



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 298**

21 Número de solicitud: 201130652

51 Int. Cl.:

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 103/36 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación: **26.04.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2011**

Fecha de la concesión: **25.01.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
25.10.2011

45 Fecha de anuncio de la concesión: **06.02.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
06.02.2012

73 Titular/es:

**Universidade de Santiago de Compostela
Centro de Innovación y Transferencia de
Tecnología
Edificio EMPRENDIA, Campus Sur
15782 Santiago de Compostela, A Coruña, ES**

72 Inventor/es: **Serrano Palacios, Denisse;**

**Omil Prieto, Francisco;
Suárez Martínez, Sonia y
Lema Rodicio, Juan M.**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Proceso para la eliminación de productos farmacéuticos presentes en aguas residuales.**

57 Resumen:

Proceso para la eliminación de productos farmacéuticos presentes en aguas residuales mediante la utilización de carbón activado en polvo (PAC) en un reactor biológico secuencial acoplado a una cámara de membrana de ultrafiltración. Este reactor consta de una primera unidad de reacción que opera de forma secuencial y donde se añade el PAC. El efluente generado de la primera unidad pasa a una cámara anexa que dispone de una membrana de ultrafiltración con tamaño de poro en el rango 0,04-0,4 μm provista de aireación continua y cuyo permeado constituye la corriente final del proceso. El PAC se adiciona con el objetivo de maximizar la eliminación de contaminantes farmacéuticos, especialmente de aquellos de naturaleza más recalcitrante. Mediante este proceso se logra reducir no sólo materia orgánica (>95%) y nutrientes (>75%) sino que se también se consiguen altos rendimientos (>90%) de eliminación de los productos farmacéuticos presentes a niveles traza (<100 $\mu\text{g/L}$).

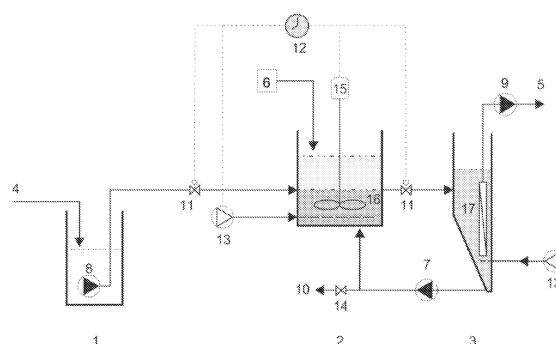


Figura 1

ES 2 362 298 B2

DESCRIPCIÓN

Proceso para la eliminación de productos farmacéuticos presentes en aguas residuales.

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un proceso de eliminación de productos contaminantes farmacéuticos presentes en aguas residuales en concentraciones traza, mediante la adición de carbón activo en polvo en un reactor biológico secuencial acoplado a una cámara anexa que contiene una membrana de ultrafiltración.

10 **Estado de la técnica**

Los compuestos farmacéuticos constituyen un grupo de contaminantes orgánicos con un amplio número de principios activos que se consumen masivamente en las sociedades desarrolladas. Se trata de sustancias presentes en la formulación de productos farmacológicos así como de cuidado personal (champús, lociones corporales, protectores solares, etc.), abarcando por tanto un amplio espectro en lo que respecta a su estructura molecular, propiedades físico-químicas, potencial de biodegradabilidad y persistencia. En la actualidad, se están utilizando miles de principios activos para sintetizar un número mucho mayor de estos productos. Tomando como ejemplo el ámbito de la UE, se están utilizando más de 3000 sustancias diferentes sólo en medicina humana, a las que hay que sumar un número muy importante de fármacos de uso veterinario. En cuanto a las perspectivas para los próximos años, se prevé un incremento en el consumo de medicamentos, principalmente debido al envejecimiento paulatino de la población, aunque también debido a la mejora en la calidad de vida. La regulación legislativa de estas sustancias en el medio ambiente es inminente, tal y como indica la Directiva Marco del Agua (2000/60/EC). En este sentido, se están discutiendo una serie de listas de contaminantes prioritarios que se están actualizando cada cuatro años y en donde ya aparecen varios compuestos farmacéuticos.

Estos compuestos se han detectado en diferentes compartimentos medioambientales, tales como ríos, lagos, aguas subterráneas, sedimentos, etc. La falta de información conclusiva sobre el potencial impacto ecotoxicológico derivado de la presencia de este tipo de compuestos en el medioambiente ha convertido este tema en un asunto puntero en el sector del tratamiento de aguas. La creciente preocupación se basa fundamentalmente en el hecho de que este tipo de sustancias se ha diseñado específicamente para producir un efecto biológico en los pacientes a los que se les administran, incluso en concentraciones muy bajas.

Los compuestos farmacéuticos que se encuentran en el medio ambiente deben su origen a varias fuentes como el consumo oral que conlleva la excreción de la fracción de medicamento no metabolizada en la orina y las heces o el lavado de las sustancias que se aplican sobre la piel (fragancias, lociones, etc.), estando así presentes en las aguas residuales domésticas y llegando a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR). También los hospitales se caracterizan por un alto consumo de este tipo de sustancias, lo que supone que sus aguas residuales tienen una carga mayor de estos compuestos que las Aguas Residuales Urbanas (ARU). Los hospitales, aparte de tener un consumo de agua muy elevado, vierten en general aguas muy complejas debido a la multitud de compuestos utilizados (agentes de diagnóstico como los medios de contraste, anestésicos como los alquil-fenoles, desinfectantes como alcoholes, formaldehído y clorofenoles, fármacos, etc.). En un estudio llevado a cabo por nuestro grupo de investigación de la Universidade de Santiago de Compostela se constató que los efluentes hospitalarios presentan unos niveles de contaminación significativamente más elevados que los municipales, con concentraciones máximas medidas para los parámetros convencionales que triplicaban los estándares fijados para aguas residuales municipales concentradas. Para algunos productos farmacéuticos se midieron concentraciones en los efluentes de hospital de hasta 40 veces las detectadas en aguas municipales (Suárez S. 2008, Tesis Doctoral, Universidade de Santiago de Compostela).

Con la tecnología implementada en las EDAR más modernas, se asegura una eliminación eficaz del carbono y del nitrógeno presente en las ARU, además de un estricto control microbiano. Sin embargo, estas instalaciones están recibiendo un gran número de microcontaminantes orgánicos, como los productos farmacéuticos, para los que las tecnologías de tratamiento convencionales no han sido diseñadas específicamente. Esto conlleva a una descarga no controlada de productos farmacéuticos a los medios acuáticos superficiales y subterráneos con el consiguiente impacto al medio ambiente.

La eliminación de productos farmacéuticos durante el tratamiento de aguas residuales tiene lugar por medio de un conjunto de mecanismos, tales como la volatilización, la adsorción en el fango y la transformación biológica y/o química. Parámetros como la temperatura, el uso de aditivos, el Tiempo de Retención Celular (TRC) y la composición, estructura y concentración de la biomasa, han demostrado influenciar significativamente las eficacias de eliminación de estos compuestos (Omil F *et al.*, 2010, In: Xenobiotics in the Urban Water Cycle, Ed. Springer, pp. 283-306). A modo de resumen, la operación con elevadas concentraciones de lodo y altos TRC son favorables para maximizar la eliminación de productos farmacéuticos.

Por otro lado, se ha observado que la operación en condiciones de nitrificación-desnitrificación propicia la generación de la enzima amonio monooxidasa (AMO) por parte de grupos específicos de bacterias mejorando la eliminación de algunos contaminantes farmacéuticos, como ocurre con el naproxeno, la roxitromicina y eritromicina, iopromide y trimetoprim (Suárez *et al.* 2010, Water Research 44, pp. 3214-3224; Batt *et al.*, 2006, Environ. Sci. Technol. 40, pp. 7367-7373; Pérez *et al.*, 2005, Environmental Toxicology and Chemistry 24, pp. 1361-1367) o incluso con la hormona sintética etinilestradiol (Forrez *et al.*, 2008; Journal of Chemical Technology and Biotechnology 84, pp. 119-125).

Los biorreactores de membrana se basan en una combinación de un reactor biológico con biomasa en suspensión en el que se sumerge o coloca externamente una membrana de microfiltración o ultrafiltración. Presenta la ventaja de favorecer la operación con elevadas concentraciones de lodo y TRC en comparación con los sistemas convencionales de lodos activos (Conventional Activated Sludge, CAS) y de producir efluentes de elevada calidad en cuanto a sus características microbiológicas y parámetros convencionales (fundamentalmente sólidos). Sin embargo, se ha observado que en la etapa de filtración por membrana no se eliminan los productos farmacéuticos por exclusión de tamaño, por lo que aún no está claro si este tipo de sistemas pueden mejorar la eliminación de estos compuestos a niveles traza. Esto implica que en este tipo de sistemas se ve favorecida la eliminación de los productos farmacéuticos biodegradables (e.g. ibuprofeno) y también de aquellos que tienen tendencia a adsorberse sobre el lodo (e.g. galaxolide). Sin embargo, algunos compuestos que han mostrado ser altamente persistentes en sistemas CAS (e.g. carbamazepina) tampoco se eliminan en los biorreactores de membrana (Clara M *et al.*, 2004, *Water Research* 38, pp. 947-954).

Se ha demostrado que el uso de carbón activo en columnas de adsorción como tratamiento terciario es efectivo para la eliminación de compuestos farmacéuticos (Choubert JM *et al.*, 2011, *Water Science & Technology* 63, pp. 57-65). Sin embargo, la adición de carbón activo directamente en las plantas de tratamiento de aguas residuales con el propósito de eliminar contaminantes farmacéuticos no es una estrategia conocida. No obstante, existen algunos trabajos en sistemas de lodos activos en donde se ha utilizado el carbón activo en polvo en concentraciones de 500 a 4000 mg/L para incrementar la eficacia de la etapa de nitrificación (Ng and Stenstrom, 1987, *J. Environ. Eng.* 113, pp. 1285-1301), mientras que otros autores han observado un aumento en la eliminación de materia orgánica así como una significativa disminución de toxicidad causada por compuestos inhibidores (Widjaja T. *et al.*, 2004, *Chemosphere* 57, pp. 1219-1224). Además, se ha observado que el carbón activo es un adecuado soporte al cual se pueden adherir bacterias, siendo posible mejorar la retención de aquellas bacterias con lento crecimiento, como las mirificantes (Thuy and Visvanathan, 2006, *Water Science and Technology* 53, pp. 89-97). Investigaciones más recientes han demostrado que el uso de carbón activo puede ser apropiado para minimizar los problemas de ensuciamiento de la membrana en los biorreactores de membranas, también conocidos como MBRs. En este sentido, se han utilizado concentraciones de 0,5 a 3 g/L dentro del tanque de aireación de los MBRs para evitar y controlar el ensuciamiento de las membranas (Remy M *et al.*, 2009, *Water Research* 43, pp. 345-350; Munz G *et al.*, 2007, *Desalination* 207, pp. 349-360).

En la presente invención, el proceso propone la utilización de un reactor biológico secuencial operado en condiciones de nitrificación - desnitrificación en presencia de PAC acoplado a una cámara que contiene una membrana de ultrafiltración, lo que en conjunto supone un proceso muy eficiente para la eliminación de compuestos farmacéuticos. La eliminación de aquellos compuestos que sean más biodegradables se ve favorecida por la operación en condiciones de nitrificación - desnitrificación, con altas concentraciones de biomasa y elevados TRC, mientras que la presencia de PAC permite la eliminación por adsorción de los contaminantes traza más persistentes (e.g. carbamazepina) y, finalmente, la adsorción de las sustancias más lipofílicas (e.g. fragancias) sobre el lodo se verá incrementada debido al desarrollo de flóculos más pequeños que los que crecen en un CAS debido a la presencia de la membrana de ultrafiltración. Además, al tratarse de un proceso con membranas, la retención del PAC y del lodo, y por tanto de los compuestos adsorbidos, es completa.

En este sentido los únicos documentos de patentes que se han encontrado se centran en la utilización de carbón activo en los biorreactores de membrana con el fin de proteger dichas membranas frente al bloqueo de poros (JP 1284304 A) o bien para mejorar la eficiencia de eliminación de nitrógeno y materia orgánica disuelta (KR 20030097075 A).

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un proceso de eliminación de productos contaminantes farmacéuticos presentes en aguas residuales.

El efluente a tratar consiste en aguas residuales caracterizadas por la presencia de materia orgánica y nutrientes con unos rangos de concentración de 500-2000 mg DQO/L, 10-100 mg N-NH₄/L y 1-10 mg P-PO₄/L. Las concentraciones de productos farmacéuticos considerados es a niveles traza, es decir, por debajo de 100 µg/L.

En la Figura 1 (ver apartado Descripción de la figura) se representa la configuración del proceso que en conjunto está formado por dos unidades. La corriente de aguas residuales a tratar se bombea desde el tanque de recepción hacia la primera unidad, el reactor biológico secuencial. Este tanque se ha diseñado para trabajar secuencialmente siguiendo una programación horaria de ciclos de 6 horas regulados con un temporizador, cada uno de los cuales comprende diferentes fases: llenado (3-10%), operación anóxica (20-30%), operación aerobia (60-70%), decantación y vaciado (3-10%). A lo largo de cada ciclo de operación se irán produciendo las reacciones metabólicas (desnitrificación, oxidación de la materia orgánica y nitrogenada) catalizadas por las diferentes poblaciones de microorganismos presentes, así como la eliminación de los contaminantes farmacéuticos con mayor potencial de biodegradabilidad, tales como el ibuprofeno. Otros compuestos de menor biodegradabilidad pero mayor potencial de interacción con los lodos, caso del galaxolide, se irán reteniendo en el lodo presente. La operación con tiempos de residencia de lodos superior a los sistemas convencionales favorece este contacto, mejorando así su posterior degradación. Asimismo, el proceso está orientado hacia la maximización de la nitrificación-desnitrificación, ya que la generación de la enzima amonio monooxidasa (AMO) por parte de grupos bacterianos específicos mejoran la eliminación de algunos contaminantes farmacéuticos, tal como comentamos en el apartado de Estado de la técnica.

La adición de PAC directamente en la unidad de reacción secuencial en rangos de concentraciones de 0,5-2 g/L permite: a) aumentar la eliminación de contaminantes farmacéuticos hasta valores superiores al 90%, siendo espe-

cialmente notable el caso de los más persistentes (baja biodegradabilidad y baja interacción con el lodo) que pasan a eliminarse en su totalidad; b) la mejora de la nitrificación y desnitrificación lo que redundará en una mayor producción de la enzima AMO; c) mejor operación del conjunto del sistema al minimizarse los problemas de ensuciamiento en la cámara de membrana de ultrafiltración.

5 Una vez completado el ciclo de operación en la unidad secuencial y obtenido el clarificado por decantación de la biomasa presente, se procede al vaciado parcial del sobrenadante mediante una bomba a la cámara de membrana, en donde una unidad de membrana de ultrafiltración (tamaño de poro 0,04-0,4 μm) permite obtener el efluente final del proceso. La operación de la membrana sigue un ciclo que consta de un período de succión seguido de otro de relajación o contralavado que supone el 80-90% y el 10-20% del tiempo de operación, respectivamente. A diferencia de la unidad de reacción secuencial, en esta segunda cámara se mantiene de forma continua una corriente de aireación desde la zona inferior para minimizar el ensuciamiento de la membrana. De esta cámara se obtienen dos corrientes: a) el efluente final del proceso, con un contenido de sólidos, materia orgánica y nutrientes muy bajos, y con la práctica ausencia de productos farmacéuticos, y b) una corriente inferior que contiene gran cantidad de sólidos, y que se recircula hacia la unidad de reacción secuencial. A partir de esta corriente de recirculación se obtiene la purga del proceso que determina el tiempo de residencia de los sólidos presentes (biomasa y PAC) que será entre 30 y 120 días, mientras que el TRH será el habitual (6-24 h) en función de la eliminación deseada de contaminantes convencionales.

20 A diferencia de los procesos convencionales, el presente proceso está diseñado para operar con tiempos de residencia celular muy elevados, altas concentraciones de biomasa, diversidad microbiana, elevada actividad enzimática, etc., para maximizar la eliminación de los compuestos farmacéuticos biodegradables y lipofílicos y conseguir un efluente final de muy buena calidad en cuanto a sus niveles de contaminantes convencionales (sólidos, materia orgánica y nutrientes) y farmacéuticos. Sin embargo, la estrategia de adición de PAC es clave para lograr una eliminación total de los compuestos farmacéuticos, especialmente en lo relativo a aquellos compuestos persistentes cuya biodegradación o interacción con los lodos no sea muy significativa (caso de, por ejemplo, carbamazepina y diazepam, entre otros). La Tabla 1 muestra los rendimientos alcanzados en este proceso, que son muy superiores a los habitualmente indicados en sistemas convencionales de tratamiento.

TABLA 1

30 *Comparación entre las eficacias de eliminación de los compuestos farmacéuticos considerados*

35	Compuesto	Eliminaciones en sistemas convencionales (%)	Eliminaciones en el proceso propuesto (%)
40	Carbamazepina	<20	> 99
	Diazepam	<20	85-99
	Diclofenaco	<40	90-93
45	Fluoxetina	70-85	97-98
	Naproxeno	> 80	90-93
50	Ibuprofeno	> 90	98-99
	Sulfametoxazol	40-70	97-99
	Roxitromicina	65-85	97-99
55	Trimetoprim	35-75	90-99
	Eritromicina	50-75	94-99
60	Galaxolide	50-75	86-93
	Tonalide	50-75	80-87
65	Celestolide	50-75	86-97

Descripción de la figura

La Figura 1 complementa la descripción y permite una mejor comprensión de las características técnicas de la invención. La Figura tiene un carácter ilustrativo y no limitativo. Se han representado las diferentes unidades de las que consta el proceso descrito.

Figura 1

1. Tanque de recepción de aguas residuales
2. Reactor biológico secuencial
3. Cámara de membrana de ultrafiltración
4. Corriente de entrada de aguas residuales brutas
5. Corriente final de aguas tratadas (permeado de la unidad de membrana)
6. Adición de PAC
7. Bomba de recirculación
8. Bomba de impulsión de aguas residuales brutas
9. Bomba de permeado de la unidad de membrana
10. Corriente de purga
11. Válvula automática controlada por el programador
12. Programador
13. Compresor de aire
14. Válvula
15. Motor del agitador
16. Palas del agitador
17. Unidad de membrana de ultrafiltración.

Ejemplo de ejecución

Ejemplo 1

Tratamiento de un agua residual con unas características promedio de 1000 mg DQO/L, 80 mg N-NH₄/L, 8 mg P-PO₄/L y una concentración de compuestos farmacéuticos de 10 µg/L de compuestos antiinflamatorios (ibuprofeno, naproxeno y diclofenaco); 10 µg/L de antibióticos (sulfametoxazol, trimetoprim, roxitromicina y eritromicina); 10 µg/L de compuesto antidepresivo (fluoxetina); 20 µg/L de compuesto tranquilizante (diazepam) así como de anti-epiléptico (carbamazepina); 40 µg/L de sustancias usadas en la formulación de cosméticos (galaxolide, tonalide y celestolide).

Este agua residual se alimenta a la unidad secuencial de reacción biológica (volumen útil de 30 L, Tiempo de Residencia Hidráulico de 1 día), que es dónde ocurren los diversos procesos de eliminación en mayor extensión. Esta unidad opera en discontinuo siguiendo una secuencia de programación que alterna diferentes periodos a lo largo de un ciclo total de operación de 6 horas: llenado (8 min), operación anóxica (93 min), operación aerobia (236 min), sedimentación (15 min) y vaciado (8 min). La relación de intercambio volumétrico en esta unidad es del 25%. La adición de 1000 mg/L de PAC (densidad real 1,665 g/cm³, densidad aparente 0,25 g/cm³ y área de superficie específica 328 m²/g) se realiza directamente dentro de esta unidad. Una vez finalizado el ciclo de operación, el efluente generado se alimenta a la cámara de membranas. Se operó con una unidad de membrana de ultrafiltración de placa plana de material polimérico (0,4 µm de tamaño de poro, 0,126 m² de área superficial, 20 L/m² h de flujo nominal y 98,71 L/ m² h bar de permeabilidad). La operación con esta unidad de membrana supone la alternancia de periodos de succión de y de relajación (6,25 min y 1,25 min, respectivamente), manteniendo en todo momento una corriente de aire mediante unos difusores de burbuja gruesa situados en la parte inferior de dicha cámara para crear el flujo cruzado necesario para minimizar el ensuciamiento de la membrana.

ES 2 362 298 B2

Tras la operación con un tiempo de retención de sólidos de 90-100 días (valores a partir de los cuales empieza a observarse saturación del PAC en cuanto a la eliminación de sustancias farmacológicas), las características del efluente final del proceso se pueden resumir en: 95-99% de eliminación de materia orgánica, 70-80% de eliminación de N-NH_4 y alrededor de 80% de eliminación de P-PO_4 . De acuerdo a la eliminación de los compuestos farmacéuticos considerados distinguimos tres grupos en cuanto a su comportamiento:

- Compuestos con mayor afinidad por el PAC y que no son eliminados de forma significativa en ausencia de éste: carbamazepina, trimetoprim, roxitromicina, eritromicina y fluoxetina, obteniéndose eliminaciones muy altas (97-99%). Las características principales que tienen en común estos compuestos es que todos ellos tienen un pKa entre 7-10 y por lo tanto pueden ser moderadamente alcalinos. A su vez estos compuestos tienen la presencia de grupos aminos dentro de sus estructuras moleculares lo que puede ocasionar que puedan estar parcialmente protonados bajo condiciones neutras. Por ello, el principal mecanismo de eliminación de estos compuestos en el proceso radica en su interacción con el PAC.
- Compuestos de biodegradabilidad media como el ibuprofeno y el naproxeno. Estos compuestos presentan altos porcentajes de eliminación (> 90%) siendo la biodegradación el principal mecanismo de eliminación, mientras que la adsorción en lodos o en el PAC no es significativa. Sin embargo, la mayor abundancia de organismos nitrificantes observada tras la adición de PAC mejora aún más su eliminación. El alto tiempo de retención celular del proceso y el desarrollo de una ecología microbiana diversa son los principales factores que explicarían la eliminación de estas sustancias.
- Compuestos lipofílicos de baja afinidad por el PAC y de biodegradabilidad intermedia como las fragancias galaxolide, tonalide y celestolide. Su eliminación no aumenta significativamente tras la adición de PAC, siendo básicamente retenidos por los lodos (adsorción en la capa lipofílica de las paredes celulares). Una vez retenidos, estos compuestos son susceptibles a biodegradarse. La retención completa de biomasa en el proceso debido a la presencia de la unidad de membrana de ultrafiltración asegura la ausencia de estos compuestos en el efluente final.

REIVINDICACIONES

5 1. Proceso para la eliminación de compuestos farmacéuticos presentes en aguas residuales mediante la utilización de carbón activo en polvo (PAC) en un reactor biológico secuencial acoplado a una cámara de membranas de ultrafiltración que comprende las siguientes etapas:

10 a) Recogida de las aguas residuales **caracterizadas** por la presencia de materia orgánica en el rango 500-2000 mg DQO/L, nitrógeno amoniacal en el rango 10-100 mg N-NH₄/L y fósforo en el rango 1-10 mg P-PO₄/L, así como de compuestos farmacéuticos en concentraciones traza: por debajo de 100 µg/L.

15 b) Tratamiento biológico de las aguas residuales en un reactor discontinuo secuencial que recibe una dosificación directa de carbón activo en polvo, con el objetivo de mantener una concentración constante en el rango 0,5-2 g PAC/L que se logrará mediante el ajuste del caudal de purga (manteniendo un tiempo de retención de sólidos de 30-120 días), donde la operación del reactor discontinuo secuencial supone el seguimiento de un ciclo de 6 horas de programación controlado mediante un temporizador que comprende las fases siguientes: 3-10% llenado parcial; 20-30% en condiciones de reacción anóxica, sin aireación pero con agitación; 60-70% en condiciones de reacción aerobia, con aireación; y 3-10% sedimentación y vaciado parcial, pudiendo haber un intercambio volumétrico en el rango de 20-50%.

20 c) Tratamiento de la corriente generada tras el vaciado parcial del reactor discontinuo secuencial en una cámara anexa que dispone de una membrana inmersa de ultrafiltración, que tiene un tamaño de poro de 0,04-0,4 µm, y opera siguiendo una rutina continua que alterna períodos de succión y de relajación que suponen el 80-90% y el 10-20% del tiempo de operación de la membrana, respectivamente, y de una aireación continua desde el fondo, de la cual se dispone de difusores de burbuja gruesa que inyectan de forma continua una corriente de aire para obtener un flujo cruzado en la superficie de la membrana con el objeto de minimizar el ensuciamiento de ésta, en la cual se producen dos corrientes: i) un permeado generado por la membrana que constituye la corriente final del proceso, ii) una corriente que contiene el rechazo acumulado en dicha cámara, una parte del cual se recircula mediante una bomba al interior del reactor discontinuo secuencial durante la fase de aireación y la otra parte constituye la corriente de purga del proceso.

30 2. Proceso, según la reivindicación 1, para la eliminación de compuestos farmacéuticos presentes en aguas residuales procedentes de hospitales, industrias farmacéuticas y/o explotaciones agropecuarias que empleen medicamentos veterinarios.

35

40

45

50

55

60

65

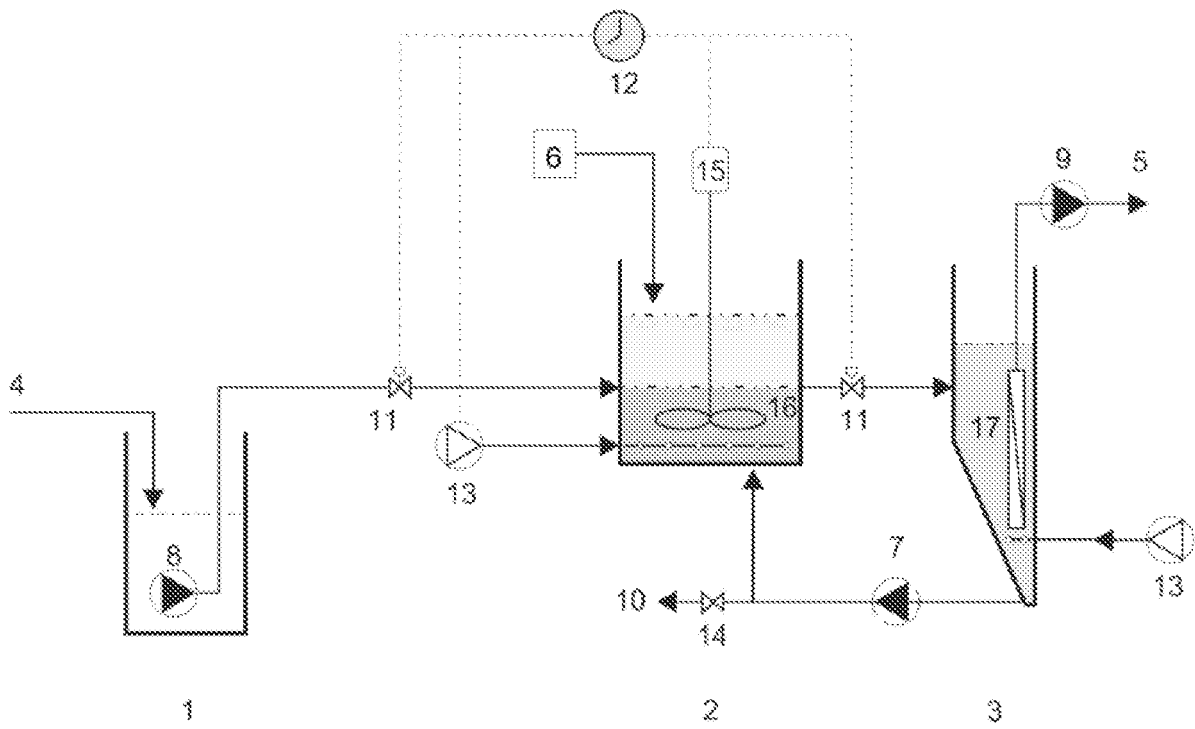


Figura 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201130652

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.04.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2010147964 A1 (SAUDI ARABIAN OIL CO et al.) 23.12.2010, párrafos [38-70]; figura 2.	1-7
X	US 2007209999 A1 (SIEMENS WATER TECH CORP) 13.09.2007, párrafos [24-60]; figura 1.	1-7
A	JP 62286591 A (EBARA INFILCO; EBARA RES CO LTD) 12.12.1987, (resumen) [en línea] recuperado de [EPODOC/EPO].	1-7
A	TAMBOSI, J. L. et al. "Removal of pharmaceutical compounds in membrane bioreactors (MBR) applying submerged membranes" Desalination, 17 Junio 2010, Vol. 261, páginas 148-156; resumen, introducción, figura 1.	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
17.06.2011

Examinador
M. García González

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C02F9/14 (2006.01)
C02F3/12 (2006.01)
C02F1/28 (2006.01)
C02F103/36 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT, NPL, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 17.06.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-7	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-7	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2010147964 A1 (SAUDI ARABIAN OIL CO et al.)	23.12.2010
D02	US 2007209999 A1 (SIEMENS WATER TECH CORP)	13.09.2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un procedimiento de eliminación de compuestos farmacéuticos en aguas residuales mediante la adición de carbón activo en polvo en un reactor biológico acoplado a una cámara anexa con membranas de ultrafiltración.

El documento D01 se refiere a un proceso de tratamiento de aguas residuales que contienen compuestos farmacéuticos en el que se lleva a cabo un tratamiento biológico con dosificación directa de carbón activo en polvo (234) al reactor biológico (202) y a continuación se trata la corriente generada (208) en una cámara anexa (204) que contiene membranas de ultrafiltración (240), siendo el permeado (212) la corriente final del proceso libre de contaminantes y el rechazo (214) se recircula en parte al reactor y en parte constituye la corriente de purga (218). El reactor biológico puede ser de tipo discontinuo secuencial y el caudal de la corriente de purga se ajusta para conseguir las condiciones adecuadas en el mismo (ver párrafos 38-70 y referencias en figura 2)

El documento D02 divulga un procedimiento para eliminar contaminantes de baja biodegradabilidad en aguas residuales mediante un biorreactor (120) al que se adiciona carbón activo en polvo (122) y a continuación un sistema de separación (130), como membranas de ultrafiltración. Se obtiene una corriente libre de contaminantes (136) y los sólidos separados se recirculan al biorreactor en parte (134) o se purgan (144) (ver párrafos 24-60 y referencias en figura 1)

En consecuencia, la reivindicación 1 de la solicitud carece de novedad a la luz de lo divulgado en los documentos D01 ó D02 considerados por separados. (Art. 6 LP)

Las reivindicaciones dependientes 2-7, relativas a condiciones de proceso, no contienen ninguna característica que, en combinación con las características de la reivindicación de la que dependen, cumplan la exigencia establecida respecto a actividad inventiva ya que reflejan variables de operación y/o diseño que, en ausencia de un efecto técnico, corresponden a ejecuciones rutinarias que el experto en la materia ensayaría de cara a la optimización del proceso.

En consecuencia, las reivindicaciones 2-7 de la solicitud carecen de actividad inventiva a la luz de lo divulgado en el estado de la técnica. (Art. 8 LP)