



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 265 728**

② Número de solicitud: 200402217

⑤ Int. Cl.:  
**C02F 1/28** (2006.01)  
**C02F 1/78** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **10.09.2004**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2007**

Fecha de la concesión: **19.12.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.02.2008**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**01.02.2008**

⑰ Titular/es: **Universidad de Granada  
Hospital Real - Cuesta del Hospicio, s/n  
18071 Granada, ES**

⑱ Inventor/es: **Rivera Utrilla, José y  
Sánchez Polo, Manuel**

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas mediante el uso de ozono y carbón activado.**

㉒ Resumen:

Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas mediante el uso de ozono y carbón activado aprovechando la dosis de carbón activado en polvo, comúnmente adicionada en el tratamiento de agua potable, para potenciar la eficacia depurativa del ozono en la eliminación de microcontaminantes orgánicos de gran toxicidad. El sistema consta de un ozonizador, un contactor para favorecer la transferencia del ozono desde la fase gaseosa hasta la fase acuosa, un sensor de ozono en fase acuosa con el fin de valorar de forma continua la concentración de ozono en el reactor, una bomba peristáltica para bombear el agua a través del reactor en columna, un depósito de carbón activado con una válvula para controlar la dosis de carbón adicionada al sistema y, finalmente, un sistema de separación de fases, que permita la completa eliminación del carbón activado en polvo adicionado.

ES 2 265 728 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas mediante el uso de ozono y carbón activado.

5 Sistema de tratamiento basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado en polvo para la eliminación de microcontaminantes orgánicos presentes en aguas.

## Estado de la técnica

10 La gran sensibilidad despertada últimamente por la calidad del agua, ha conseguido que se inviertan gran cantidad de recursos humanos y monetarios, tanto por parte de las administraciones públicas como de las agencias privadas, en el desarrollo de nuevos procesos de tratamiento de aguas de gran efectividad en la eliminación de microcontaminantes orgánicos, altamente nocivos para la salud humana.

15 En el caso de los microcontaminantes orgánicos se ha sugerido el uso del ozono, debido a su elevada capacidad oxidante, como alternativa depurativa para su degradación (von Gunten, U. Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation. *Water Research*, 37, 1443-1467, **2003**; von Gunten U., Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide and chlorine, *Water Research*, 37, 1469-1487, **2003**). Sin embargo, este proceso se encuentra limitado por la cinética química, así como por la posible generación de compuestos intermedios de mayor toxicidad que el compuesto de partida. Por ello, con el fin de incrementar la eficacia depurativa del ozono, así como reducir el consumo del mismo para alcanzar un nivel de depuración determinado, surgieron los procesos de oxidación avanzada,  $O_3/H_2O_2$ ,  $O_3/OH^-$ ,  $O_3/UV$ , (Glaze W.H., Kang J.W., Chapin D.H., The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation. *Ozone Science and Engineering*, 9, 335-342, **1987**; Bermond A. and Camel V. The use of ozone and associated oxidation processes in drinking water treatment. *Water Research*, 32, 3208-3222, **1998**). Estos procesos se basan en la descomposición del ozono en radicales  $\cdot OH$ , los cuales se caracterizan por presentar una alta reactividad y un gran potencial oxidante, atacando a la mayor parte de las moléculas orgánicas, mediante reacciones con constantes de velocidad que oscilan entre  $10^6$  y  $10^9 M^{-1}s^{-1}$ . De todos estos sistemas, el único que es aplicado en los procesos de depuración de aguas destinadas a consumo humano a escala real, debido a su fácil aplicación y bajo coste económico, es el basado en el uso de  $O_3/H_2O_2$ .

20 Recientemente, se están investigando nuevas alternativas a los procesos de oxidación avanzada tradicionales comentados anteriormente. Estas alternativas se basan en la adición de metales pesados al sistema ( $Cr_2O_3$  y  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ , entre otros) para aumentar la extensión del proceso de ozonización de los microcontaminantes orgánicos (Abdo M.S.E., Shaban H., Bader M.S.H. Decolorization by ozone of direct dyes in presence of some catalysts. *J. Environ. As. Health*, A23, 697-708, **1988**; Andreozzi R. Insola A., Caprio V., D'amore M.G. The kinetics of Mn(II)-catalysed ozonation of oxalic acid in aqueous solution. *Water Research*, 26, 917-925, **1992**; Sánchez-Polo M. and Rivera-Utrilla J. Metal-catalyzed ozonation of 1,3,6-naphthalenetrisulphonic acid. *J. Chem. Tech. Biotech.*, (Aceptado (en prensa), **2004**). Este proceso ha recibido el nombre de "ozonización catalítica homogénea" y el mecanismo implicado así como la influencia de los parámetros operacionales en este proceso, son aún motivo discusión en los diferentes foros científicos. Además, la necesidad de añadir estos metales al medio incrementa la toxicidad del sistema dificultando, de este modo, su posible aplicación práctica.

25 Todas las metodologías anteriormente propuestas, persiguen potenciar la degradación de los microcontaminantes orgánicos acelerando el proceso de descomposición del ozono en radicales  $\cdot OH$ . Sin embargo, debido a su alta reactividad, estos radicales presentan una baja selectividad, por lo que pueden ser consumidos en reacciones con compuestos que, normalmente, se encuentran en las fuentes de agua destinadas a consumo humano tales como carbonatos y bicarbonatos, que actúan como atrapadores de radicales  $\cdot OH$ , deteniendo las reacciones de propagación involucradas en el proceso de oxidación. Por tanto, la presencia de tales agentes inhibidores de radicales  $\cdot OH$  en las aguas puede reducir la efectividad de estos sistemas de tratamiento en la oxidación de los microcontaminantes orgánicos, provocando un incremento en el consumo de ozono para lograr un grado de depuración determinado. Además, una baja eficiencia en la utilización del ozono durante el proceso de oxidación de los microcontaminantes orgánicos puede dar lugar a la formación de compuestos de mayor toxicidad que el compuesto de partida, así como a un mayor coste económico del proceso depurativo.

30 Con el fin de evitar estos problemas, se ha sugerido el uso de catalizadores sólidos para acelerar la velocidad de ozonización de microcontaminantes de baja biodegradabilidad. La "ozonización catalítica heterogénea" está muy poco estudiada y es difícil encontrar datos bibliográficos en este área, aparte de algunos escuetos informes técnicos protegidos por el celo industrial de la aplicación de esta novedosa tecnología.

35 La utilización combinada de ozono y carbón activado granular (GAC), en un mismo proceso de tratamiento, ha sido identificada en los últimos años como una opción atractiva para destruir microcontaminantes orgánicos de gran toxicidad. Se ha demostrado que la combinación del alto poder oxidante del ozono y la alta capacidad de adsorción del GAC, permite una efectiva eliminación de los microcontaminantes orgánicos de alta toxicidad y baja biodegradabilidad (Mackay G. and McAleavey G. Ozonation and carbon adsorption in a three-phase fluidised bed for colour removal from peat water. *Chem. Eng. Res. Des.*, 66, 532-536, **1988**; Zaror C.A. Enhanced oxidation of toxic effluents using simultaneous ozonation and activated carbon treatment. *J. Chem. Tech. and Biotech.*, 70, 21-28, **1997**). Además, estudios recientes (Rivera-Utrilla *et al.*, Effect of ozone/activated carbon treatments on genotoxic activity of

naphthalenesulphonic acids. *J. of Chem. Tech. and Biotech.*, 77, 883-890, **2002**; Rivera-Utrilla J. and Sánchez-Polo M. Ozonation of 1,3,6-naphthalenetrisulphonic acid catalyzed by activated carbon in aqueous phase. *Appl. Catalysis B: Environmental*, 39, 319-329, **2002**; Sánchez-Polo M. and Rivera-Utrilla J. Effect of the ozone-carbon reaction on the catalytic activity of activated carbon during the degradation of 1,3,6-naphthalenesulphonic acid with ozone. *Carbon*, 41, 303-307, **2003**) han demostrado que el GAC actúa también, como iniciador/promotor del proceso de transformación del ozono en radicales  $\cdot\text{OH}$  incrementando, de este modo, la eficacia depurativa de este sistema, ya que estas especies son altamente reactivas, atacando a los compuestos orgánicos rápidamente y provocando, en algunas ocasiones, la transformación de la materia orgánica disuelta en dióxido de carbono.

Desde el descubrimiento de la actividad catalítica del carbón activado granular (GAC) en el proceso transformación del ozono en radicales  $\cdot\text{OH}$  (Rivera-Utrilla J. and Sánchez-Polo M. Ozonation of 1,3,6-naphthalenetrisulphonic acid catalyzed by activated carbon in aqueous phase. *Appl. Catalysis B: Environmental*, 39, 319-329, **2002**; Sánchez-Polo M. and Rivera-Utrilla J. Effect of the ozone-carbon reaction on the catalytic activity of activated carbon during the degradation of 1,3,6-naphthalenesulphonic acid with ozone. *Carbon*, 41, 303-307, **2003**), numerosos están siendo numerosos los esfuerzos destinados a mejorar la eficacia depurativa de este sistema ( $\text{O}_3/\text{GAC}$ ) con el fin de acelerar su implementación a escala real (Beltrán F.J., Rivas J., Alvarez P., Montero de Espinosa R., Kinetics of heterogeneous catalytic ozone decomposition in water in an activated carbon. *Ozone Science and Engineering*, 24, 227-237, **2002**; Ma J., Sui M.H., Chen Z.L., Wang L.N., Degradation of refractory organic pollutants by catalytic ozonation. Activated carbon and Mn-loaded activated carbon as catalyst. *Ozone Science and Engineering*, 26, 3-10, 2004).

### **Campo de la técnica**

El nuevo sistema de tratamiento propuesto está destinado principalmente a la depuración de aguas destinadas a consumo humano y efluentes industriales. En el caso de los efluentes industriales, el sistema basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado en polvo se podría usar como etapa previa al tratamiento biológico secundario, potenciando así la transformación de los microcontaminantes de elevada toxicidad en compuestos orgánicos de gran biodegradabilidad y facilitando, de este modo, la acción depurativa de los microorganismos. Igualmente, en otras ocasiones, dependiendo de las características químicas del efluente industrial, el sistema depurativo planteado también se podría usar, con el mismo fin, al final del proceso depurativo (tratamiento terciario). El nuevo sistema de tratamiento propuesto reduce considerablemente el olor, color y demanda química de oxígeno del efluente tratado.

En el tratamiento de aguas destinadas a consumo humano, el sistema basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado en polvo se podría usar como tratamiento previo, con el fin de eliminar Fe, Mn, y microcontaminantes orgánicos. Además, con este tratamiento se facilita el proceso posterior de coagulación/sedimentación. De forma similar, el sistema propuesto se puede usar en una etapa intermedia para eliminar la materia orgánica natural del agua y potenciar la transformación de microcontaminantes orgánicos en compuestos de mayor biodegradabilidad reduciendo, de esta forma, las propiedades organolépticas del agua. Este hecho también incrementa la eficiencia de los filtros de carbón activado y evita la formación de compuestos organoclorados de gran toxicidad durante la etapa final de cloración.

Otra de las posibles aplicaciones de este novedoso sistema de tratamiento es en la depuración de aguas de las piscinas. La recirculación de estas aguas a través de un reactor adecuado para ello reduciría el consumo de ozono necesario para alcanzar el nivel de depuración exigido en las mismas.

### **Descripción de la invención**

#### **Objeto de la invención**

El sistema de tratamiento basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado en polvo (PAC) surge con el fin de disminuir la dosis de ozono necesaria para eliminar los microcontaminantes orgánicos presentes en las aguas destinadas a consumo humano reduciendo, de esta forma, el coste económico del tratamiento depurativo. El sistema de tratamiento propuesto aprovecha la dosis de carbón activado en polvo adicionada en la depuración de aguas destinadas a consumo humano, para incrementar la eficacia depurativa del ozono. Ambos sistemas, ozono y carbón activado en polvo, son sistemas de tratamiento utilizados, comúnmente por separado, en la depuración de aguas destinadas a consumo humano por lo que, el nuevo sistema depurativo propuesto, basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado en polvo ( $\text{O}_3/\text{PAC}$ ), es de muy fácil aplicación y bajo coste de implementación.

#### **Descripción de la invención**

Se ha observado que al usar carbón activado granular (GAC) con un tamaño de partícula superior a 200-500  $\mu\text{m}$  la velocidad de transformación del ozono en radicales  $\cdot\text{OH}$  depende, notablemente, del proceso de difusión intraparticular del mismo en la superficie del carbón activado reduciéndose, de esta forma, la eficacia de este material en el proceso de transformación del ozono en radicales  $\cdot\text{OH}$ . Por ello, en la presente invención, con el fin de eliminar el efecto de los fenómenos difusionales en el sistema  $\text{O}_3/\text{GAC}$  y potenciar de esta forma el proceso de transformación del ozono en radicales  $\cdot\text{OH}$ , se utiliza carbón activado en polvo (PAC) como agente catalizador del proceso de ozonización de microcontaminantes orgánicos.

El sistema de tratamiento propuesto aprovecha la dosis de PAC, usualmente adicionada en el tratamiento de agua potable (1 - 100 mg/L), para potenciar la eficacia depurativa del ozono en la eliminación de microcontaminantes orgánicos de gran toxicidad. El sistema consiste en adicionar bajas concentraciones de carbón activado en polvo durante el proceso de ozonización de las aguas. Posteriormente, el carbón activado adicionado será eliminado de las aguas tratadas mediante el uso de alguno de los diferentes sistemas de separación de fases existentes en la actualidad (floculación/precipitación, centrifugación, separación por membranas...).

El nuevo sistema de tratamiento de aguas constaría, por tanto, de un ozonizador, un contactor para favorecer la transferencia del ozono desde la fase gaseosa hasta la fase acuosa, un sensor de ozono en fase acuosa con el fin de valuar de forma continua la concentración de ozono en el reactor, una bomba peristáltica para bombear el agua a través del reactor en columna, un depósito de carbón activado con una válvula para controlar la dosis de carbón adicionada al sistema y, finalmente, un sistema de separación de fases, que permita la completa eliminación del carbón activado en polvo adicionado.

### 15 Modo de realización preferido

Ejemplo

20 *Eliminación de microcontaminantes orgánicos usando, como compuesto modelo, el dodecibencensulfonato de sodio (SDBS)*

El sistema de tratamiento propuesto ( $O_3$ /PAC) se ha utilizado para la eliminación de microcontaminantes orgánicos, usando como compuesto modelo, el dodecibencensulfonato de sodio (SDBS). Este es un surfactante de amplia aplicación, tanto en el sector doméstico como en el sector industrial. La utilización de tratamientos convencionales (tratamiento biológico, ozono) en la eliminación de este contaminante ha resultado no ser muy efectiva provocando, en algunas ocasiones, la generación de subproductos de oxidación más tóxicos que el producto de partida.

El sistema experimental usado para llevar a cabo este estudio, consistió en un generador de ozono cuya capacidad máxima es de 76 mg  $O_3$ /min, un reactor con agitación de 1 litro (260 r.p.m.), y un espectrofotómetro como se muestra en la Figura 1, donde se indican los detalles de este sistema.

Para llevar a cabo estas experiencias, el reactor se llena con un 1 L de disolución reguladora del pH deseado. La corriente mezcla ozono-oxígeno es dirigida hacia el espectrofotómetro donde se analiza la presión parcial de ozono antes de introducirla en el reactor. Una vez ajustadas la presión parcial de ozono y la temperatura deseada en el reactor, la corriente gaseosa se introduce en el mismo, durante un periodo determinado, hasta conseguir la concentración de ozono deseada. Posteriormente, y sin dejar de suministrar ozono al reactor, se adiciona una alícuota de la disolución stock de SDBS y la dosis adecuada de PAC (2.5-100 mg/L). A intervalos regulares de tiempo son retiradas varias muestras del reactor para evaluar la concentración de SDBS, la concentración de ozono disuelto y el carbono orgánico disuelto (DOC) en función del tiempo del tratamiento. El ozono residual fue eliminado mediante el uso de nitrato sódico.

Los resultados obtenidos al llevar a cabo la ozonización del SDBS en ausencia y presencia del carbón activado (Sorbo) granular (GAC) y en polvo (PAC), así como las cinéticas de adsorción del SDBS sobre los distintos carbones activados estudiados se presentan en la Figura 2. En esta Figura se puede observar la baja reactividad del SDBS frente al ozono, y como la presencia de carbón activado, especialmente PAC, durante el proceso de ozonización del SDBS acelera notablemente la velocidad de eliminación del mismo del medio.

La mayor velocidad de adsorción de contaminantes orgánicos por parte del PAC frente al GAC es ampliamente conocida y se debe principalmente a una reducción de los fenómenos difusionales del SDBS en la superficie del carbón activado y a una mayor homogenización del sistema, que favorece el contacto entre el SDBS y la superficie del carbón activado. De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 2, el incremento en la velocidad de eliminación del SDBS debido a la presencia de GAC durante el proceso de ozonización del mismo es debido, exclusivamente, a la generación de radicales  $\cdot OH$  en la interacción  $O_3$ /carbón activado (contribución catalítica) mientras que, por el contrario existe una gran contribución del proceso adsorptivo al proceso global de eliminación del SDBS al adicionar PAC al sistema. De esta forma, con los resultados presentados en la Figura 2, es posible determinar que para el sistema basado en el uso conjunto de  $O_3$ /PAC, se puede deducir que después de 10 min de tratamiento (tiempo usual de retención hidráulico) la contribución adsorptiva al proceso global de eliminación del SDBS es de un 60% mientras que la contribución catalítica, debida a la generación de radicales  $\cdot OH$  en el sistema, es de un 40%, muy superior a la determinada en el sistema basado en el uso de  $O_3$ /GAC (20%). Estos resultados fueron corroborados al llevar a cabo la determinación de la constante de descomposición del ozono mediante un modelo cinético de primer orden ( $k_D$ ). Así, el valor de  $k_D$  observado para el sistema  $O_3$ /PAC ( $k_D = 8.4 \cdot 10^{-3} s^{-1}$ ) fue 3.5 veces superior al valor observado para el sistema  $O_3$ /GAC ( $k_D = 2.3 \cdot 10^{-3} s^{-1}$ ). Por tanto, los valores de  $k_D$  obtenidos indican que la presencia de PAC durante el proceso de ozonización del SDBS acelera en mayor medida la velocidad de generación de radicales  $\cdot OH$  en el sistema incrementando, de esta forma, la velocidad de eliminación del SDBS del medio.

Debido a la baja selectividad de los radicales  $\cdot OH$ , un parámetro muy importante que afecta considerablemente la eficacia de los sistemas de oxidación avanzada en la eliminación de microcontaminantes orgánicos es la presencia de atrapadores de radicales en el sistema. Así, en las aguas destinadas a consumo humano el principal agente atrapador

## ES 2 265 728 B1

de radicales es el anión  $\text{HCO}_3^-$  ( $k_{\text{OH}} = 8.5 \cdot 10^6 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ). Los resultados obtenidos han mostrado que la presencia de bajas concentraciones  $\text{HCO}_3^-$  en el medio no reduce, considerablemente, la eficacia depurativa del sistema basado en el uso de  $\text{O}_3/\text{PAC}$ , como ocurre con el resto de procesos de oxidación comúnmente utilizados en el tratamiento de aguas destinadas a consumo humano ( $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ ).

5

Un parámetro muy importante para evaluar la eficacia depurativa de un sistema de tratamiento es su capacidad para retirar materia orgánica disuelta (TOC). En la Figura 3 se observa la evolución de la concentración de TOC en función del tiempo de tratamiento para cada uno de los sistemas estudiados ( $\text{O}_3$ , PAC y  $\text{O}_3/\text{PAC}$ ). Los resultados obtenidos indican que el sistema basado en el uso exclusivo de  $\text{O}_3$  no reduce la concentración de materia orgánica disuelta, indicando que este sistema no tiene el potencial oxidante suficiente para provocar la transformación de la misma en  $\text{CO}_2$ . Sin embargo, en el caso del sistema basado en el uso conjunto de  $\text{O}_3/\text{PAC}$  se puede observar que a los 30 min de tratamiento la concentración de TOC se ve reducida en un 80%.

10

Así, los resultados obtenidos indican que además del papel iniciador/promotor desempeñado por el carbón activado en el proceso de ozonización, favoreciendo la transformación del ozono disuelto en radicales  $\cdot\text{OH}$  y, por tanto, potenciando la degradación de microcontaminantes orgánicos resistentes al ozono, éste también presenta un papel adsorbente, retirando materia orgánica de las aguas incrementando, de esta forma, la eficacia depurativa del sistema.

15

### Descripción de las figuras

20

Figura 1. Sistema experimental utilizado. 1, Oxígeno; 2, Ozonizador; 3, Reactor; 4, Espectrofotómetro; 5, Medidor de Flujo; 6, Trampa de carbón activado.

Figura 2. Eliminación del SDBS mediante los distintos sistemas estudiados. pH 7,  $[\text{SDBS}]_0 = 2.8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ , T 298 K,  $[\text{O}_3] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ,  $[\text{Carbón activado}] = 100 \text{ mg/L}$ .

25

(x),  $\text{O}_3$ ; (○),  $\text{O}_3/\text{GAC}$ ; (□),  $\text{O}_3/\text{PAC}$ ; (▲), PAC; (●), GAC. En el eje de abcisas se representa el tiempo,  $t$ , en minutos, mientras que en el eje de ordenadas se representa la relación,  $R$ , entre la concentración de SDBS observada para cada tiempo y la concentración inicial de SDBS presente en el sistema ( $[\text{SDBS}]_t/[\text{SDBS}]_0$ ). ● indica Ozonización y ▲ indica Adsorción.

30

Figura 3. Evolución de la concentración de TOC en función del tiempo de tratamiento para los distintos sistemas estudiados. pH 7,  $[\text{SDBS}]_0 = 2.8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ , T 298 K,  $[\text{O}_3] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ,  $[\text{PAC}] = 100 \text{ mg/L}$ . (x),  $\text{O}_3$ ; (▲), PAC; (□),  $\text{O}_3/\text{PAC}$ . En el eje de abcisas se representa el tiempo,  $t$ , en minutos, mientras que en el eje de ordenadas se representa la relación,  $R$ , entre la concentración de TOC observada para cada tiempo y la concentración inicial de TOC presente en el sistema ( $[\text{TOC}]_t/[\text{TOC}]_0$ ).

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistemas de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas **caracterizado** por utilizar ozono y carbón activado en polvo (PAC) simultáneamente.
2. Sistemas de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas, según la reivindicación anterior, **caracterizado** por usar el carbón activado como agente catalizador del proceso de ozonización.
- 10 3. Sistemas de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la dosis de PAC introducida está comprendida entre 1 y 100 mg/L.
4. Sistemas de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 que comprende una etapa de precipitación/floculación posterior.
- 15 5. Sistemas de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas, según las reivindicaciones 1, 2, y 3 que comprende una etapa de centrifugación posterior.
- 20 6. Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas según las reivindicaciones 1, 2, y 3 que comprende un tratamiento de separación posterior basado en el uso de membranas.
7. Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas, según las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema de tratamiento biológico posterior.
- 25 8. Sistema de eliminación de microcontaminantes orgánicos de las aguas según las reivindicaciones anteriores que comprende: un ozonizador, un contactor para favorecer la transferencia del ozono desde la fase gaseosa hasta la fase acuosa, un sensor de ozono en fase acuosa con el fin de evaluar de forma continua la concentración de ozono en el reactor, una bomba peristáltica para bombear el agua a través del reactor en columna, un depósito de carbón activado con una válvula para controlar la dosis de carbón adicionada al sistema y un sistema de separación de fases, que permita la completa eliminación del carbón activado en polvo adicionado.
- 30

35

40

45

50

55

60

65

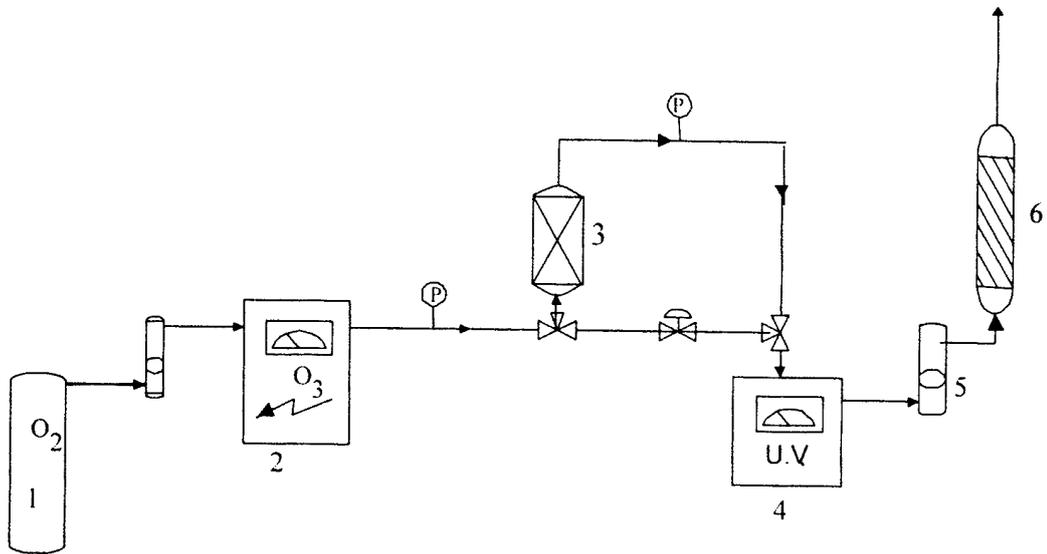


Fig 1

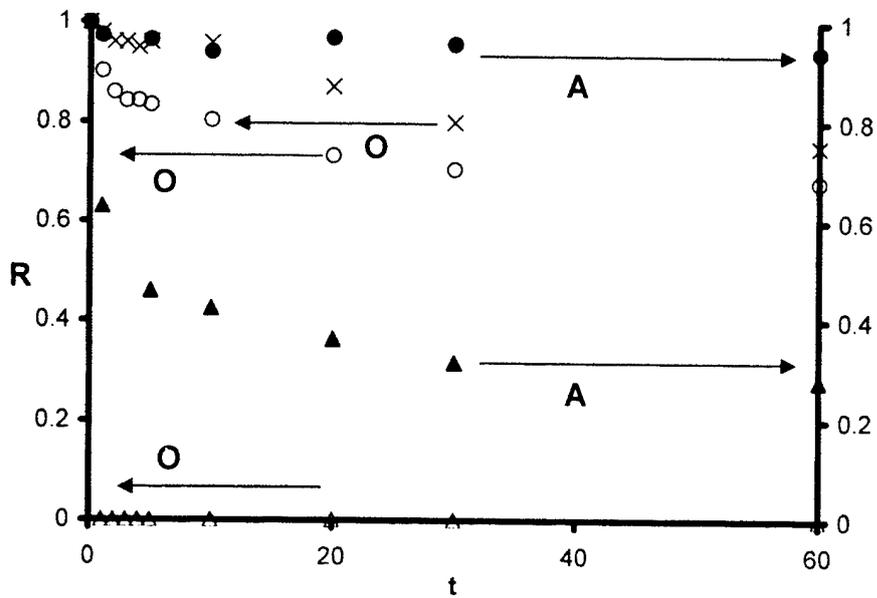


Fig 2

18

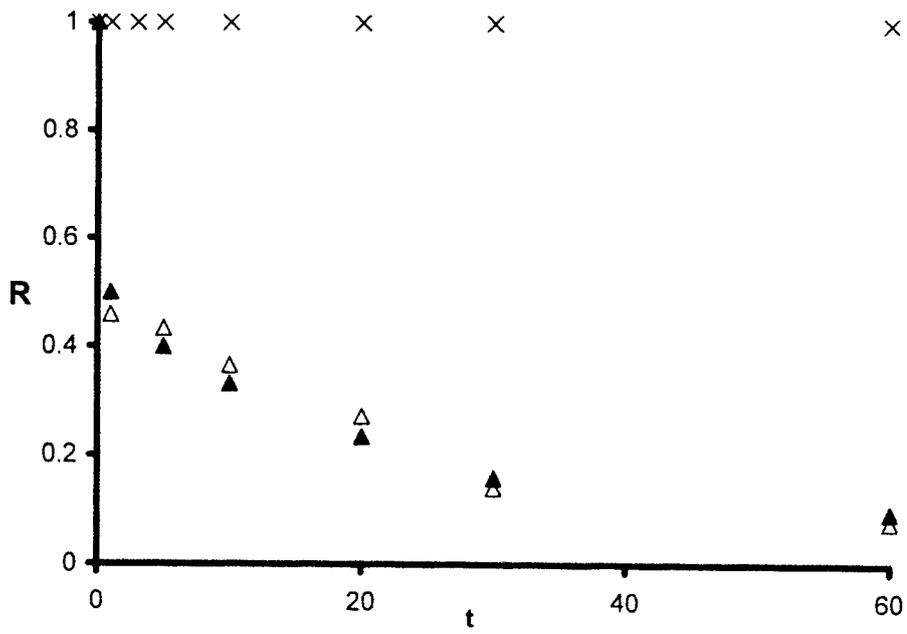


Fig 3



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 265 728

② Nº de solicitud: 200402217

③ Fecha de presentación de la solicitud: **10.09.2004**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **C02F 1/28** (2006.01)  
**C02F 1/78** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 5565107 A (CAMPEN et al.) 15.10.1996, columna 1, línea 60 - columna 5, línea 66; reivindicación 1.	1-8
A	JP 2001239137 A (ORGANO CORP.) 04.09.2001, (resumen) [en línea] [recuperado el 30.01.2007]. Recuperado de: EPO WPI Database, DW 200206, nº acceso 2002-044381 [06].	1
A	JP 5068983 A (EBARA INFILCO KK, EBARA SOGO KENKYUSHO KK) 23.03.1993, (resumen) [en línea] [recuperado el 30.01.2007]. Recuperado de: EPO WPI Database, DW 199316, nº acceso 1993-130781 [16].	1

#### 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  
30.01.2007

Examinador  
N. Vera Gutiérrez

Página  
1/1