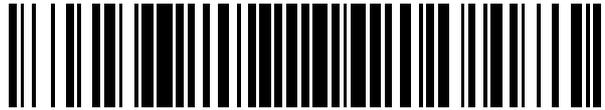


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 902**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/32**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.04.2014 PCT/EP2014/001095**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14187523**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2014 E 14723325 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2999669**

54 Título: **Aparato para la desinfección de fluidos mediante radiación ultravioleta**

30 Prioridad:

**22.05.2013 EP 13290113**

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

**12.07.2017**

73 Titular/es:

**MERCK PATENT GMBH (100.0%)  
Frankfurter Strasse 250  
64293 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**RAJAGOPALAN, PASCAL;  
GROSS, JULIEN;  
KANO, ICHIRO y  
GAIGNET, YVES**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 623 902 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**

Aparato para la desinfección de fluidos mediante radiación ultravioleta

- 5 La presente invención se refiere a los dispositivos de flujo continuo en línea para las aplicaciones de purificación de agua de laboratorio biocidas basados en fuentes de luz UV y para otras aplicaciones en química (incluyendo aplicaciones analíticas) y aplicaciones farmacéuticas, En este sentido la invención se dirige específicamente a un reactor de purificación biocida que es un aparato autosuficiente o una unidad que se puede usar en el establecimiento de las aplicaciones de purificación de agua de laboratorio
- 10 El agua purificada se usa en entornos de laboratorio para varios propósitos, esto es, para el cultivo de células o para su uso en aplicaciones de biología molecular, bioquímica o microbiología, pero se usa también en otros campos como el campo médico o de cuidado de la salud.
- 15 Los reactores de purificación biocidas para tales propósitos son conocidos en el campo pero actualmente usan principalmente lámparas de UV de mercurio como fuente de luz debido a su bajo coste y simplicidad de uso. Un problema de todas las fuentes de luz basadas en mercurio es el hecho de que el mercurio es un elemento tóxico de modo que la fabricación, el transporte, el uso y reciclaje de dichas fuentes de luz está sujeto a estrictas normas de seguridad.
- 20 El documento WO 2006-068979 A1 describe un reactor de purificación de agua que incluye una cubierta que se conecta en cada extremo axial a un colector y es capaz de recibir agua de una entrada por donde el agua entra a un primer colector axial para que pueda pasar a través de la cubierta alrededor del exterior de una fuente de luz UV centralmente ubicada y puede salir a través de una salida mediante un segundo colector axial. Los colectores y la cubierta están hechos de material transparente tal como vidrio, plástico, compuestos y otros tipos de materiales transparentes. A medida que el agua fluye a través de la cubierta la luz de la fuente de luz UV centralmente ubicada irradia al agua para fines de desinfección. La cubierta es rodeada por material para evitar que la radiación UV perjudicial para el ojo humano salga de la cubierta. El documento sugiere acero inoxidable para evitar que la luz UV salga del reactor.
- 25 El documento US 2010-0237254 A1 describe un aparato para el tratamiento de fluidos para desinfectar al menos parcialmente el agua en entornos acuáticos tales como acuarios, estanques de peces o similares, El aparato para el tratamiento comprende un tubo cilíndrico con una pared de contención de fluidos y hecho de materiales plásticos los cuales se dice son resistentes a la degradación bajo los efectos de la radiación UV y son también preferiblemente reflectantes de los UV. Una pluralidad de fuentes de luz UV en forma de LED individuales se disponen en posiciones espaciadas longitudinalmente a lo largo del tubo, y se unen a la pared del tubo de forma que la porción de cada LED que emite luz se extiende radialmente dentro del tubo a través de una abertura asociada en la pared. El intervalo de luz de los LED está entre los 263 nm y 275 nm y preferiblemente en el orden de los 265 nm. El diámetro del tubo cilíndrico se propone que sea del orden de los 20mm para las aplicaciones acuáticas. El tubo se configura en los extremos axiales de entrada y de salida del tubo para las conexiones hacia adelante hasta una fuente de agua, un filtro acuático o una tubería más adelante.
- 30 El documento US 2012/0051977 A1 describe un sistema de tratamiento de agua de punto de uso que utiliza luz ultravioleta para el uso a bordo de vehículos de transporte de pasajeros tales como los aviones. El sistema tiene una cámara de reacción de UV incluida en forma de un tubo cilíndrico que contiene una o más fuentes de luz UV germicidas que son albergadas dentro de un manguito de cristal de cuarzo que se extiende a lo largo de la longitud axial de la cámara de reacción, en donde los extremos axiales de la cámara de reacción son cerrados por unas tapas de extremo respectivamente provistas con una entrada y una salida para un flujo continuo de agua a través de la cámara de reacción.
- 35 Aunque los LED que emiten luz o radiación UV en el intervalo de longitud de onda de "ondas cortas" o UV-C que son conocidas por su efectividad germicida debido a la capacidad para destruir el ácido nucleico en los microorganismos han sido así propuestos como fuentes de luz en dichos reactores para la purificación de agua, los conceptos actualmente descritos no son aptos para la práctica ya que sufren de una eficiencia inadecuada y no consideran aspectos térmicos. En este sentido la influencia negativa de calor en los LED debe ser considerada ya que el calentamiento excesivo de los LED disminuirá instantáneamente el flujo luminoso y un desplazamiento de la longitud de onda en dirección hacia el espectro visible y, a largo plazo, disminuirá considerablemente la vida útil de los LED. Además, el diseño que emplea los LED en contacto directo con el agua que ha de ser tratada libera un calor considerable en el agua lo cual promueve el crecimiento de microorganismos.
- 40 Es un objetivo de la presente invención proporcionar una solución para los problemas anteriormente identificados y proporcionar un reactor de purificación biocida mejorado que sea útil en la práctica como un dispositivo de flujo continuo en línea en las aplicaciones de purificación de agua de laboratorio biocidas. La presente invención enseña un reactor de purificación biocida como se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas del reactor se definen en las reivindicaciones dependientes.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

El reactor de purificación biocida de la invención incluye así un tubo cilíndrico principal, al menos una tapa de extremo que cierra al menos una abertura de extremo axial del tubo cilíndrico principal, al menos dos puertos de comunicación con el volumen interior del tubo del cilindro principal, en la proximidad de los extremos axiales respectivos del tubo cilíndrico, e incluyendo al menos dicha tapa de extremo una fuente de luz UV.

5 En una realización preferida el reactor de purificación biocida incluye un par de tapas de extremo que cierran respectivamente las aberturas de extremos axiales opuestas del tubo cilíndrico principal.

10 Ya que la fuente de luz UV se integra en una o ambas de las tapas de extremo y/o el tubo cilíndrico principal, a través de cuyo volumen interior fluye el fluido que ha de ser procesado en el reactor mediante los puertos que comunican con él, el calor liberado procedente de la fuente o fuentes de luz de UV se puede disipar eficazmente al entorno al tiempo que se evita un importante calentamiento de la fuente de luz LED y del fluido que ha de ser procesado.

15 En una realización preferida la fuente o las fuentes de luz UV están separadas del volumen interior del tubo cilíndrico principal y del fluido que ha de ser procesado mediante un material transparente a los UV, preferiblemente en forma de una ventana o un cilindro que está hecho preferiblemente de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice.

20 Proteger la fuente o las fuentes de luz UV del fluido además mejora la disipación del calor al entorno y lejos del fluido que ha de ser procesado, La disipación del calor según la invención es aumentada aún más ya que la fuente de luz UV está conectada térmicamente de manera conductiva a un disipador de calor adaptado para disipar el calor de la fuente de luz UV al entorno. Según la invención el disipador de calor tiene forma de un segmento de anillo con características de aumento del área como aletas, nervios, pliegues u otras protuberancias proporcionadas en la periferia. Dicho segmento de anillo se puede prever en la tapa de extremo en el lado de la ventana transparente a los UV mirando hacia fuera desde el volumen interior del cilindro principal y, por ejemplo, entre la fuente de luz y la ventana transparente a los UV.

25 Preferiblemente, el tubo cilíndrico principal también incluye una fuente de luz UV.

30 En una realización preferida la fuente de luz UV está formada por uno o más LED adaptados para emitir luz en el intervalo de longitudes de onda UV-C de los 220 nm – 300 nm, preferiblemente de 260 nm +/- 5 nm, en donde los LED se montan en una PCB que incluye una base de metal. La base de metal de la PCB facilita la conducción del calor fuera del LED o de los LED normalmente montados en la superficie y empaquetados previamente. Si dicha PCB se conecta al disipador de calor, esto es, en forma de un segmento de anillo con características de aumento del área, se mejora la eficiencia de la disipación de calor fuera del LED o de los LED al entorno y se reduce la cantidad de calor transferido al fluido al mismo tiempo.

35 Los LED UV adecuados están disponibles comercialmente, por ejemplo en Seoul Optodevice, número de referencia CUD8AF1A.

40 El uso de tapas de extremo dentro de las cuales se integra la fuente de luz UV permite una estructura modular que proporciona un diseño flexible para los cambios de mantenimiento y capacidad ya que los tubos cilíndricos principales de diferentes longitudes pero esencialmente de idéntica estructura en las porciones extremas se usan selectivamente con tapas de extremo idénticas que bien incluyen la fuente de luz UV o no. Así, se pueden diseñar fácilmente diferentes tipos de reactores en términos de capacidad. También, los tipos de reactores pueden configurarse teniendo una fuente de luz UV en sólo una de las tapas de extremo o en ambas tapas de extremo.

45 La tapa o las tapas de extremo se pueden hacer al menos parcialmente de un material que refleje la radiación UV, preferiblemente aluminio o PTFE o acero inoxidable, preferiblemente en aquellas partes que estén expuestas a la radiación de la fuente de luz UV.

50 Esta característica proporciona una eficacia aumentada a las tapas de extremo que incluyen una fuente de luz UV pero también a las tapas de extremo que no incluyen la fuente de luz UV ya que la radiación UV es reflejada eficazmente hacia el volumen interior del tubo cilíndrico principal bien directamente desde la fuente de luz o después de que la radiación UV haya sido reflejada repetidamente en la pared periférica interior del tubo cilíndrico principal. El material reflectante de UV en las tapas de extremo refleja de nuevo la radiación al tubo cilíndrico principal, explotando eficientemente de este modo la radiación UV disponible incluso si se usa sólo un pequeño número de LED incluyendo solo uno, lo que a su vez reduce la cantidad de calor producida por el LED o los LED.

55 Las propiedades reflectantes de las tapas de extremo se pueden aumentar más ya que una parte de la tapa o de las tapas de extremo se forma como un reflector, parabólico o circular o combinación de los mismos, para dirigir los rayos de luz emitidos desde la fuente de luz UV en la tapa de extremo o que llegan allí después de múltiples reflexiones a lo largo del cilindro principal hacia el volumen interior del tubo cilíndrico principal.

60 Para el propósito de aumentar las reflexiones de la radiación UV a lo largo del tubo cilíndrico principal al menos una parte de la superficie periférica interior del tubo cilíndrico principal se puede formar con material reflectante de UV, preferiblemente PTFE o aluminio o acero inoxidable.

65

Este material reflectante de UV se puede proporcionar como un revestimiento o una lámina que recubre la respectiva superficie de un cuerpo principal de un tubo de soporte o como un recubrimiento aplicado en la respectiva superficie de un cuerpo de un tubo de soporte. En este caso el cuerpo principal se puede hacer de un material diferente que no tenga propiedades reflectantes de los UV en sí. El recubrimiento se puede aplicar con tecnologías conocidas como la pulverización. Por supuesto, el cuerpo del tubo de soporte puede ser en sí hecho de un material reflectante de UV sólido como el acero inoxidable o el PTFE o el aluminio. Si, sin embargo, se tuviera que impedir que el material del tubo cilíndrico principal hiciera contacto con el fluido que ha de ser procesado en el reactor, al menos partes de las superficies periféricas interiores pueden ser cubiertas por una capa de separación transparente a los UV, preferiblemente cristal de cuarzo o vidrio de sílice. Esto permite, por ejemplo, el uso de aluminio que de lo contrario estaría sujeto a la corrosión.

Como una alternativa al diseño del reactor que tiene la fuente de luz UV en una o ambas tapas de extremo axiales, los LED que sirven como fuentes de luz se pueden prever en una o más matrices a lo largo de la longitud del tubo cilíndrico principal.

Una estructura particularmente ventajosa en términos de eficiencia de utilización de la radiación y de disipación del calor es una estructura donde una o más matrices de LED se ubican en las aberturas o rebajes correspondientes de un armazón cilíndrico hecho de material reflectante de UV que forma un elemento del tubo cilíndrico principal. Aquí, también, una capa de separación transparente a los UV, preferiblemente en forma de un cilindro de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice se puede usar para proteger al armazón cilíndrico hecho de material reflectante de UV del contacto con el fluido que ha de ser procesado. El reactor de purificación biocida se puede ubicar en el último paso de un sistema de purificación de agua (que comprende las etapas de purificación de osmosis inversa y electro-desionización) y aguas arriba hasta el depósito de almacenamiento. Así el reactor de purificación biocida se puede ubicar en la parte inferior de un depósito de almacenamiento en la proximidad de la entrada del depósito.

Mientras los dos puertos que comunican con el volumen interior del tubo cilíndrico principal y ubicados en la proximidad de los respectivos extremos axiales del tubo cilíndrico proporcionan un flujo eficiente para el fluido a través del reactor y su volumen interior, se puede prever un tercer puerto o puerto central que comunica con el volumen interior del cilindro principal entre al menos los otros dos puertos en la proximidad de los extremos axiales. Con tal estructura el reactor de purificación biocida se puede usar como un módulo de barrera a los UV en una configuración de flujo de laboratorio o industrial.

La invención será descrita ahora con referencia a las hojas de dibujos adjuntas en las cuales:

La Figura 1 muestra una vista en sección transversal de una primera realización del reactor de purificación que tiene la fuente de luz UV en una tapa de extremo axial, la Figura 2 muestra una vista en sección transversal de otra realización de un reactor de purificación que tiene fuentes de luz UV en ambas tapas de extremo axiales.

La Figura 3 muestra una vista en sección transversal de un ejemplo del reactor de purificación que tiene la fuente de luz UV integrada dentro del tubo cilíndrico principal.

La Figura 4a muestra una vista en sección transversal y una vista en perspectiva del armazón cilíndrico hecho de material reflectante de UV usado en el ejemplo del reactor, la Figura 4b muestra el detalle de la matriz de LED montada en las aberturas del armazón en el ejemplo, y la Figura 4c muestra una vista de perspectiva del reactor con las matrices de LED montadas.

La Figura 5 muestra una representación esquemática de una modificación del reactor de purificación para ser útil como un módulo de barrera de UV, y

Las Figuras 6a a c muestran los diferentes ejemplos del uso de un reactor de purificación de la invención como módulo de barrera de UV.

Una primera realización de la invención la cual podría ser identificada como un reactor de purificación de tapa de extremo en general y más específico como un "reactor de una sola tapa de extremo" se muestra en la Figura 1. En este tipo de reactor la fuente 7A de luz UV se integra en sólo una de las tapas 2A, 2B de extremo axiales unidas a los extremos axiales opuestos de un tubo 1A cilíndrico principal para cerrar las aberturas del extremo axial opuesto del mismo. La tapa 2A de extremo que incluye la fuente 7A de luz UV está separada del volumen 4 interior del tubo 1A cilíndrico principal por un material transparente a los UV en forma de una ventana 5 preferiblemente hecha de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice. La tapa 2A de extremo además comprende un disipador de calor en forma de un segmento 6 de anillo que tiene, en su periferia exterior, características que aumentan el área de la superficie como aletas 6a que promueven la conducción y convección natural con el aire del ambiente. En el segmento 6 de anillo una PCB 8, preferiblemente una que incluya una base de metal para el transporte de calor mejorado, es unida para estar en una conexión termoconductora con el segmento 6 de anillo que sirve como disipador de calor. La PCB y sus detalles serán descritos adicionalmente más adelante.

El segmento de anillo puede ser unido al extremo axial del tubo cilíndrico principal mediante una unión mecánica liberable que incluye una pluralidad de tornillos distribuidos periféricamente o mediante mecanismos de sujeción mecánicos liberables conocidos en la técnica.

El otro extremo axial se cierra mediante una tapa 2B de extremo sin una fuente de luz UV. La unión mecánica puede ser liberable y en la misma configuración que para la otra tapa 2A de extremo. Esto facilita el uso intercambiable de las tapas de extremo y los tubos cilíndricos principales para crear diferentes estructuras de reactores de purificación. Por ejemplo, varios tubos cilíndricos principales de diferente longitud se pueden prever y usar de forma intercambiable con el mismo tipo de tapas de extremo para crear reactores de purificación que tienen diferentes volúmenes de procesamiento. Para este propósito la interfaz entre las tapas de extremo y el tubo cilíndrico principal es idéntica y simétrica. Donde, por ejemplo, se usa una tapa de extremo sin fuente de luz UV, la porción receptora para la ventana transparente a los UV simplemente se llena mediante un escalón de la tapa de extremo como se muestra en la sección derecha de la Figura 1. Para crear el flujo del fluido que ha de ser procesado a través del volumen interior del cilindro principal hay previstos al menos dos puertos 3A, 3B que comunican con el volumen interior en la proximidad de los extremos axiales respectivos del tubo cilíndrico. Como se muestra en la Figura 1 los puertos pueden ser en forma de accesorios estándar extraíbles unidos a las aberturas en la pared periférica del tubo 1A cilíndrico principal. y/o en las tapas 2B de extremo. Prever los puertos en la pared periférica del tubo cilíndrico proporciona la ventaja de que las tapas de extremo se pueden intercambiar libremente.

En el presente ejemplo los accesorios que definen los puertos se insertan en agujeros en la pared del tubo cilíndrico principal y en la tapa de extremo sin fuente de luz UV y son sellados por medio de una junta tórica 12 y son unidos por medio de los tornillos 13. Alternativamente los accesorios se pueden unir por medio de una conexión roscada de acoplamiento entre el accesorio y el agujero en la pared del tubo cilíndrico o en la tapa de extremo. Dicha estructura se muestra en la Figura 2, por ejemplo. Puede utilizarse también la inserción por presión o cualquier otro método de fijación o sellado conocido.

La realización mostrada en la Figura 2 se puede identificar como "reactor de doble tapa de extremo", donde ambas tapas 2A de extremo axiales unidas a las aberturas axiales del tubo 1A cilíndrico principal están provistas con fuentes 7A de luz UV. Las tapas 2A de los extremos en este caso son preferiblemente idénticas y pueden ser las mismas que las utilizadas en la realización de la Figura 1. Por lo tanto, se ha omitido una descripción detallada de la tapa de extremo en el lado derecho del reactor mostrado en la Figura 2.

La PCB ("placa de circuito impreso") 8 montada en la tapa 2A de extremo respectiva que incluye la fuente 7A de luz UV tiene, como se ha mencionado anteriormente, preferiblemente un sustrato de metal para una disipación del calor al entorno mejorada mediante conducción a través de la tapa de extremo y del segmento de anillo. La PCB 8 también podría hacerse en una estructura más convencional basándose en materiales plásticos cuando hay previstos elementos conductores del calor dedicados para conducir el calor lejos de los elementos productores de calor en la PCB.

Además de soportar uno o más LED el sustrato puede incluir un LED adicional que emite luz en el intervalo de la luz visible para permitir la inspección visual y la confirmación de la función del reactor por un usuario. Además, se puede integrar un termistor o sensor térmico para permitir la detección de la temperatura en la PCB y suministrar esta información a los circuitos de control externos o utilizar la información en los circuitos internos para apagar o atenuar la operación del LED o de los LED para ayudar a reducir el nivel térmico. La PCB puede incluir los circuitos 14 electrónicos necesarios para alimentar el LED o los LED. Los circuitos pueden estar previstos con funciones adicionales y programas de control que permitan la operación autónoma intermitente o la controlada por programa del LED o de los LED del reactor. Se puede prever un conector accesible desde el exterior para intercambiar datos con los dispositivos de control externos integrado o separado de un conector de una alimentación para proporcionar la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar la fuente de luz UV y los circuitos de soporte en la PCB. Así, la "inteligencia" de los circuitos y de las funciones implementados en la PCB puede variar desde un patrón de conducción simple que recibe todas o sustancialmente todas las instrucciones y señales procedentes del exterior hasta los circuitos incluyendo el controlador del LED, la gestión del LED visible, los termistores, los circuitos de detección de fallos y compensación para los LED y los circuitos de gestión para la corriente de accionamiento que son activados mediante instrucciones de control. Las instrucciones de control para atenuar la irradiación de los LED se pueden transmitir normalmente por medio de una señal modulada de anchura de impulso. En el caso del "reactor de doble tapa de extremo", una de las tapas de extremo podría incluso actuar como "maestra" y la otra como "esclava" para evitar circuitos y funciones redundantes.

Si se usan varios LED o un LED con mayor potencia, el segmento de anillo se puede intercambiar por uno que tenga una mayor capacidad de disipación del calor. Esta opción es también parte del concepto modular del reactor de la presente invención.

Las tapas de extremo, esto es, los segmentos de anillo en las realizaciones de las Figuras 1 y 2 y/o las tapas de extremo sin fuente de luz UV se pueden hacer al menos parcialmente de un material que refleja los rayos UV, preferiblemente aluminio o PTFE o acero inoxidable, preferiblemente en aquellas partes que estén expuestas a la radiación de la fuente de luz UV. Esto aumenta la eficiencia de la transferencia de la radiación UV al volumen interior del tubo cilíndrico principal. Aquellas partes de las tapas de extremo que están expuestas a la radiación UV pueden ser formadas adicionalmente como un reflector, por ejemplo parabólico o circular o combinación de los mismos, para dirigir los rayos de luz emitidos desde la fuente o las fuentes de luz UV hacia el volumen interior del tubo

cilíndrico principal. Aunque no se muestra, dicho contorno reflectante parabólico o de otro tipo se puede formar en las paredes periféricas interiores del segmento de anillo que, en sus paredes periféricas exteriores, sirve como radiador de calor.

5 El tubo cilíndrico principal, también, se puede formar con material reflectante de UV como PTFE o aluminio o acero inoxidable, El tubo cilíndrico principal se puede mecanizar a partir del material reflectante de UV sólido mencionado anteriormente o se puede hacer en forma de un cuerpo de un tubo de soporte que se provee posteriormente con un revestimiento o lámina hecha del material reflectante de UV y que recubre al menos la superficie interior del cuerpo del tubo que estaría expuesto a la radiación UV. Alternativamente, el material reflectante de UV se puede aplicar como un recubrimiento en las superficies del cuerpo del tubo de soporte, esto es, mediante la pulverización o el rociado u otros métodos conocidos en la técnica. Si el tubo cilíndrico principal está hecho de un material que necesita ser protegido del contacto con fluidos que han de ser procesados, las respectivas superficies relevantes, esto es la superficie periférica interior del tubo cilíndrico principal puede ser cubierta por una capa de separación transparente a los UV, preferiblemente de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice. Una configuración simple de este concepto sería un cilindro de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice insertado dentro del tubo cilíndrico principal y sellado con respecto al fluido para evitar la entrada de fluido entre el tubo de cristal de cuarzo y el tubo cilíndrico principal exterior. El sellado se puede proveer también en las tapas de extremo para facilitar el montaje/desmontaje del cilindro de vidrio y del tubo cilíndrico principal. El material transparente a los UV protege al material del tubo cilíndrico principal pero, al mismo tiempo, permite la transmisión de la radiación UV y la reflexión en el material del tubo cilíndrico principal.

Las propiedades reflectantes de UV de la pared periférica interior del tubo cilíndrico principal proporcionan múltiples reflexiones de la radiación UV y una distribución eficaz de la radiación y tratamiento del fluido en el volumen interno. La PCB, también, se puede hacer completa o parcialmente de material reflectante de UV o se puede cubrir o recubrir parcial o completamente con dicho material. Una posibilidad de cobertura es el uso de una lámina de PTFE expandido, por ejemplo disponible de GORE™ con espesor de 0,5 mm.

El aluminio, también, puede ser usado y aplicado alternativamente mediante el recubrimiento o la pulverización en vidrio u otro material de un cilindro de soporte para alcanzar las propiedades reflectantes de UV deseadas. La cara de la PCB expuesta a la radiación UV se puede pulverizar con PTFE o alternativamente revestirse con la lámina de PTFE expandido para maximizar la reflexión y la utilización de la energía UV producida por el LED o los LED.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un reactor de purificación que sirve para explicar las características de la invención, Este reactor difiere del de las otras dos realizaciones en que las fuentes 7B de luz UV no están integradas dentro de las tapas 2C de extremo sino dentro del tubo 1 B cilíndrico principal. Las tapas 2C de extremo por consiguiente pueden ser de una estructura como se muestra en el lado derecho de la Figura 1 y se pueden aplicar los detalles de la estructura descritos anteriormente en este sentido. Esto incluye la formación de porciones de la tapa de extremo como un reflector, parabólico o circular o combinaciones de los mismos, y con un material reflectante de UV para dirigir la tasa de luz hacia el volumen interior del tubo cilíndrico principal como se muestra en la Figura 3. Los accesorios que sirven como puertos 3A, 3B que comunican con el volumen 4 interior del tubo 1 B de cilindro principal se pueden unir a las tapas 2C de extremo como se ha mostrado y descrito anteriormente pero también pueden ser unidos a la pared periférica exterior del tubo cilíndrico principal como se muestra en la Figura 2.

Los LED 9A que sirven como fuente 7B de luz UV en este ejemplo se proporcionan en forma de una o más matrices 9 que se montan en una banda 15 de soporte y se extienden a lo largo de la dirección longitudinal del tubo 1 B cilíndrico principal. El tubo cilíndrico principal en este caso incluye un armazón 11 cilíndrico hecho de material reflectante de UV y está provisto con un número de rebajes o aberturas 10 que coinciden con las posiciones de los LED 9A en la matriz o matrices 9 (véase la Figura 4a que muestra una vista de la sección transversal y una vista de la perspectiva del armazón cilíndrico). Por consiguiente, las matrices en forma de bandas se pueden unir de manera extraíble al armazón cilíndrico mediante tornillos, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3 y 4c para que las partes emisoras de luz de los LED estén ubicadas en las aberturas del armazón. Para proteger a los LED del fluido que ha de ser procesado un tubo 9 cilíndrico hecho de material transparente a UV, preferiblemente cristal de cuarzo o de vidrio de sílice, se inserta dentro del armazón cilíndrico y se sella con respecto al fluido como se ha descrito anteriormente, esto es, al armazón cilíndrico o a las tapas de extremo. Se puede prever un tubo cilíndrico de soporte adicional si es necesario. De lo contrario, la combinación del armazón cilíndrico hecho de material reflectante de UV que incluye el PTFE, el aluminio o el acero inoxidable, y el cilindro de material transparente a los UV pueden proporcionar suficiente resistencia al reactor para ser autoportante.

Los circuitos de control necesarios y los LED que emiten luz en un intervalo visible y los conectores están o bien integrados en los soportes de las matrices de LED o proporcionados en un elemento separado unido al reactor.

Ya que, en el ejemplo, los LED se unen al lado periférico exterior del armazón cilíndrico reflectante de UV, el calor será normalmente disipado eficazmente al entorno sin ser conducido al fluido que ha de ser procesado. Pueden verse adicionalmente características de radiación de calor en las bandas de soporte de las matrices de LED y/o en el armazón si es necesario. Un ejemplo para aumentar la disipación de calor es la adición de una convección de

aire forzada mediante un ventilador que se podría implementar en una de las tapas de extremo (no mostrado). El flujo de aire creado por este ventilador podría ser canalizado y dirigido a través de un espacio creado entre la periferia exterior del armazón cilíndrico con la matriz o matrices de LED y un alojamiento periférico adicional, por ejemplo, un cilindro exterior.

5 En una modificación preferida adicional de las realizaciones descritas antes puede preverse un tercer puerto 3C adicional que comunica con el volumen 4 interior del tubo 1A de cilindro principal entre los al menos dos puertos 3A, 3B en la proximidad de los respectivos extremos axiales del tubo 1A de cilindro como esquemáticamente se muestra en la Figura 5. Con el tercer puerto o puerto central 3C que comunica con el volumen interior del cilindro principal previsto además de los al menos otros dos puertos en la proximidad de los extremos axiales, el reactor de purificación biocida de la invención se puede usar como un módulo de barrera UV en una configuración de flujo de laboratorio o industrial. La modificación se puede aplicar a las tres realizaciones básicas y es esencialmente independiente de la manera en que se prevé la fuente de luz UV en el reactor. Sin embargo, hay ciertas ventajas funcionales cuando se usa el tipo de "reactor de doble tapa de extremo". Las Figuras 6a-c muestran varios ejemplos de la integración de dicho módulo de barrera de UV de acuerdo con la presente invención en circuitos de laboratorio típicos.

20 En el ejemplo mostrado en las Figuras 6a-c el módulo de barrera de UV se puede usar en una etapa RO/EDI (Osmosis Inversa/Electro-desionización) aguas abajo de un módulo de membrana RO conectado al puerto central mientras que los puertos axiales se conectan respectivamente a un módulo EDI y a un desagüe aguas abajo. En estas figuras el "módulo DI" representa el "módulo de Desionización" y se puede hacer con materiales de intercambio iónico (perlas, textiles, polímeros etc.) que retengan los iones. Generalmente es un consumible. Esta disposición proporciona aislamiento entre el permeado de RO y el paso siguiente o de tratamiento de agua aguas abajo, por ejemplo en el módulo EDI. En esta configuración el puerto central del módulo de la barrera de UV se puede usar para proteger el permeado contra la retro-contaminación del desagüe. La osmosis inversa es una tecnología de purificación que usa una membrana semipermeable. La conductividad típica de la calidad del agua está por encima de los 20 uS/cm cuando se alimenta con agua del grifo. En el modo de operación normal, el agua purificada fluye desde el módulo de RO al módulo de EDI. Al estabilizar las prestaciones óptimas del módulo de RO, hay un modo llamado "enjuague de RO" en el cual el agua producida se lleva al desagüe. Los patrones de flujo deseados se pueden establecer mediante las válvulas en el circuito. Gracias a la barrera de UV en esta disposición el agua restante y residente en el tubo de drenaje no puede retro-contaminar la etapa de permeado del módulo de RO. Si el módulo de barrera de UV se usa aguas abajo del módulo de EDI, puede proporcionar aislamiento entre el módulo de EDI y un depósito de almacenamiento de agua. El puerto central adicional del módulo de barrera de UV se puede usar para recircular el agua desde el depósito para mantener un bajo nivel bacteriano (Figura 6b). Si el módulo de barrera de UV se usa en un circuito de distribución de agua o una etapa de pulido (Figuras 6b y c), puede proporcionar aislamiento entre el circuito de distribución y el depósito de almacenamiento de agua.

40 En tal aplicación la intensidad de emisión de la fuente o las fuentes de luz UV del módulo se puede controlar según la energía necesaria en el proceso de sistema respectivo. Un bajo nivel de energía de la radiación se puede elegir cuando el agua no se produce no se recircula o se dispensa para evitar el calentamiento del agua, para ahorrar energía y aumentar la vida útil de la fuente de luz UV. Se puede elegir una radiación de alto nivel de energía durante la producción y distribución y ser supervisada y controlada según el caudal de agua.

45 El reactor de purificación biocida de la presente invención proporciona las ventajas de que el manejo, la fabricación, la reparación y desechado del reactor no está sujeta a los estrictos requisitos y normas de seguridad de los reactores existentes que tienen fuentes de luz UV basadas en mercurio. El consumo de energía de las fuentes de luz UV en forma de LED es considerablemente inferior comparado a los sistemas basados en mercurio. El diseño modular que comprende el tubo cilíndrico principal y las tapas de extremo que contienen la fuente de luz UV permiten el diseño y la adaptación del tamaño del reactor a los caudales de agua y volúmenes de procesamiento deseados en los que el tubo cilíndrico principal se intercambia con uno que tiene una longitud axial mayor. El uso de material reflectante de UV en el tubo cilíndrico principal y las tapas de extremo hacen todo el diseño más robusto y eficaz incluso si se usa además material transparente a los UV en forma de ventanas o tubos. Por último, el calor producido por los LED en las tapas de extremo o en el tubo cilíndrico principal se disipa eficientemente al entorno, directamente a través de la PCB que incluye una base de metal y/o a través de los segmentos de anillos con superficie aumentada usados en las tapas de extremo. Esto prolonga la vida de los LED y reduce la nueva formación de microorganismos en el fluido procesado en el reactor.

60 Aunque se han descrito dos realizaciones distintas y un ejemplo no hace falta decir que las tapas de extremo que incluyen las fuentes de luz UV también se pueden usar en conexión con el tubo cilíndrico principal que contiene una fuente de luz UV para maximizar la entrada de radiación UV en el volumen interior del tubo cilíndrico principal.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un reactor de purificación biocida, que incluye un tubo (1A; 1 B) cilíndrico principal; al menos una tapa de extremo (2A, 2B, 2C) que cierra al menos una abertura de extremo axial del tubo (1A; 1B) cilíndrico principal; y al menos dos puertos (3A, 3B) que comunican con el volumen (4) interior del tubo (1A; 1B) cilíndrico principal en la proximidad de los respectivos extremos axiales del tubo cilíndrico (1A; 1B); en donde al menos dicha tapa (2A) de extremo incluye una fuente (7A) de luz UV, en donde la fuente (7A) de luz UV está conectada térmicamente a un disipador de calor adaptado para disipar el calor de la fuente (7A) de luz UV al entorno, y en donde el disipador de calor tiene forma de un segmento (6) de anillo con características (6A) de aumento del área de la superficie provista en la tapa (2A) de extremo.
2. El reactor de purificación biocida según la reivindicación 1, en donde el reactor incluye un par de tapas (2A, 2B, 2C) de extremos que cierran respectivamente las aberturas de los extremos axiales opuestos del tubo (1A; 1B) cilíndrico principal.
3. El reactor de purificación según la reivindicación 1 o 2, en donde la fuente (7A) de luz UV está separada del volumen (4) interior del tubo (1A; 1B) cilíndrico principal mediante un material transparente a los UV, preferiblemente una ventana (5) hecha de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice.
4. El reactor de purificación según la reivindicación 3, en donde el segmento (6) de anillo se dispone en la tapa (2A) de extremo sobre el lado de la ventana (5) transparente a UV mirando hacia fuera desde el volumen (4) interior del tubo (1A) cilíndrico principal.
5. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el tubo (1B) cilíndrico principal incluye una fuente (7B) de luz UV.
6. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la tapa o las tapas (2A, 2B, 2C) de extremo están al menos parcialmente hechas de un material que refleja los rayos UV, preferiblemente aluminio o PTFE o acero inoxidable, preferiblemente en las partes expuestas a la radiación procedente de la luz de la fuente (7A; 7B) de luz UV.
7. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde una parte de la tapa o las tapas (2A, 2B, 2C) de extremo están formadas como un reflector, preferiblemente parabólico o circular o combinaciones, para dirigir los rayos de luz emitidos desde la fuente (7A; 7B) de luz UV hacia el volumen interior (4) del tubo (1A; 1B) cilíndrico principal.
8. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la fuente (7A; 7B) de luz UV es una fuente de luz UV-C que incluye al menos un LED adaptado para emitir luz en el intervalo de longitudes de onda UV-C de 220 nm – 300 nm, preferiblemente de 260 nm +/- 5 nm, en donde el LED o los LED están preferiblemente montados en una PCB (8) que incluye una base de metal.
9. El reactor de purificación según la reivindicación 8 en combinación con la reivindicación 5, en donde se prevén varios LED (9A) en una o más matrices (9) que están dispuestas a lo largo de la longitud del tubo (1B) cilíndrico principal.
10. El reactor de purificación según la reivindicación 9, en donde una o más matrices (9) de LED (9A) están ubicadas en las aberturas o rebajes (10) correspondientes de un armazón (11) cilíndrico hecho de material reflectante de UV que forma un elemento del tubo (1B) cilíndrico principal.
11. El reactor de purificación según la reivindicación 10, en donde un cilindro (9) hecho de un material transparente a los UV, preferiblemente hecho de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice, se dispone entre el armazón (11) y el volumen (4) interior del tubo (1B) cilíndrico principal.
12. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde al menos parte de las superficies periféricas interiores del tubo (1A; 1 B) cilíndrico principal están formadas con material reflectante de UV, preferiblemente PTFE o aluminio o acero inoxidable.
13. El reactor de purificación según la reivindicación 12, en donde el material reflectante de UV está previsto como un revestimiento o una lámina que recubre la superficie respectiva de un cuerpo de un tubo de soporte o como un recubrimiento aplicado en la superficie respectiva de un cuerpo de un tubo de soporte o el cuerpo del tubo de soporte está hecho de un material reflectante de UV sólido.
14. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde al menos las partes de las superficies periféricas interiores del tubo (1 B) cilíndrico principal que en funcionamiento entran en contacto con el medio que ha de ser procesado en el reactor están cubiertas por una capa (9) de separación transparente a los UV, preferiblemente de cristal de cuarzo o de vidrio de sílice.

15. El reactor de purificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende un tercer puerto (3C) que comunica con el volumen (4) interior del tubo (1A; 1 B) cilíndrico principal entre los al menos dos puertos (3A, 3B) en la proximidad de los respectivos extremos axiales del tubo (1A; 1 B) cilíndrico.

Fig. 1

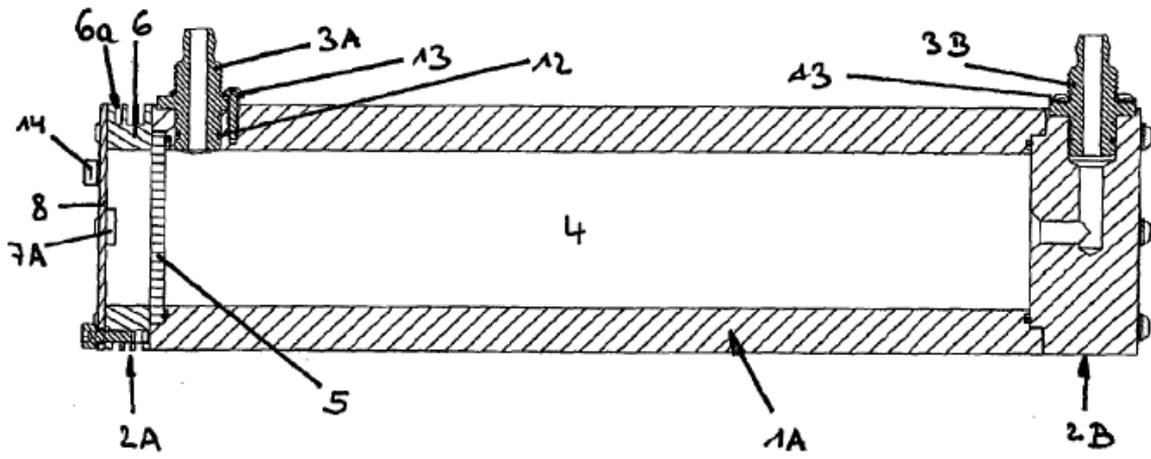


Fig. 2

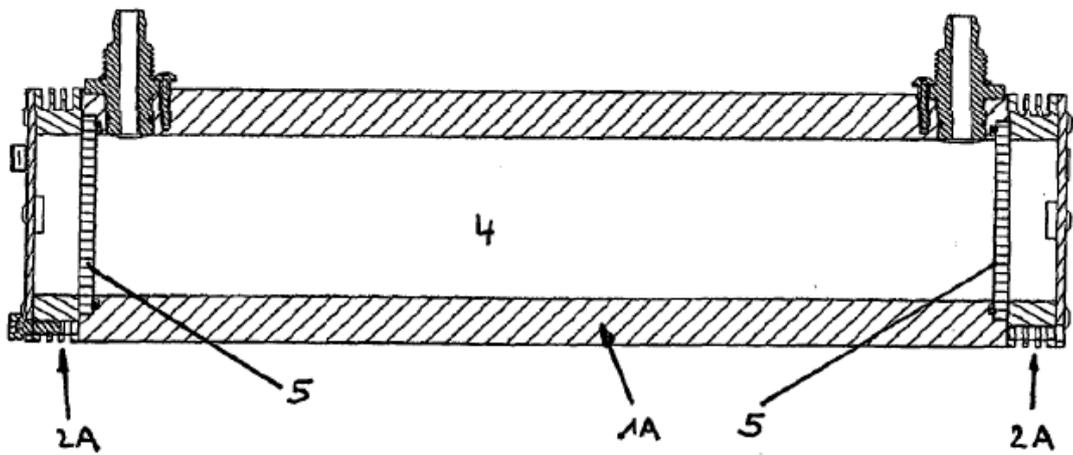


Fig. 3

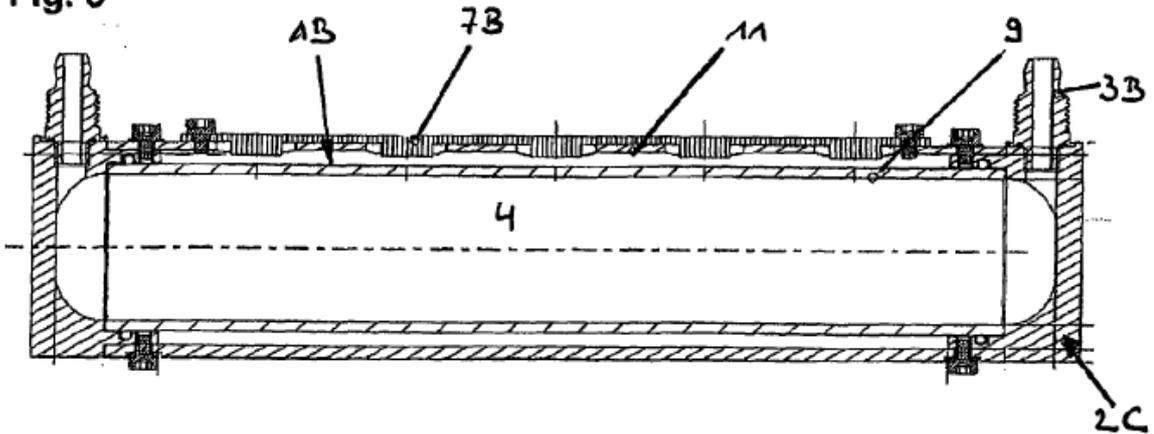


Fig. 4a

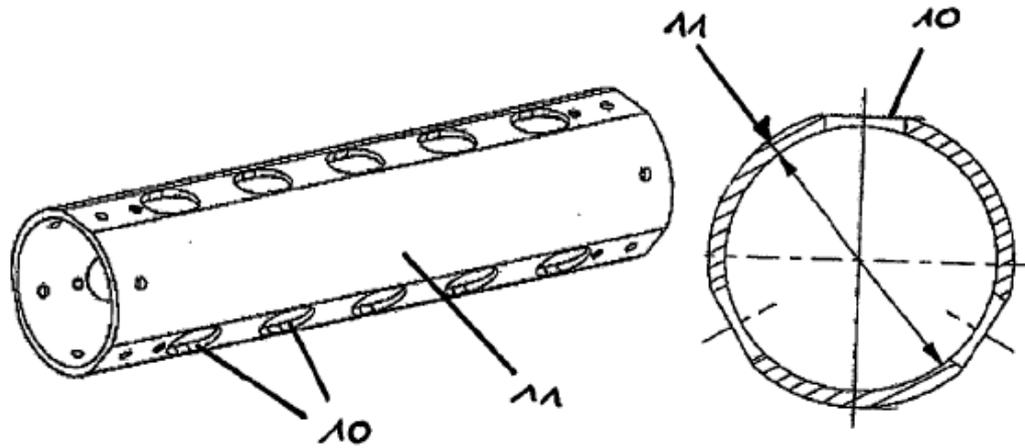


Fig. 4b

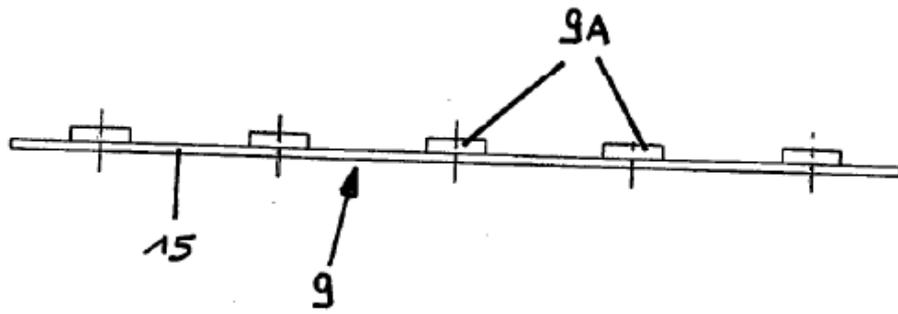


Fig. 4c

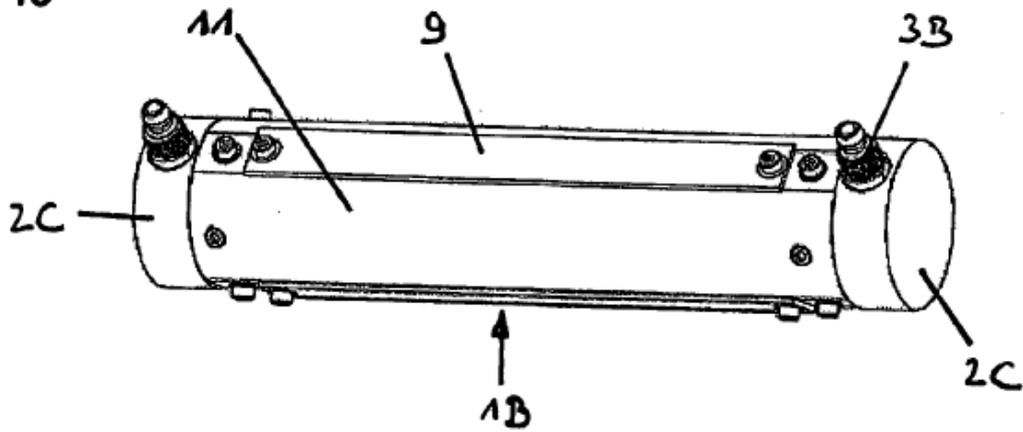


Fig. 5

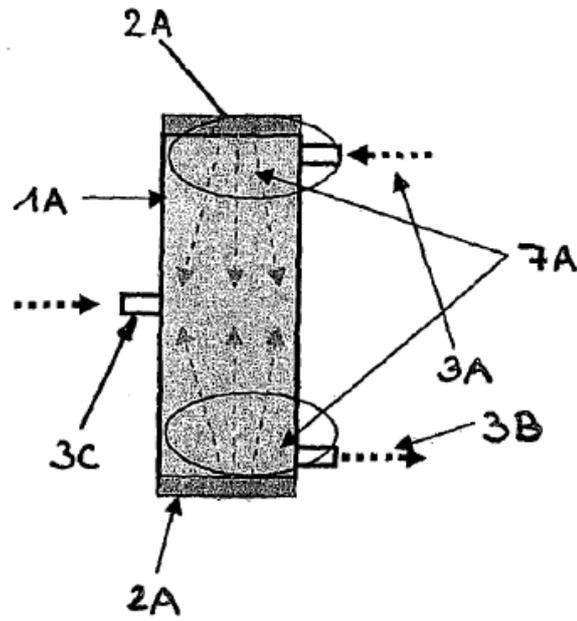


Fig. 6a

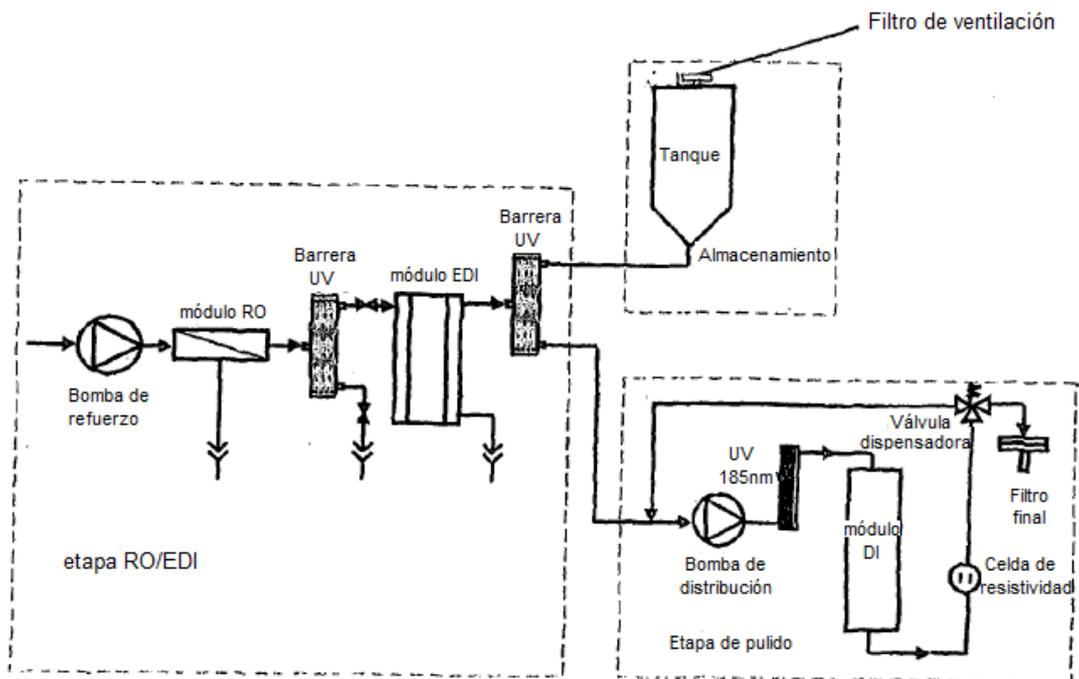


Fig. 6b

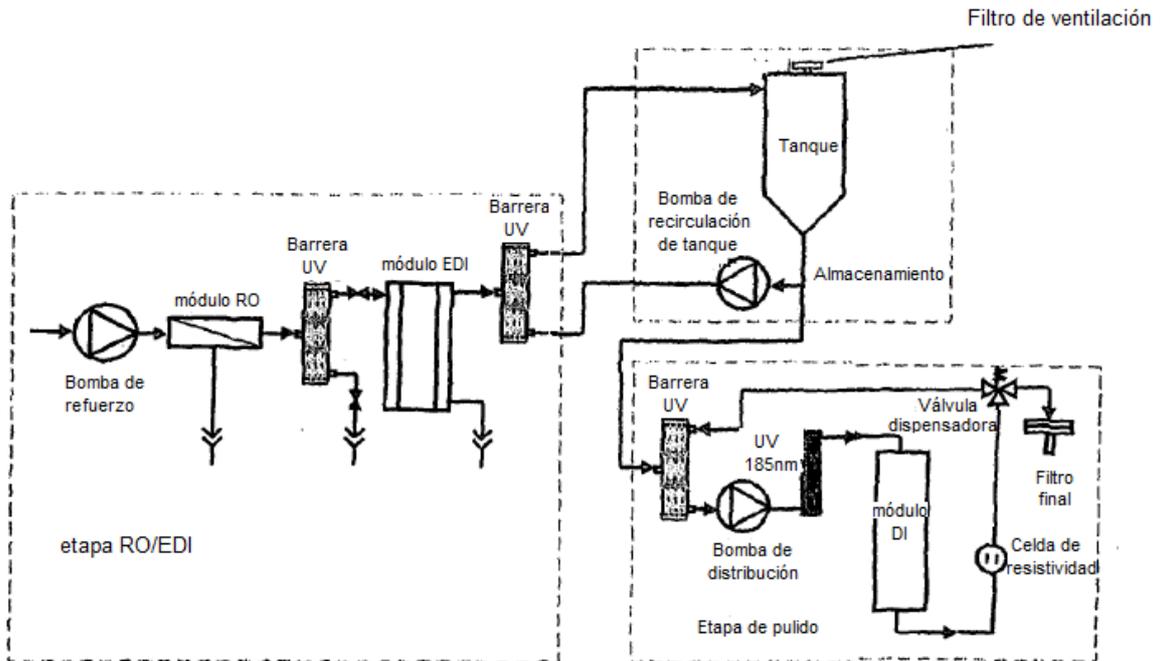


Fig. 6c

