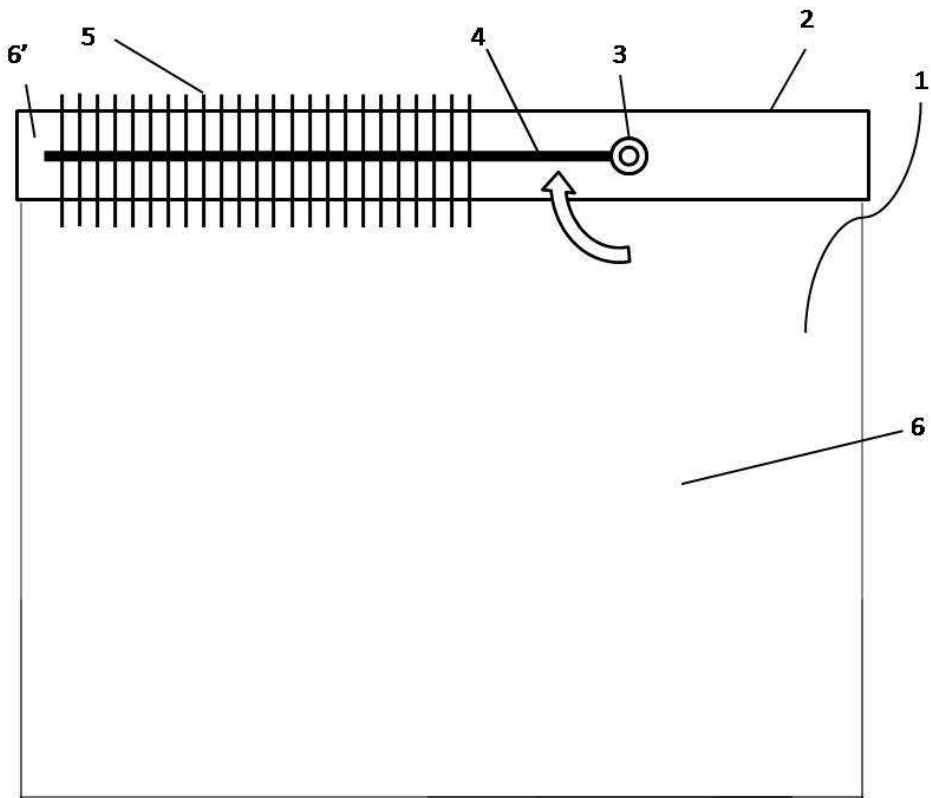


FIG.3

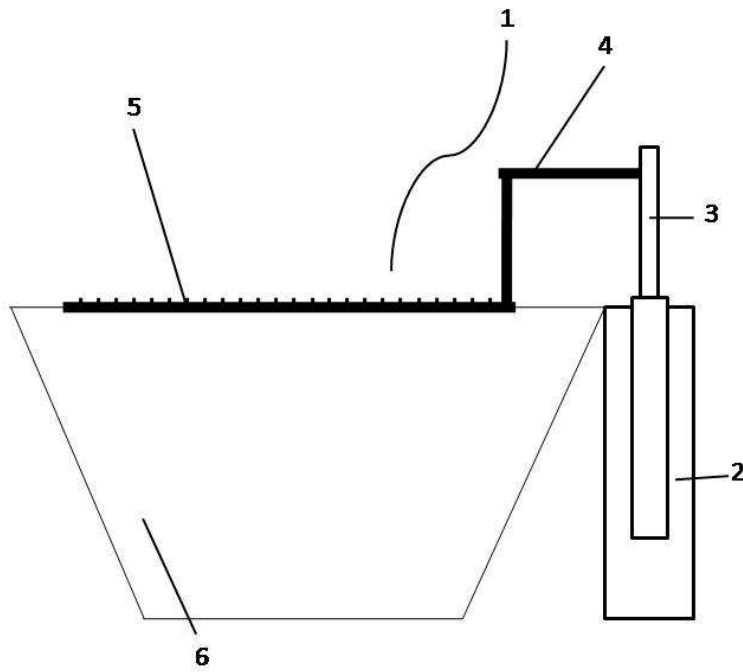


FIG.4

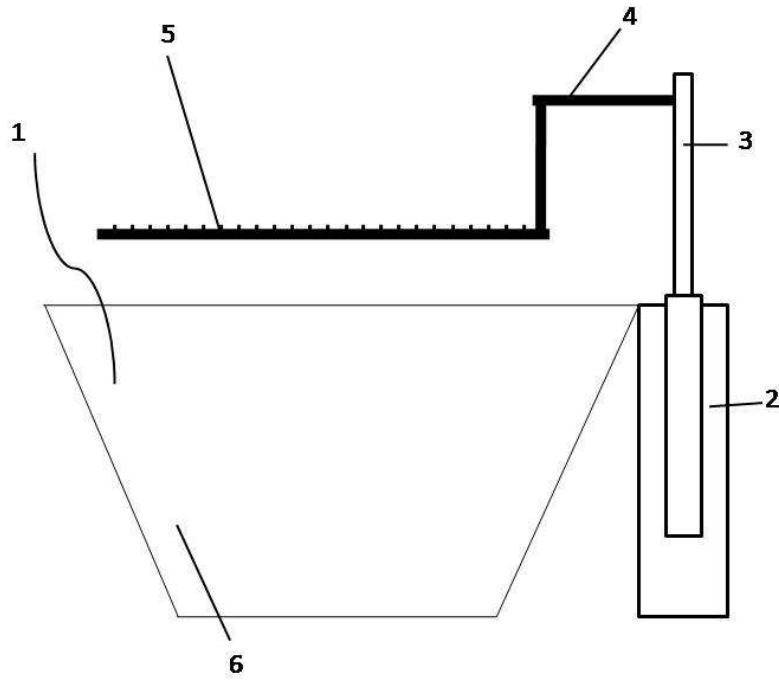


FIG. 5

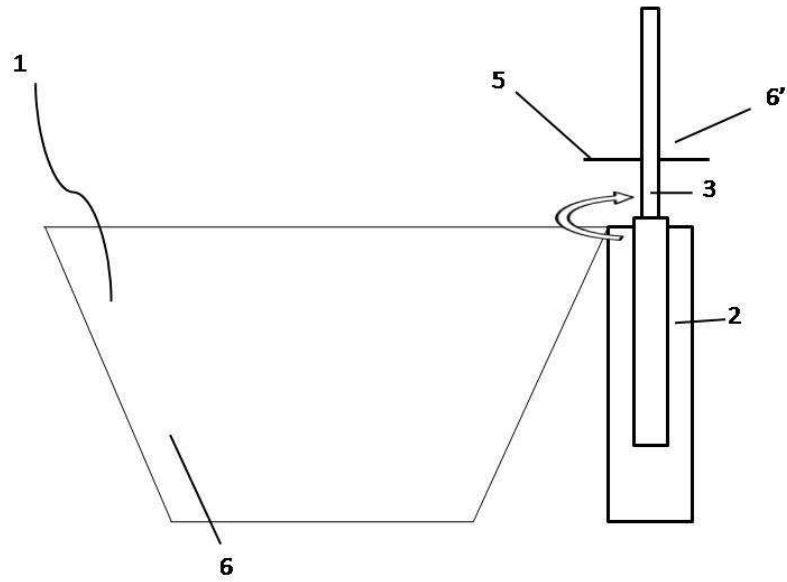


FIG. 6

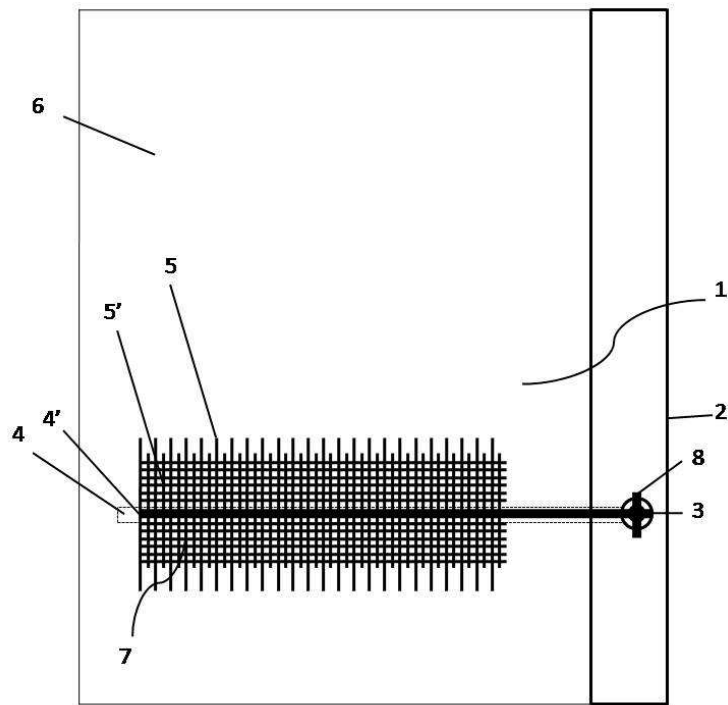


FIG. 7A

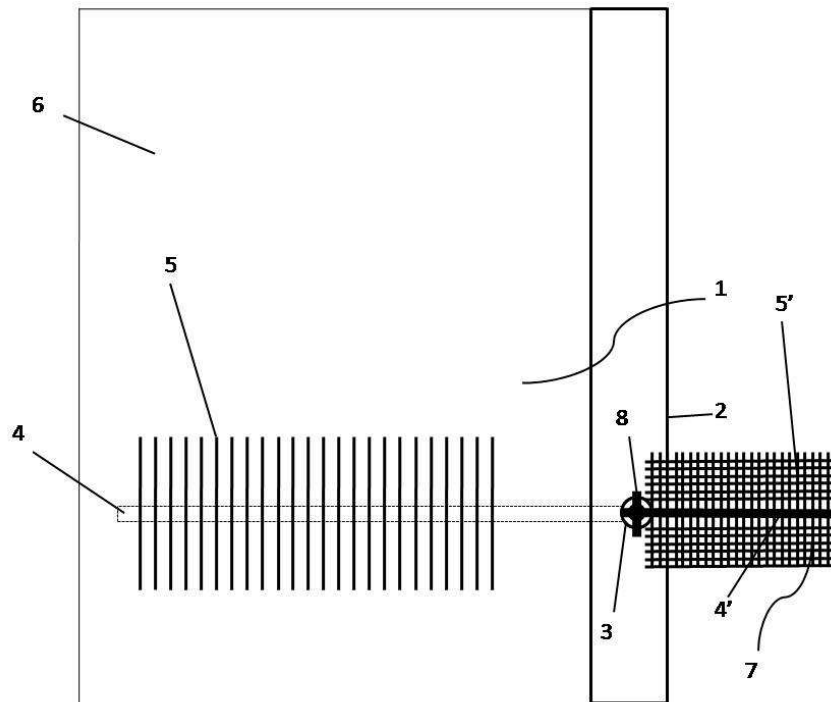


FIG. 7B

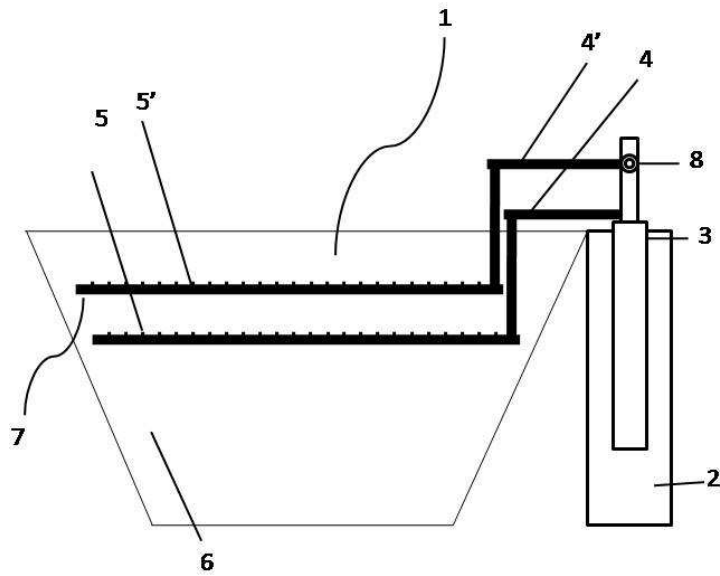


FIG. 7C

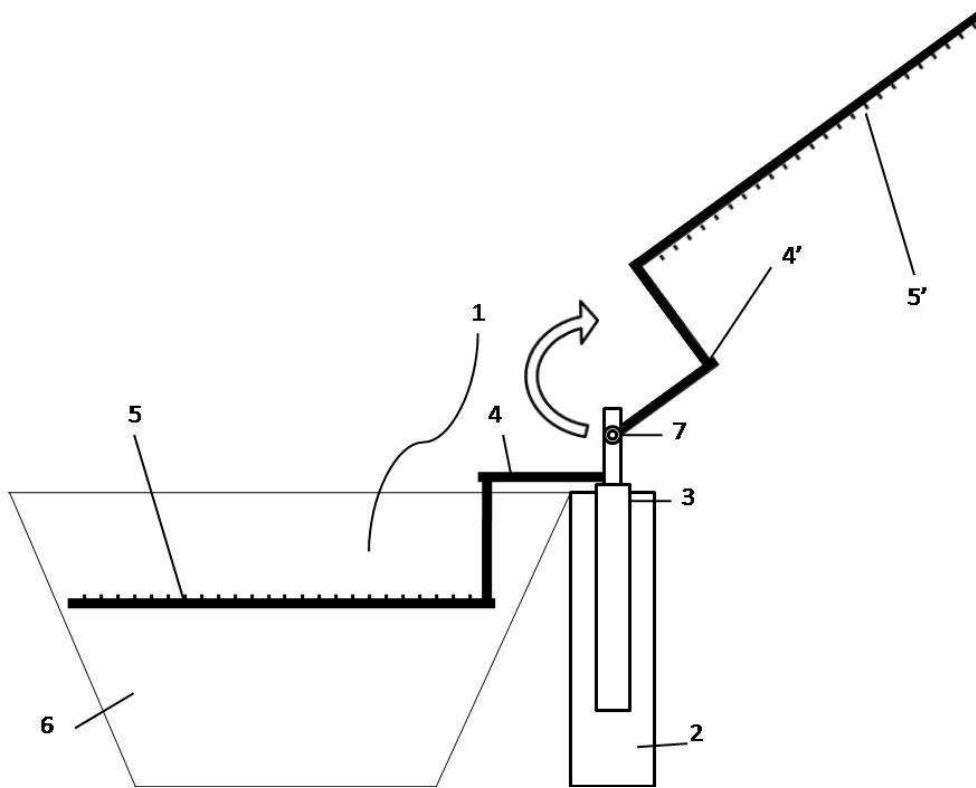


FIG. 7D