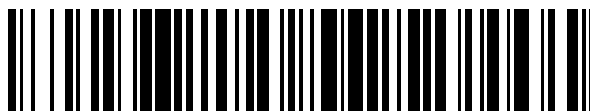


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 824**

51 Int. Cl.:

C02F 1/44	(2006.01)
B01D 63/08	(2006.01)
B01D 63/16	(2006.01)
C02F 101/16	(2006.01)
C02F 103/06	(2006.01)
C02F 103/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2011 PCT/EP2011/050184**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11083148**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2011 E 11701631 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2521606**

54 Título: **Sistema de accionamiento para un dispositivo de filtración por membrana**

30 Prioridad:

08.01.2010 DE 202010000751 U

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

28.02.2018

73 Titular/es:

**BIG DUTCHMAN INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)
Auf der Lage 2
49377 Vechta, DE**

72 Inventor/es:

**WESSELMANN, REINHOLD y
SCHWARZ, ARMIN**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 656 824 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

Sistema de accionamiento para un dispositivo de filtración por membrana

5 La invención se refiere a un dispositivo de filtración por membrana que comprende una pluralidad de elementos de filtro de membrana planos que están conectados para formar un paquete de membranas y están dispuestos paralelamente y espaciados entre sí dentro del paquete de membranas, una pared que rodea el paquete de membranas por todos los lados, dentro de la cual está formado al menos un espacio de entrada que se encuentra corriente arriba de los elementos del filtro de membrana, que se comunica con al menos una abertura de entrada
10 para suministrar un líquido para su filtración, y al menos un espacio de salida situado corriente abajo de los elementos de filtro de membrana, que se comunica con al menos una abertura de salida para descargar una parte filtrada del líquido resultante de la filtración, una unidad de vibración, que está conectada con el paquete de membranas y la pared, para permitir que vibren en una dirección, que discurre paralelamente a los elementos del filtro de membrana. Otro aspecto de la invención es un procedimiento para la separación de aguas residuales
15 contaminadas biológicamente en el ámbito agrícola.

Un problema central de la agricultura moderna es el tratamiento de las aguas residuales contaminadas. Debido al aumento de los requisitos ambientales, los procedimientos previamente generalizados, tales como la aplicación a gran escala de dichas aguas residuales contaminadas a los campos debido a la alta contaminación de nitrato
20 asociada de las aguas subterráneas, son muy limitadas o inexistentes. Por lo tanto, se requieren procedimientos para tratar dichas aguas residuales contaminadas de manera eficiente, de manera que cumplan con las mayores exigencias ambientales e, idealmente, se puedan eliminar como aguas residuales normales.

Para lograr esto, por ejemplo, es posible tratar las aguas residuales en una planta depuradora. Esto se asocia, sin embargo, con un gasto elevado en equipos, por lo tanto, es costoso y requiere mucho mantenimiento. Por lo tanto, el tratamiento en una planta depuradora no representa ninguna forma económica de tratar las aguas residuales contaminadas biológicamente y producidas en la agricultura.
25

En principio, se conoce de otro campo técnico, del documento US 4,952,317, una tecnología de filtración que se puede usar a escala de laboratorio para el tratamiento de suspensiones coloidales. En este caso se trata de un dispositivo de filtración por membrana en el que se hace vibrar un paquete de membranas compuesto por una pluralidad de membranas dispuestas en paralelo, cuyo sentido de vibración es paralelo a la superficie de las membranas. Como resultado, se genera una fuerza de cizallamiento entre la superficie de la membrana y la suspensión coloidal que se va a filtrar, lo que evita la obstrucción de la membrana con partículas sólidas y permite,
30 de esa manera, una cierta duración del funcionamiento de la operación de filtración.
35

El inventor del presente dispositivo y del presente procedimiento ha reconocido que este principio de filtración por membrana, en principio, también es adecuado para filtrar aguas residuales contaminadas con contaminantes biológicos en el sector agrícola. Sin embargo, han surgido problemas en la aplicación del dispositivo que se describe en el documento US 4,952,317, que no permitieron un funcionamiento eficiente del dispositivo para este tipo de aguas residuales. Para el dispositivo que se muestra en ese documento, se describen diferentes posibilidades para hacer que vibre el paquete de membranas. Éstas incluyen vibraciones recíprocas traslacionales o circulares, que se ejercen directamente sobre el paquete de membranas mediante sistemas de accionamiento. Estos sistemas de accionamiento son actuadores de torsión con una cinemática rígida o resonadores torsionales electromecánicos.
40 Están conectados de manera rígida con el paquete de membranas, de tal manera que una vibración generada dentro de estas unidades de vibración debe transmitirse directamente al paquete de membranas. Se ha demostrado que esto no logra una filtración de membrana eficiente de aguas residuales contaminadas biológicamente en el ámbito agrícola, dado que o bien el consumo de energía para la filtración por membrana es demasiado alto o el tiempo de funcionamiento del dispositivo de filtración por membrana entre un cambio necesario de todos los filtros
45 de membrana es demasiado corto.
50

Del documento US 6,322,698 B1 se conoce otro dispositivo de filtración por membrana, que presenta un paquete de membranas que vibra mediante un mecanismo de accionamiento para reforzar la filtración. Mientras que también en esta publicación preliminar se describe un sistema adecuado para la filtración de aguas residuales contaminadas biológicamente en el ámbito agrícola según un párrafo basado en la invención, la publicación no proporciona ninguna indicación de cómo este sistema podría ser reproducido para permitir una operación económicamente eficiente en la filtración por membrana de dichas aguas residuales.
55

Del documento US 7,297,278B2 se conoce un dispositivo de filtración por membrana del que se supone que consigue separar metales y agua si se agregan precipitadores. Una desventaja de este dispositivo, sin embargo, es
60

la adición requerida de precipitadores, lo que hace que sea difícil llevar a cabo el procedimiento de forma continua y también reduce la eficiencia económica del procedimiento debido a la adición requerida de productos consumibles en forma de agentes precipitantes.

- 5 A partir del documento US 4,289,630 se conoce un filtro de presión que presenta un colector con tubos de filtro conectados con el mismo. Un colector de salida está conectado con estos tubos de filtros y cargado por resorte. El colector de salida vibra a lo largo de un eje vertical para desalojar la torta de filtrado de los tubos del filtro.

El documento KR 2003 001 2 6721 2 da a conocer un procedimiento para la depuración de aguas residuales de la ganadería contaminadas biológicamente. En este caso, se usa un dispositivo de filtración por membranas VSEP.

Por lo tanto, un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo para depurar aguas residuales contaminadas biológicamente en el ámbito agrícola, que se pueda hacer funcionar de una manera económicamente eficiente.

- 15 Este objetivo se logra con un dispositivo del tipo mencionado anteriormente, en el que se conecta la unidad de vibración a un bastidor que rodea el paquete de membranas y que está conectado con la pared del paquete de membranas mediante al menos un resorte, extendiéndose la dirección principal de la acción del resorte paralelamente al plano del filtro de membrana.
- 20 Al menos un resorte puede ser particularmente un resorte helicoidal que se extiende paralelamente al plano de los elementos del filtro de membrana. Alternativamente, se pueden usar resortes de lámina, resortes helicoidales, resortes de disco o similares.

Con el dispositivo de filtración por membrana según la invención, se propone un refinamiento de los dispositivos de filtración de membrana conocidos, que permite una vibración eficiente del paquete de membranas incluso con diferentes estados de carga mediante un diseño específico y el acoplamiento de la unidad de vibración al paquete de membranas. En este caso, el consumo de energía que se debe emplear para la vibración, es en comparación con los dispositivos conocidos, significativamente menor con un aumento de la amplitud de la vibración al mismo tiempo. Una característica técnicamente relevante, por tanto, es el uso de uno o más resortes, que acoplan el paquete de membranas con un bastidor externo que rodea el paquete de membranas. La unidad de vibración a su vez está conectada al bastidor. Mediante este tipo de acoplamiento se evita un acoplamiento rígido entre la unidad de vibración y el paquete de membranas. En cambio, el propio paquete de membranas está formado junto con al menos un resorte como un sistema de vibración que tiene una frecuencia de resonancia. Esta frecuencia de resonancia se forma según la invención de tal manera que con ella se consigue una estructura particularmente efectiva de las fuerzas de cizallamiento sobre las superficies de la membrana y, por lo tanto, la filtración por membrana puede tener lugar de una manera particularmente efectiva.

Según la invención, se proporciona una pluralidad de resortes cuya dirección de la aplicación de la fuerza discurre paralelamente al plano de los elementos de filtro de membrana, en particular, extendiéndose los resortes paralelamente al plano de los elementos de filtro de membrana y estando conectados en un extremo con la pared del paquete de membranas, en la que los resortes están divididos en al menos un primer conjunto y un segundo conjunto de resortes y dentro de cada conjunto de resortes todos los resortes se extienden paralelamente entre sí y el sentido de los resortes de un conjunto discurre de forma oblicua, preferentemente, de forma perpendicular al sentido del resorte del otro conjunto. Con este refinamiento, se mejora el principio según la invención adicionalmente en el sentido de que, al proporcionar una pluralidad de resortes, que se dividen en al menos dos conjuntos, puede mejorarse la guía del paquete de membranas en la dirección de vibración deseada mediante los resortes o incluso proporcionarse íntegramente. Debe entenderse que los resortes de un conjunto pueden estar dispuestos paralelos uno al lado del otro en un plano o en varios planos entre sí. Debido a la disposición y distribución de los resortes se puede, por un lado, producir un sistema determinado mecánicamente, que ejecuta una vibración en una dirección y amplitud definida.

Básicamente, debe entenderse que para la realización de las ventajas y los efectos según la invención se pueden usar resortes de diferentes diseños. De este modo, por ejemplo, se pueden usar preferentemente resortes helicoidales, en los que la dirección de la aplicación de la fuerza corresponde al efecto de fuerza de la dirección de extensión de los resortes. De forma alternativa, sin embargo, se pueden usar otros tipos de resortes, tales como resortes de lámina, resortes de disco o similares, que también tienen una dirección de aplicación de fuerza rectilínea o una dirección de aplicación de fuerza aproximadamente rectilínea. Finalmente, también es posible utilizar tipos de resorte que tengan un efecto de fuerza de torsión alrededor de un eje como, por ejemplo, resortes espirales o resortes de barra de torsión, que en consecuencia requieren un enlace mecánico correspondiente para ser utilizados en el dispositivo según la invención.

Además, por una disposición paralela del resorte se debe entender, en particular, una disposición paralela de las líneas de acción de la fuerza de los resortes en el paquete de membranas, teniendo en cuenta opcionalmente los mecanismos de desviación correspondientes. Los resortes también se pueden alinear espacialmente en paralelo, pero en ciertos tipos de resorte también pueden estar dispuestos en sentido espacial de manera diferente.

Al colocar los resortes de los dos conjuntos en un ángulo de 90° entre sí, se puede lograr un movimiento de vibración definido con una amplitud constante. Si, por otro lado, los dos conjuntos están colocados en una disposición oblicua que se desvía de esta, se puede formar un sistema mecánico reiteradamente indefinido, que ejecuta vibraciones de diferentes amplitudes en secuencias sucesivas de vibración. Dependiendo del tipo de aguas residuales que deban ser tratadas, en particular, dependiendo de la densidad de las aguas residuales y su contaminación con partículas sólidas, puede resultar preferente una u otra disposición de los conjuntos de resortes entre sí. En particular, es preferible dividir los resortes helicoidales en un total de cuatro conjuntos, dos conjuntos paralelos y espaciados entre sí y cada conjunto en un ángulo de 90° con respecto a otro conjunto, de manera que los conjuntos formen un rectángulo en sección transversal.

Además, es preferible que la constante de resorte y la longitud, así como el número de resortes y la unidad de vibración, estén sintonizados con la masa del paquete de membranas de tal manera que la unidad de vibración pueda hacer que el sistema de vibración formado por al menos un resorte y el paquete de membranas vibre en una de sus frecuencias de resonancia. Este tipo de configuración permite que el paquete de membranas vibre a una frecuencia de resonancia, con lo que se consigue un consumo de energía particularmente bajo para lograr una amplitud de vibración particularmente alta.

Es de especial preferencia que la tensión inicial, la constante del resorte, el número efectivo y/o la longitud efectiva de los resortes entre el bastidor y el paquete de diafragma sean ajustables para poder ajustar la frecuencia de resonancia del sistema de vibración formado por al menos un resorte y el paquete de membranas. A través de este refinamiento, se puede ajustar una frecuencia de resonancia especialmente efectiva para la filtración por membrana, y esto se puede hacer durante el funcionamiento de tal manera que las características de vibración se puedan ajustar dependiendo de diferentes condiciones de carga, por ejemplo, causadas por diferentes cantidades o densidades del medio que se pretende filtrar. Esto se puede realizar de la forma más sencilla mediante el acoplamiento o desacoplamiento de resortes. En otra configuración, se puede modificar la longitud efectiva de los resortes mediante bloqueo parcial. Debe entenderse que las diferentes opciones para establecer una frecuencia de resonancia deseada del sistema de vibración se pueden lograr, por una parte, mediante medidas individuales de la manera descrita anteriormente o mediante una combinación de dichas medidas.

Además, es preferible que el paquete de membranas esté suspendido dentro del bastidor mediante elementos de tensión, preferentemente cables de alambre, que transmitan el peso del paquete de membranas al bastidor. Con esta configuración, se proporciona para el efecto de resonancia deseado un tipo de carga para el paquete de membranas, que también permite para fines de mantenimiento un traslado del paquete de membranas desde el bastidor y un desmontaje sencillo. Los elementos de tensión pueden extenderse, en particular, desde el borde superior del paquete de membranas hasta los puntales del bastidor suprayacentes. Por un lado, la suspensión del elemento de tensión puede permitir un movimiento de vibración resonante en el plano deseado a través de los puntos de suspensión correspondientes y las longitudes del elemento de tensión. Por otro lado, el efecto amortiguador de dicha suspensión del elemento de tensión es despreciable en el uso práctico, lo que permite una suspensión duradera y al mismo tiempo un consumo de energía bajo para la vibración.

El dispositivo de filtración por membrana según la invención puede refinarse adicionalmente mediante uno o más elementos de amortiguación dispuestos en el lado inferior del bastidor para colocar el dispositivo de filtración por membrana sobre una superficie de suelo. En este contexto, se entenderá por elementos de amortiguación un elemento que no presente un comportamiento puramente elástico, sino al menos viscoelástico, es decir, en particular una rigidez que depende de la velocidad de deformación. Con esta configuración, es posible, en particular, colocar el dispositivo de filtración por membrana según la invención sobre una superficie de suelo sin que haya interferencias en dispositivos contiguos como resultado de las vibraciones del paquete de membranas.

Además, es preferible que el dispositivo de vibración comprenda un motor que impulse un eje sobre el cual está colocado un peso excéntrico y que el motor esté conectado con el bastidor, preferentemente a través de una conexión cuya constante de resorte sea en al menos una, preferentemente varias órdenes de magnitud más rígida que la constante de resorte de al menos un resorte o la suma de resortes entre el bastidor y el paquete de membranas. Con una configuración de este tipo, se suscita una vibración de manera rentable en términos de solidez, construcción y tecnología de fabricación. El motor junto con el peso excéntrico está en este caso conectado

de forma rígida con el bastidor. Debe entenderse que la rigidez de la conexión rígida entre el motor y el bastidor debe considerarse en relación con la rigidez de la conexión entre el paquete de membranas y el bastidor. En esta relación, es preferible que la constante de error sea en un orden de magnitud, en particular, en varios órdenes de magnitud más rígida en la conexión entre el bastidor y el dispositivo de vibración que en la conexión entre el bastidor y el paquete de membranas. En principio, debe entenderse que esta relación de rigidez y la relación que se establece con dicha definición de una conexión rígida se pueden aplicar para cualquier tipo de acoplamiento de un dispositivo de vibración al bastidor.

Según otra realización preferente de la invención, al menos un resorte, o preferentemente todos los resortes entre el bastidor y el paquete de membranas están pretensados a presión. Mediante este refinamiento, se consigue, por un lado, que los resortes no se desvíen de una carga de compresión hacia una carga de tracción, incluso con un movimiento relativo entre el paquete de membranas y el bastidor debido a la vibración inducida y que atraviesen un punto neutro en forma de su longitud nominal, por lo que se produciría un comportamiento de vibración inquieto en general. Además, una tensión inicial de los resortes tiende a dar como resultado una frecuencia de resonancia más alta, ya que actúan fuerzas superiores entre el bastidor y el paquete de membranas.

Además, es preferible que el dispositivo de vibración comprenda un motor que accione un eje sobre el que está colocado un peso excéntrico, cuya excentricidad es ajustable para ajustar la amplitud de la vibración del paquete de membranas. El ajuste de la excentricidad de un peso excéntrico, es decir, el ajuste de diferentes distancias radiales del centro de gravedad del peso desde el eje de rotación proporciona una manera eficiente de ajustar la amplitud de vibración y, por lo tanto, el nivel de las fuerzas de cizallamiento entre el medio pendiente de depuración y las superficies de membrana del paquete de membranas. En particular, la excentricidad también se puede ajustar con el propósito de ajustar velocidades de motor más altas o más bajas. Debe entenderse que la capacidad de carga total del dispositivo solo permite hasta ciertos límites un aumento en la excentricidad y al mismo tiempo un aumento o mantenimiento de la velocidad del motor. Para no exceder la resistencia a la fatiga del dispositivo de filtración, se puede obtener una velocidad máxima para cada excentricidad según el diseño y el dimensionamiento del componente mediante una curva de Wöhler. Como parte de estas posibilidades de ajuste, se puede modificar, para lograr una determinada frecuencia de resonancia y amplitud de vibración, la excentricidad del peso y posiblemente también la velocidad del motor.

Las configuraciones con un motor con un eje de peso excéntrico pueden refinarse adicionalmente de manera que el eje que se extiende perpendicularmente al plano de los elementos de filtro de membrana. En esta configuración, las fuerzas de vibración generadas por el movimiento del peso excéntrico alrededor del eje se orientan directamente, de manera que actúan en un plano paralelo a los elementos de filtro de membrana, por lo que una excitación de vibración inmediata en la dirección deseada puede ser particularmente efectiva.

Finalmente, el dispositivo de filtración por membrana según la invención puede refinarse adicionalmente transfiriendo el peso del paquete de membranas a uno o más puntos en el bastidor, que se encuentran en la dirección de gravedad por encima del centro de masa del elemento de filtro de membrana. Mediante esta configuración, se logra una transferencia de peso estructuralmente ventajosa del paquete de membranas al bastidor, que se opone al efecto de amortiguación del movimiento de vibración deseado del paquete de membranas y al mismo tiempo permite una fácil fabricación y montaje del dispositivo de filtración por membrana según la invención.

Finalmente, es aún más preferible que el dispositivo de vibración esté unido a un lado del bastidor y que en el lado opuesto se encuentre un contrapeso unido de forma rígida al bastidor, cuya masa corresponda preferentemente a la masa del dispositivo de vibración. Al acoplar el dispositivo de vibración a un lado del bastidor y unir un contrapeso de manera rígida en el lado opuesto del bastidor, preferentemente en la masa del dispositivo de vibración, el comportamiento de vibración del bastidor y con ello la generación de la vibración de resonancia del paquete de membranas se optimizan de forma efectiva y al mismo tiempo se evitan daños en el bastidor por la vibración permanente. La conexión rígida del contrapeso puede efectuarse en este caso preferentemente por soldadura directa o atornillado. Tanto el dispositivo de vibración como el contrapeso pueden constituirse preferentemente para ser ajustables en altura para poder coordinar el efecto de vibración del dispositivo de vibración y la acción de masas del contrapeso sobre el estado de carga del paquete de membranas, su disposición en el bastidor y el comportamiento de vibración del bastidor.

Otro aspecto de la invención es el uso de un dispositivo de filtración por membrana del tipo descrito anteriormente para la filtración por membrana de aguas residuales contaminadas biológicamente resultantes de la ganadería. Este aspecto de la invención se basa en el descubrimiento de que los dispositivos de filtración por membrana utilizados hasta ahora esencialmente a escala de laboratorio, con una configuración y adaptación adecuadas, también son aptos para fines de depuración industrial en el sector agrícola y, en particular, para la depuración de aguas

residuales contaminadas biológicamente.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se propone un procedimiento para la depuración de aguas residuales de la ganadería contaminadas biológicamente, que comprende las etapas de:

- 5
- Suministro de agua residual a una o más entradas/salidas corriente arriba de varios elementos de filtro de membrana
 - Filtrado de aguas residuales mediante elementos de filtro de membrana,
- 10
- Vaciado de las aguas residuales filtradas de un área/espacio de salida corriente abajo de los elementos de filtros de membrana,

y que se caracteriza particularmente porque los elementos de filtro de membrana vibran y su dirección de vibración es paralela al plano de los elementos del filtro de membrana. El procedimiento de la invención se basa en el descubrimiento de que las aguas residuales de la ganadería contaminadas biológicamente se pueden filtrar de manera particularmente eficiente con una pluralidad de elementos de filtro de membrana, si los elementos de filtro de membrana vibran de manera particularmente efectiva y eficiente y con ello se generan fuerzas de cizallamiento entre las aguas residuales que se van a depurar y los elementos del filtro de membrana. Debe entenderse que las vibraciones pueden transferirse en principio a los elementos de filtro de membrana de cualquier manera constructiva, en particular, por excitación directa desde una fuente de vibración rígida acoplada a los elementos de filtro de membrana.

Sin embargo, es particularmente preferente que los elementos de filtro de membrana vibren mediante un dispositivo de vibración, preferentemente un desequilibrio giratorio, que está conectado con un bastidor que rodea los elementos de filtro de membrana de manera resistente a la vibración, y que la vibración se transmita desde el bastidor a los elementos de filtro de membrana, preferentemente a través resortes pretensados a presión. Con este refinamiento, se utiliza una forma de excitación vibratoria particularmente eficiente y económica para la aplicación especificada para el procedimiento según la invención, que también permite filtrar aguas residuales altamente contaminadas con un alto contenido de partículas sólidas.

En definitiva, es particularmente preferente que la frecuencia de resonancia del sistema de vibración formado por los resortes y los elementos de filtro de membrana se ajuste ajustando la tensión inicial, la constante de resorte, el número efectivo y/o la longitud efectiva de los resortes entre el bastidor y el paquete de membranas. Con este refinamiento se consigue que, al ajustar los parámetros relevantes para la vibración, se logre una frecuencia de resonancia del sistema de vibración del paquete de membranas y los resortes, que sostienen este paquete de membranas dentro del bastidor en la dirección de la vibración. Como resultado, se puede lograr un efecto de vibración muy alto con un consumo de energía reducido al máximo.

Mediante las figuras adjuntas, se describe un modo de realización preferente del dispositivo de filtración por membrana según la invención. En estas se muestra:

Figura 1 una vista en perspectiva de un primer modo de realización del dispositivo de filtración por membrana según la invención desde atrás-arriba en diagonal,

Figura 2 una vista en perspectiva de un primer modo de realización del dispositivo de filtración por membrana según la invención desde atrás-arriba en diagonal,

Figura 3 una vista en perspectiva del dispositivo de filtración por membrana según la Fig.2 desde atrás en diagonal, y

Figura 4 una vista en planta desde arriba de dispositivo de filtración por membrana según la invención, según la Fig. 2, en corte horizontal.

Con respecto a las figuras, las dos realizaciones difieren únicamente en la manera de unir un contrapeso y una carcasa del motor a un bastidor y, en un principio, se describen juntas a continuación en lo referente a sus similitudes. El dispositivo de filtración por membrana según la invención está colocado sobre una placa de base 10, que puede mantenerse mediante una pluralidad de perfiles de doble T a una distancia por encima del suelo y anclarse atornillando los perfiles de doble T con el suelo sobre el mismo.

En la parte superior de la placa de base 10, se fija un bastidor cúbico 20 mediante elementos de vibración 31-34. El bastidor cúbico 20 presenta en su cara inferior cuatro perfiles soldados en un rectángulo, en particular, en un cuadrado, que preferentemente está realizado como perfil L 21-24. Los elementos de vibración 31-34 se utilizan en las respectivas zonas de esquina del cuadrado formado a partir de los perfiles L 21-24 en la parte inferior, como
 5 elementos elásticos de goma 31-34, entre la placa de base 10 y los elementos de perfil L y se atornillan en ambos lados con estos.

Desde cada esquina del cuadrado formado por los perfiles L 21-24 discurre en sentido vertical en cada caso un perfil de bastidor 41-44 hasta una placa de cubierta superior 50, que a su vez están soldados a cuatro perfiles 51-54 que
 10 forman un cuadrado. Los extremos superiores de los perfiles del bastidor 41-44 están soldados a los perfiles 51-55 en las zonas de esquina de este cuadrado.

Dentro del bastidor, se coloca un paquete de membranas 60, formado por los perfiles L inferiores y superiores combinados para formar el cuadrado y los perfiles de bastidor 41-44. El paquete de membranas 60 está formado por
 15 una pluralidad de placas portadoras de membrana idénticas, que se apilan una encima de otra y se ensamblan mediante una tensión que discurre en sentido vertical. Como resultado, los bastidores portadores de membrana forman una pared del paquete de membranas, que cierra el paquete de membranas hacia todos los lados. Una placa de base inferior y una cubierta superior cierran el paquete de membranas hacia arriba o hacia abajo. Dentro de cada bastidor portador de membrana se encuentran dispuestos dos elementos de filtro de membrana, paralelos y
 20 espaciados entre sí, que incluyen un espacio de entrada entre ellos. Entre el elemento de filtro de membrana superior de un bastidor de soporte de membrana y el elemento de filtro de membrana inferior de un bastidor de soporte de membrana adyacente situado encima del mismo está colocado un espacio de salida. Todos los elementos de filtro de membrana del paquete de membranas están dispuestos en paralelo y espaciados entre sí, y alineados de tal manera que la dirección de extensión de los perfiles de bastidor 41-44 es perpendicular al plano de
 25 los elementos de filtro de membrana. De esta manera, el paquete de membranas forma una pluralidad de espacios de entrada, que están entre sí en comunicación directa de fluidos y están conectados con una abertura de entrada formada en el paquete de membranas. Además, el paquete de membranas contiene una pluralidad de espacios de salida, que a su vez están entre sí en comunicación directa de fluidos y están conectados con una abertura de salida formada en el paquete de membranas. Los espacios de entrada y salida están conectados indirectamente entre sí a
 30 través de los elementos de filtro de membrana, de forma que el fluido puede pasar del espacio de entrada al espacio de salida a través de un elemento de filtro de membrana. La configuración de los elementos de filtro de membrana y el paquete de membranas formado por ellos puede corresponder particularmente a los que se describen en los documentos US 4,952,317 o US 6,322,698; estas publicaciones están plenamente incluidas en el contenido de la descripción a este respecto.

35 El paquete de membranas 60 está colocado en una carcasa de membranas que está realizada como un tubo cilíndrico, se extiende a lo largo de un eje de simetría vertical y, por lo tanto, presenta una sección transversal redonda en un plano horizontal. Los listones laterales 61-64 que discurren verticalmente están colocados en la circunferencia exterior de la carcasa de membranas, que se distribuyen alrededor de la circunferencia de la carcasa
 40 de membranas en un ángulo de 90° entre sí y se extienden a lo largo de toda la longitud del tubo. En principio, debe entenderse que la sección transversal interna de la carcasa de membranas, en la que está colocado el paquete de membranas debe corresponderse con el contorno de la membrana y, por lo tanto, puede estar formada con una sección transversal rectangular en el caso de un contorno de membrana rectangular. En la parte superior e inferior, la carcasa de membranas está cerrada por una placa cuadrada rectangular. En sentido vertical, la carcasa de
 45 membranas y, por lo tanto, el paquete de membranas 60 se extiende a lo largo de una longitud más corta que los perfiles de bastidor 41-44. El paquete de membranas 60 está girado de esa manera unos 45° alrededor del eje vertical en relación con la posición de los listones laterales 61-64 frente al bastidor, y está colocado dentro del bastidor de manera que los listones laterales 61-64 del paquete de membranas 60 se encuentren exactamente entre los dos perfiles de bastidor 41-44. Como se ve en la Fig. 2, los perfiles de bastidor 41-44 y una sección transversal
 50 concebida mediante la unión de los listones laterales forman una sección transversal horizontal de un cuadrado con un rombo en el interior.

Cada listón lateral 61-64 presenta una trabilla que apunta hacia afuera y está colocada en un ángulo de 90° con respecto a las superficies exteriores del paquete de membranas, es decir, en un plano radial.

55 Los listones laterales 61-64 de la carcasa de membranas están provistos de una pluralidad de perforaciones, en los que se fija y atornilla un perno guía en cada caso, que se extiende en sentido horizontal paralelamente al nivel del elemento de filtro de membrana.

60 En el ejemplo de realización, cada perfil de bastidor 41-44 está realizado como un perfil L y también lleva una

pluralidad de perforaciones en cada lado de la L. El número de perforaciones en cada lado de la L corresponde a la mitad del número de perforaciones que están formadas en los listones de los paquetes de membranas, y la distancia entre las perforaciones en el perfil L es el doble de la distancia entre las perforaciones en los listones del paquete de membranas.

5

Las perforaciones en los perfiles de bastidor 41-44 están realizadas de tal manera que cada perforación en los perfiles de bastidor 41-44 se encuentra exactamente enfrente de una y nunca de la misma perforación en un listón de un paquete de membranas.

10 En cada perforación de los perfiles de bastidor 41-44 a su vez está insertado y atornillado un perno guía, que se alinea de forma coaxial con el perno guía correspondiente de la perforación contrapuesta del listón del paquete de membranas.

Los pernos guía se utilizan para apoyar y guiar los resortes helicoidales 91-98. Entre dos pernos guía posicionados coaxialmente y que apuntan el uno al otro se inserta un resorte de compresión helicoidal de forma pretensada entre el listón del paquete de membranas y el perfil del bastidor. De esta manera, discurre una pluralidad de resortes de compresión helicoidales entre cada listón del paquete de membranas y cada perfil del bastidor, de manera que los listones de los paquetes de membranas se apoyan entre sí horizontalmente en ambos sentidos desde los perfiles de bastidor entre los que están colocados.

20

Debido a esta configuración, el paquete de membranas 60 está sujetado dentro del bastidor con un total de ocho conjuntos de resortes de compresión helicoidales. De estos ocho conjuntos, cuatro conjuntos están alineados paralelamente entre sí y los otros cuatro conjuntos están alineados perpendicularmente con estos cuatro primeros conjuntos y también están alineados paralelamente entre sí.

25

Los conjuntos de resortes de compresión helicoidales están dispuestos cada uno en el plano de una pared lateral ficticia, que se formaría entre dos perfiles de bastidor adyacentes 41-44.

El paquete de membranas 60 está suspendido en los perfiles superiores del bastidor 51-54 mediante cuatro cables de acero 71-74, que están fijados a las cuatro esquinas superiores del paquete de membranas. Los cuatro cables de acero 71-74 soportan todo el peso del paquete de membranas, de manera que los resortes helicoidales pretensados por compresión no tienen que soportar cargas verticales.

Un travesaño superior y un travesaño inferior 85, 86 están soldados a los perfiles del bastidor 43,44. Entre los dos travesaños 85, 86 utilizados se insertan dos perfiles longitudinales 87, 88 en sentido vertical y se sueldan rígidamente a los travesaños 85, 86.

Un motor eléctrico 93 está colocado en el interior de una carcasa 90. La carcasa 90 y el motor eléctrico 93 se conectan a los dos perfiles longitudinales 87, 88 estando la carcasa atornillada mediante cuatro tornillos de manera directa y rígida en cuatro perforaciones correspondientes de los perfiles longitudinales. De este modo, el motor eléctrico está conectado directa y rígidamente con el bastidor formado por los perfiles de bastidor 41-44 y alineado de tal manera que su eje de accionamiento gira en torno a un eje vertical 91. El eje 91 está en posición vertical con respecto a los elementos de filtro de membrana. Un peso 92 está acoplado excéntricamente al eje de accionamiento, lo que crea un desequilibrio cuando el motor eléctrico gira. El motor eléctrico 90 y el peso excéntrico en su eje de accionamiento están completamente encapsulados mediante una carcasa en la que puede estar alojado el eje de accionamiento además para absorber las fuerzas derivadas de la rotación del desequilibrio.

En los perfiles longitudinales 87, 88 están dispuestas varias perforaciones en sentido y de manera espaciada entre sí, de manera que se puede ajustar la disposición de la carcasa 90 y del motor colocado dentro de la misma en los perfiles longitudinales en sentido vertical en varias distancias discretas. De esta manera, se puede ajustar el lugar de aplicación del efecto de vibración en sentido vertical a intervalos discretos atornillando la carcasa a los perfiles longitudinales 87, 88 en varias posiciones espaciadas verticalmente. Dentro de la carcasa 90, el motor eléctrico está colocado debajo del peso excéntrico. Esto permite colocar el peso excéntrico de manera que gire en un plano en el que también se encuentra el centro de masa del paquete de membranas y la carcasa de membranas que lo rodea. Esto provoca una vibración particularmente eficiente del paquete de membranas, es decir, una vibración que puede generarse con poco consumo de energía y que provoca un movimiento de cizallamiento eficiente en todas las superficies de la membrana dentro del paquete de membranas.

En los perfiles de bastidor 43, 44 en el lado opuesto se encuentran de la misma manera entre los perfiles de bastidor 41, 42, un travesaño superior y un travesaño inferior 81, 82 conectados de manera rígida con los perfiles del bastidor

41, 42 mediante soldadura.

En el primer modo de realización, según la Fig. 1, está fijado un contrapeso 100 en forma de placa directa y rígidamente a estos travesaños 81, 82.

5

En el segundo modo de realización, según las figuras 2-4, están insertados dos perfiles longitudinales 83, 84 que se extienden en sentido vertical entre los dos perfiles insertados 81, 82 y están soldados rígidamente a los perfiles transversales 81, 82. En este modo de realización, se puede montar el contrapeso 100, igual que el motor eléctrico, en el otro lado mediante una pluralidad de perforaciones en los largueros 83, 84 de manera diferente en altura y, por

10 lo tanto, ajustables o adaptables a la posición del peso excéntrico.

La masa del contrapeso 100 corresponde a la masa añadida de motor eléctrico, al peso excéntrico y a los perfiles L horizontales 83, 84. Este contrapeso sirve para equilibrar el comportamiento de vibración del bastidor producido por la masa excéntrica giratoria, de tal manera que el paquete de membranas pueda ponerse a vibrar en resonancia

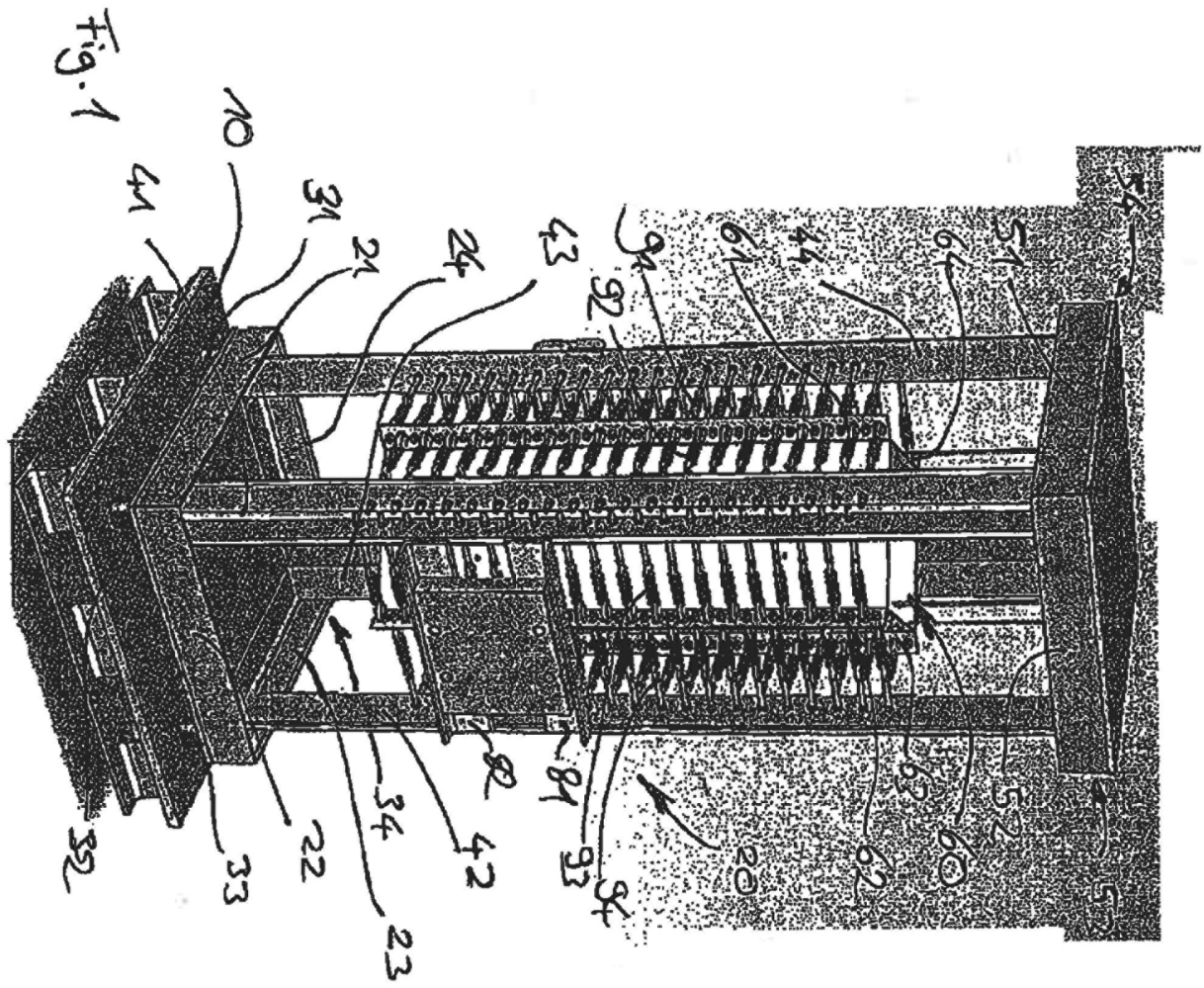
15 dentro de la suspensión oscilante en el bastidor.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de filtración por membrana que comprende:
- 5 - una pluralidad de elementos de filtro de membrana planos que están conectados para formar un paquete de membranas y están dispuestos paralelamente y espaciados entre sí dentro del paquete de membranas, una pared que rodea el paquete de membranas por todos los lados, dentro de la cual
- está formado al menos un espacio de entrada que se encuentra corriente arriba de los elementos de filtro de membrana, que se comunica con al menos una abertura de entrada para suministrar un líquido para su filtración, y
- 10 - al menos un espacio de salida situado corriente abajo de los elementos de filtro de membrana, que se comunica con al menos una abertura de salida para descargar una parte filtrada del líquido resultante de la filtración,
- una unidad de vibración, que está conectada al paquete de membranas y a la pared, para permitir que vibren en una dirección, que discurre paralelamente a los elementos de filtro de membrana y que está conectada con la pared del paquete de membranas mediante al menos un resorte, extendiéndose la dirección principal de la acción del
- 15 resorte paralelamente al plano del filtro de membrana, caracterizado por una pluralidad de resortes cuya dirección de la aplicación de la fuerza se extiende paralelamente al plano de los elementos de filtro de membrana, en particular, porque los resortes se extienden paralelamente al plano de los elementos de filtro de membrana y están conectados en un extremo con la pared del paquete de membranas y en el otro extremo con el bastidor,
- en el que los resortes están divididos en al menos un primer conjunto y un segundo conjunto de resortes y dentro
- 20 de cada conjunto de resortes todos los resortes discurren paralelamente entre sí y el sentido de los resortes de un conjunto discurre de forma oblicua, preferentemente, de forma perpendicular al sentido del resorte del otro conjunto.
2. Dispositivo de filtración por membrana según la reivindicación 1, caracterizado porque la constante de resorte y la longitud, así como el número de resortes y la unidad de vibración, están sintonizados con la masa del
- 25 paquete de membranas de tal manera que la unidad de vibración puede hacer que el sistema de vibración formado por lo menos por un resorte y el paquete de membranas vibre en una de sus frecuencias de resonancia.
3. Dispositivo de filtración por membrana según la reivindicación anterior, caracterizado porque la tensión inicial, la constante del resorte, el número efectivo y/o la longitud efectiva de los resortes entre el bastidor y el
- 30 paquete de membranas son ajustables para poder ajustar la frecuencia de resonancia del sistema de vibración formado por al menos un resorte y el paquete de membranas.
4. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el paquete de membranas está suspendido dentro del bastidor mediante elementos de tensión,
- 35 preferentemente cables de alambre, que transmiten el peso del paquete de membranas al bastidor.
5. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por uno o más elementos de amortiguación dispuestos en el lado inferior del bastidor para colocar el
- 40 dispositivo de filtración por membrana sobre una superficie de suelo.
6. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo de vibración comprende un motor que impulsa un eje sobre el cual está colocado un peso excéntrico y porque el motor está conectado con el bastidor, preferentemente a través de una conexión
- 45 cuya constante de resorte es en al menos una, preferentemente varias órdenes de magnitud más rígida que la constante de resorte de al menos un resorte entre el bastidor y el paquete de membranas.
7. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un resorte, preferentemente todos los resortes entre el bastidor y el paquete de membranas está/están pretensado/pretensados a presión.
- 50
8. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo de vibración comprende un motor que acciona un eje sobre el que está colocado un peso excéntrico, cuya excentricidad es ajustable para ajustar la amplitud de vibración del paquete de membranas.
- 55
9. Dispositivo de filtración por membrana según la reivindicación 6 o 8, caracterizado porque el eje discurre perpendicularmente al plano de los elementos de filtro de membrana.
10. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo de vibración comprende un peso que gira alrededor de un eje y que está
- 60 colocado excéntricamente con respecto a este eje y el centro de masa del paquete de membranas se encuentra en

el plano en el que gira el peso, en particular, pudiendo ajustarse este plano en relación con el paquete de membranas mediante una conexión continua o discretamente ajustable entre el peso excéntrico y el bastidor.

11. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
5 caracterizado porque el peso del paquete de membranas se transfiere a uno o más puntos en el bastidor que se encuentra/encuentran en la dirección de gravedad por encima del centro de masa del elemento de filtro de membrana.
12. Dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
10 caracterizado porque el dispositivo de vibración está unido a un lado del bastidor y en el lado opuesto se encuentra un contrapeso unido de forma rígida al bastidor, cuya masa corresponde preferentemente a la masa del dispositivo de vibración.
13. Utilización de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para la depuración de
15 aguas residuales de la ganadería contaminadas biológicamente.
14. Procedimiento para la depuración de aguas residuales de la ganadería contaminadas biológicamente con un dispositivo de filtración por membrana según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 con las etapas:
20 -Suministro de agua residual a una o más entradas/salidas corriente arriba de varios elementos de filtro de membrana,
-Filtrado de aguas residuales mediante elementos de filtro de membrana,
-Vaciado de las aguas residuales filtradas de un área/espacio de salida corriente abajo de
25 los elementos de filtros de membrana,
- caracterizado porque los elementos de filtros de membrana vibran y el sentido de la vibración es paralelo al plano de los elementos del filtro de membrana.
- 30 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque los elementos de filtro de membrana vibran mediante un dispositivo vibratorio, preferentemente un desequilibrio giratorio, que está conectado con un bastidor que rodea los elementos de filtro de membrana de manera resistente a la vibración, y porque la vibración se transmite desde el bastidor a los elementos de filtro de membrana, preferentemente a través resortes pretensados a presión.
35
16. Procedimiento según la reivindicación 14 o 15,
40 caracterizado porque la frecuencia de resonancia del sistema de vibración formado por los resortes y los elementos de filtro de membrana se ajusta ajustando la tensión inicial, la constante de resorte, el número efectivo y/o la longitud efectiva de los resortes entre el bastidor y el paquete de membranas.



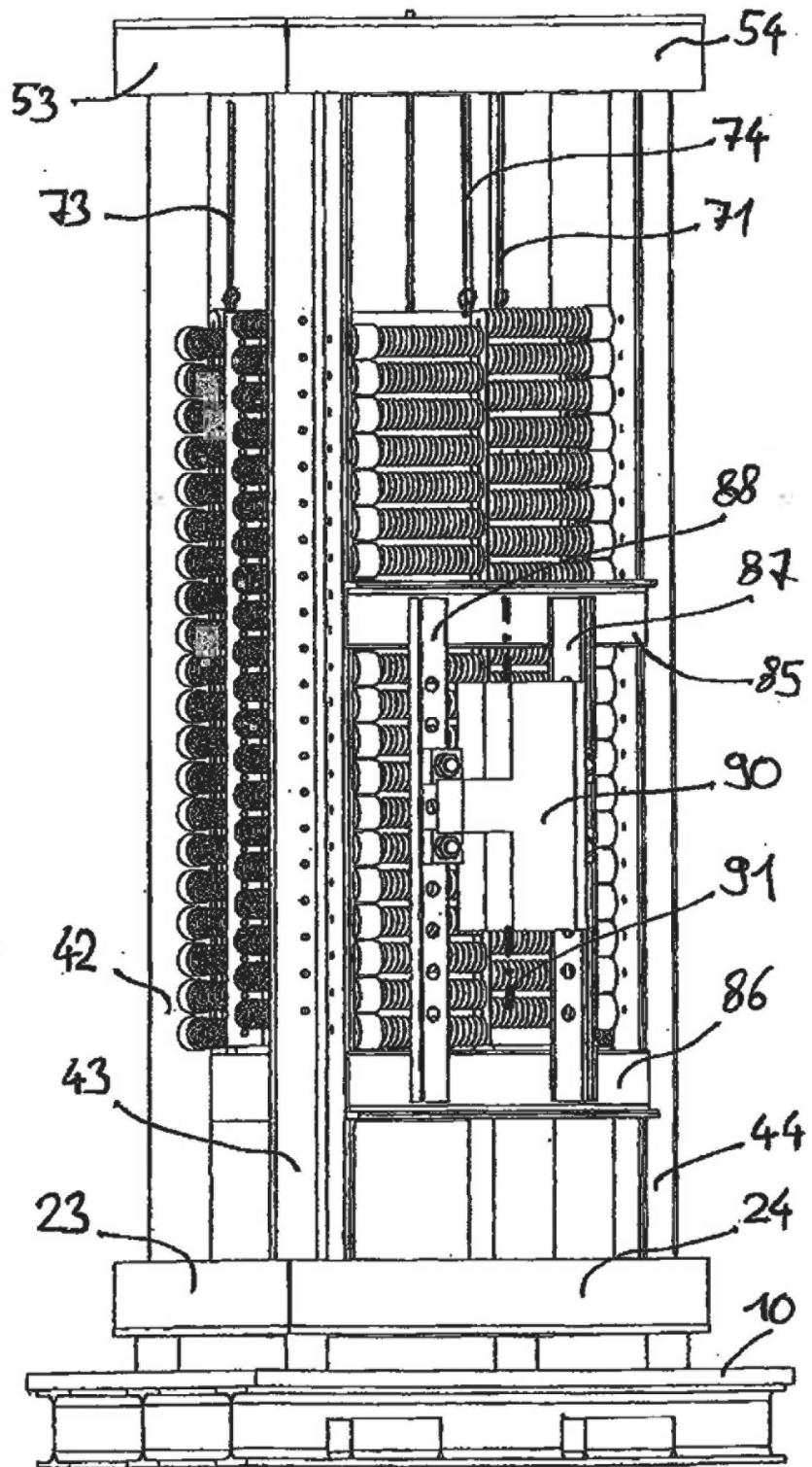


Fig. 2

