

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 351 125**

(21) Número de solicitud: 200800096

(51) Int. Cl.:

G01N 33/18 (2006.01)

G05D 21/00 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

(12)

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

(22) Fecha de presentación: **09.01.2008**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2011**

Fecha de la concesión: **17.01.2012**

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **27.01.2012**

(45) Fecha de publicación del folleto de la patente:
27.01.2012

(73) Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
CTT - EDIF. 6G - CAMINO DE VERA, S/N
46022 VALENCIA, ES y
UNIVERSIDAD DE VALENCIA**

(72) Inventor/es:

**FERRER POLO, JOSÉ;
RIBES BERTOMEU, JOSEP;
GARCÍA USACH, MARÍA FRANCISCA y
SECO TORRECILLAS, AURORA**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

(54) Título: **EQUIPO Y PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE CONSUMO DE OXÍGENO DE FANGOS ACTIVADOS PARA UNA CONCENTRACIÓN DE SUSTRATO ORGÁNICO BIODEGRADABLE DETERMINADA.**

(57) Resumen:

Equipo y procedimiento para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para una concentración de sustrato orgánico biodegradable determinada.

El equipo de la invención comprende un reactor (1), un agitador (2), medios para medir la concentración de oxígeno (3), un depósito (4) de fangos activados, medios de dosificación (5) de un sustrato orgánico biodegradable, y una bomba (6) para llenar y vaciar el reactor (1). Dichos medios de dosificación (5) comprenden un cilindro con un émbolo (17), estando accionado por un motor (15) a través de un eje. Adicionalmente un dispositivo controlador (16) controla el desplazamiento del émbolo en el cilindro. Dicho equipo puede ser empleado para determinar la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para distintas concentraciones de sustrato orgánico biodegradable determinadas, llevando a cabo las etapas de carga de un fango activado en un reactor (1), homogeneización de dicho fango activado, medición del consumo de oxígeno en fase endógena, inyección de una cantidad predeterminada de sustrato, y medición del consumo de oxígeno en fase exógena.

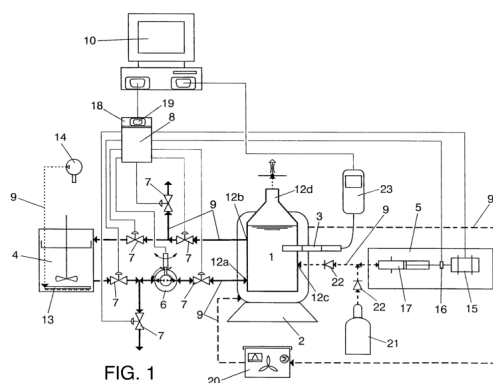


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Equipo y procedimiento para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para una concentración de sustrato orgánico biodegradable determinada.

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo de los dispositivos para la determinación experimental de los parámetros cinéticos y estequiométricos de los modelos de simulación de sistemas de fangos activados más aceptados por la comunidad científica. La determinación de los parámetros del modelo se denomina comúnmente calibración. El dispositivo de la invención permite realizar de manera altamente automatizada los ensayos necesarios para la calibración del modelo de fangos activados para estaciones depuradoras de aguas residuales, EDAR, que incluyan eliminación de materia orgánica, nitrógeno y fósforo por vía biológica.

Antecedentes de la invención

Actualmente, el objetivo en la explotación de las estaciones depuradoras de aguas residuales, no es sólo el cumplimiento de los límites de vertido marcados por la legislación, sino además minimizar el consumo de energía. Todo esto implica el correcto diseño de las actuales estaciones depuradoras de aguas residuales y, en muchos casos, el incremento del rendimiento de muchas de las estaciones depuradoras de aguas residuales ya construidas para adaptarlas a las actuales necesidades. La gran cantidad de factores que influyen en el funcionamiento de estos procesos hace necesario un estudio exhaustivo de cada caso, teniendo en cuenta tanto las características del agua residual a tratar como el tipo de proceso de depuración para el cual ha sido diseñada la estación depuradora de aguas residuales. Este tipo de estudios permite diagnosticar el funcionamiento de plantas existentes y optimizar su operación, adecuando el proceso de depuración al agua residual influente. Sin embargo, dada la alta complejidad de los procesos biológicos involucrados, no es posible realizar estos estudios sin la ayuda de un modelo matemático que sea capaz de representar fielmente las transformaciones que se producen en una estación depuradora de aguas residuales.

De todos los modelos existentes en la bibliografía, los más ampliamente utilizados y aceptados por la comunidad científica son los propuestos por la IWA, en concreto los modelos ASM1 y ASM2d (Henze M., Gujer W., Mino T., and van Loosdrecht M.C.M. (2000) Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3. IWA Scientific and Technical Report No. 9, IWA Publishing, London, UK).

El elevado número de parámetros que presentan estos modelos, más de 60 parámetros, y el alto nivel de correlación existente entre ellos, hace especialmente difícil la obtención de todos ellos para un determinado sistema. Por este motivo, se ha dedicado un gran esfuerzo en encontrar la manera de obtener dichos parámetros con el mínimo esfuerzo experimental. Una alternativa es estimar estos parámetros mediante el ajuste por simulación de los datos experimentales obtenidos en condiciones dinámicas, por ejemplo BIOMATH en Bélgica o EAWAG en Suiza. Sin embargo, se ha comprobado matemáticamente que esta metodología no permite estimar de manera correcta los parámetros que presentan una elevada correlación (Brun R., Kühni M., Siegrist H., Gujer W. and Reichert P. (2002) Practical identifiability of ASM2d parameters-systematic selection and tuning of parameter subsets. Water Research, 36(16), 4113-4127). Además, este método presenta otro inconveniente importante. Los modelos biológicos se desarrollaron para representar la actividad de la biomasa, considerando un funcionamiento hidráulico ideal de la depuradora, es decir, reactores ideales, volúmenes completamente agitados, etc. En cambio, el funcionamiento de una EDAR, por lo general, se aleja bastante del funcionamiento ideal. Por tanto, este método de calibración dará valores en los parámetros del modelo que dependerán, en gran medida, de las condiciones hidráulicas de funcionamiento bajo las cuales han sido obtenidos y no tanto de la actividad biológica del fango activado.

Una manera de solucionar este problema consiste en la determinación de estos parámetros mediante la realización de una serie de experimentos predefinidos, con el objetivo de aislar los distintos procesos que intervienen en el sistema estudiado, denominándose dicho método como calibración selectiva.

El solicitante ha desarrollado un dispositivo que permite la calibración selectiva de los parámetros del modelo de fangos activados ASM2d de una forma totalmente automatizada y basada en la metodología propuesta por Peña-Roja J.M., Seco A., Ferrer J. and Serralta J. (2002). Calibration and validation of Activated Sludge Model No.2d for Spanish municipal wastewater. Environmental Technology, 23(8), 849-862. Esta metodología fue desarrollada y validada en sistemas de fangos activados con eliminación biológica de nitrógeno y fósforo mediante experimentos en planta piloto. Posteriormente, ha sido aplicada con éxito en numerosas calibraciones realizadas para estaciones depuradoras de aguas residuales existentes. Sin embargo, la aplicación práctica de esta metodología a nivel industrial resulta muy costosa ya que requiere un gran esfuerzo experimental.

Descripción de la invención

En un primer aspecto, la invención se refiere a un equipo para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para concentraciones determinadas y conocidas de un sustrato orgánico biodegradable. Dicho equipo comprende un reactor en el que se realizará la medición del consumo de oxígeno de fangos activados, un agitador del contenido de dicho reactor, medios para la medición de la concentración de oxígeno y la temperatura en el interior de dicho reactor, un depósito para el almacenamiento de fangos activados comunicado con el reactor, medios

de dosificación del sustrato orgánico biodegradable para incorporar dicho sustrato orgánico biodegradable al reactor y una bomba configurada para realizar el llenado y vaciado del reactor.

De acuerdo con la invención, dichos medios de dosificación de dicho sustrato orgánico biodegradable comprenden un cilindro, un émbolo localizado en el interior de dicho cilindro, donde dicho émbolo está configurado para ser accionado por un motor a través de un eje, y un dispositivo controlador del número de vueltas que gira dicho eje del motor.

Estos medios de dosificación permiten por un lado conocer exactamente la cantidad de sustrato orgánico biodegradable que se va a aportar al reactor y por otro lado se es capaz de suministrar el sustrato con una gran rapidez. La dosificación de gran rapidez viene causada por el modo de dispensación, basado en un émbolo accionado por un motor con la potencia suficiente para llevar a cabo la dosificación del sustrato. Dicho motor está accionado por un eje, y las vueltas que gira dicho eje están controladas por un dispositivo controlador. El número de vueltas giradas por el eje correlaciona con el sustrato suministrado, por lo que controlando las vueltas que el eje gira se es capaz de controlar exactamente el sustrato dosificado.

Con estas dos medidas se obtienen una serie de ventajas, entre las que se pueden mencionar el hecho de que el sustrato se aporta de manera prácticamente instantánea, considerando la dinámica de la reacción, lo cual posibilita el poder determinar con qué concentración de sustrato está el reactor trabajando en el momento inicial. Del mismo modo, el hecho de ser capaz de poder fijar concentraciones conocidas para llevar a cabo la reacción permite poder relacionar los resultados obtenidos con una concentración exacta.

Adicionalmente, el equipo puede comprender medios para mantener la temperatura estable en un determinado valor, fijado por el usuario del mismo. Dicho valor podrá ser escogido en función de las condiciones de temperatura en que se quiera llevar a cabo el experimento. Uno de los posibles medios de mantener la temperatura estable es rodear al reactor por una camisa exterior por donde circula agua sometida a un baño termostatzado.

Los medios de dosificación podrán estar comunicados con un contenedor en el que se almacene el sustrato orgánico biodegradable. El sustrato orgánico biodegradable consiste en una muestra de agua residual filtrada. A los efectos de los ensayos que se pueden realizar, es muy importante usar el mismo agua residual a la que están aclimatados los microorganismos del fango activado para la preparación del sustrato. Una vez filtrado, se mide su contenido en materia orgánica en unidades de DQO (Demanda Química de Oxígeno, $\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). Esta concentración medida se utiliza para obtener la concentración en el interior del reactor tras la dosificación de un volumen de sustrato conocido.

El depósito para el almacenamiento de fangos activados podrá comprender adicionalmente difusores cerámicos porosos y aireadores. Dichos difusores cerámicos porosos y aireadores aseguran la correcta oxigenación de los fangos activados.

Unas primeras válvulas podrán ser empleadas para controlar la circulación del fango activado entre el depósito y el reactor. Del mismo modo, unas segundas válvulas podrán ser usadas para controlar la circulación del sustrato orgánico biodegradable entre el contenedor, el cilindro y el reactor. Tanto las primeras como las segundas válvulas podrán ser electroválvulas.

El equipo podrá contar con un dispositivo controlador. Dicho dispositivo controlador podrá estar conectado al motor, a las primeras válvulas, a la bomba, al agitador y a un ordenador, controlando la posición del émbolo actuando sobre el motor, y fijando el modo de funcionamiento de las primeras válvulas, de la bomba y del agitador.

Adicionalmente, el equipo podrá comprender un ordenador conectado al dispositivo controlador y a los medios para la medición de la concentración de oxígeno y temperatura. Dicho ordenador podrá recoger los datos medidos por los medios para la medición de la concentración de oxígeno y temperatura, controlar la dosificación del sustrato orgánico biodegradable mediante el control del motor y del dispositivo controlador, establecer la circulación del fango activado mediante el control de las primeras válvulas y la bomba a través del dispositivo controlador y la agitación del reactor mediante el control del agitador a través del dispositivo controlador.

En un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para la degradación de una determinada concentración de sustrato orgánico biodegradable. Dicho procedimiento comprende las etapas de:

- carga de un fango activado en un reactor,
- homogeneización de dicho fango activado,
- medición del consumo de oxígeno de dicho fango activado en fase endógena, entendiendo por fase endógena, el estado en que se encuentra el fango activado tras someterlo durante el tiempo necesario en condiciones aerobias, con una concentración de oxígeno superior a $2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ en el fango, para que se haya consumido todo el sustrato orgánico biodegradable existente en el fango activado tras haber sido éste tomado del reactor biológico de la EDAR.

- inyección en el reactor de una cantidad predeterminada de sustrato orgánico biodegradable, y
- medición del consumo de oxígeno de dicho fango activado en fase exógena, entendiendo por fase exógena, el estado en que se encuentra el fango activado cuando existe una cantidad de sustrato orgánico biodegradable añadido externamente.

Posteriormente, podrá incluirse una etapa de vaciado del reactor para poder realizar un nuevo ensayo.

En el procedimiento, un ordenador podrá ser empleado para establecer el volumen de sustrato orgánico biodegradable a inyectar en el reactor para que exista en dicho reactor una concentración de sustrato orgánico biodegradable predefinida.

La etapa de inyección en el reactor del sustrato orgánico biodegradable se podrá realizar en un periodo de tiempo menor a tres segundos. Dicho periodo se puede considerar como instantáneo dadas las velocidades de las reacciones que se producen en el reactor. La inyección podrá realizarse en mayores lapsos de tiempo, como cinco o diez segundos, siendo preferible realizarse en los tres segundos antes comentados.

Durante todo el procedimiento, la medición de la velocidad de consumo de oxígeno en fase endógena y exógena es transmitida a un ordenador. El ordenador también controla la cantidad de sustrato orgánico biodegradable inyectado en el reactor.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 representa un esquema del equipo para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados.

La figura 2 muestra un ejemplo de respirometrías realizadas para una concentración de sustrato en el reactor de C_1 , tras la adición de una cantidad conocida de sustrato.

La figura 3 muestra un ejemplo de respirometrías realizadas para una concentración de sustrato en el reactor de C_2 , tras la adición de una cantidad conocida de sustrato.

La figura 4 muestra la velocidad de consumo de oxígeno, OUR máxima, para cada concentración de sustrato en el reactor.

Realización preferente de la invención

A continuación, con referencia a las figuras, se describe un modo de realización preferente del equipo para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para una concentración de sustrato orgánico biodegradable determinada que constituye el objeto de esta invención.

Los experimentos que permite realizar este equipo están basados en técnicas respirométricas, es decir, en el registro de la velocidad de consumo de oxígeno de la biomasa sometida a diferentes condiciones. Así, por ejemplo, para la determinación de la velocidad máxima de crecimiento y la constante de semisaturación de los microorganismos heterótrofos es necesario realizar un conjunto de ensayos respirométricos, en adelante respirometrías, a diferentes concentraciones de sustrato en el reactor. Dependiendo de las características del agua residual y el fango activado a calibrar, el número de respirometrías a realizar puede oscilar entre 10 y 15. Las respirometrías que permite realizar el equipo de la invención constan básicamente de las siguientes etapas consecutivas:

1. Llenado del reactor (1) con el fango activado mantenido en condiciones endógenas en el depósito de almacenamiento (4).
2. Recirculación del fango activado pasando éste por el reactor (1) con devolución al depósito de almacenamiento (4) para su homogeneización.
3. Paro de la bomba (6) y cierre de las electroválvulas (7) para el aislamiento del reactor (1).
4. Registro de datos en fase endógena.
5. Inyección en el reactor (1) de una cantidad de sustrato conocida y previamente establecida.
6. Registro de datos en fase exógena.
7. Vaciado del reactor.

Estas etapas están controladas por un ordenador (10) y una tarjeta controladora (8). Además, la dosificación del sustrato se hace de manera muy precisa y en forma de pulso, en un intervalo de tiempo muy pequeño, para minimizar los errores experimentales del ensayo.

- 5 Para llevar a cabo estos experimentos, el dispositivo comprende los siguientes elementos: un reactor (1), un agitador magnético (2), una sonda de oxígeno (3), un depósito (4) de almacenamiento del fango activado en condiciones endógenas, un cilindro (5) hidráulico dosificador, una bomba (6) peristáltica, electroválvulas (7), una tarjeta controladora (8) y las conducciones (9) necesarias para la circulación de fluidos. Además, incluye un software de calibración para el control de los ensayos y la adquisición de datos, en el cual se ha implementado una potente herramienta de optimización. Esta herramienta permite obtener el conjunto óptimo de los parámetros más importantes del modelo de fangos activados con el mínimo esfuerzo experimental. Todos los elementos están gobernados por el software de calibración, el cual se puede instalar en cualquier ordenador (10) personal convencional. A través de este software, el ordenador (10) controla las diferentes fases de cada ensayo y registra la información necesaria para llevar a cabo la calibración de los parámetros característicos de un fango activado mediante el algoritmo de optimización implementado.
- 15 A continuación se describen los elementos más importantes indicando su función en el equipo.

- En el reactor o respirómetro (1) se mide el consumo de oxígeno. Construido en vidrio, tiene forma cilíndrica con base plana y cubierta superior torisférica standard. Está provisto de un agitador (2) magnético y una sonda (3) de oxígeno y temperatura en conexión con un transductor (23) que permite transmitir los datos medidos al ordenador (10). Dicho reactor (1) dispone de una camisa (11) exterior por donde circula agua sometida a un baño termostatzado (20) a una temperatura determinada para mantener la temperatura del reactor constante. Además, dispone de un total de cuatro bocas de entrada/salida: una entrada/salida lateral-inferior (12a) y otra lateral-superior (12b) por donde entra y sale el fango activado objeto de estudio, una entrada lateral (12c) en un punto intermedio donde se inyecta la dosificación de sustrato y una boca superior (12d) en el centro de la cubierta para facilitar la introducción de un gas inerte y evitar la entrada de oxígeno a la fase líquida por reaeración superficial.
- 25

- La función del depósito (4) de almacenamiento del fango es mantener el fango activado en condiciones endógenas. Para ello dispone de difusores cerámicos (13) porosos y aireadores (14) para asegurar la correcta oxigenación del fango activado.
- 30

- El cilindro hidráulico dosificador (5) es accionado por un motor eléctrico (15) de par suficiente para ejercer la fuerza necesaria como para descargar la máxima cantidad de sustrato en menos de tres segundos. Este motor dispone de un dispositivo controlador (16) para controlar las vueltas de su eje. De esta manera, el dispositivo controlador (16) es capaz de desplazar el émbolo (17) del cilindro (5) con una precisión de 0.1 milímetros, lo que garantiza una dosificación de sustrato de gran exactitud. El cilindro (5) puede ser de varios diámetros, pudiendo de esta forma dosificar un amplio intervalo de volúmenes sin afectar a la precisión de la dosis. El cilindro (5) se carga desde una botella o contenedor (21) donde previamente se ha introducido el sustrato.
- 35

- La bomba (6) peristáltica realiza el llenado y vaciado del reactor (1), así como la circulación del fango activado a través del reactor, recirculándolo al depósito de almacenamiento (4) para asegurar la correcta homogeneización del mismo antes de cada experimento. Esta bomba (6) puede girar en ambos sentidos, de manera que puede ser utilizada para cargar y descargar el reactor (1).
- 40

- La función de las primeras válvulas (7) y de las segundas válvulas (22) es tanto abrir y cerrar las entradas y salidas (12a, 12b y 12c) del reactor, como dirigir y retener el flujo del fango activado y del sustrato hacia donde corresponda en cada momento.
- 45

- La tarjeta controladora (8) consiste en una tarjeta que incluye un microcontrolador y el resto de componentes electrónicos necesarios para su funcionamiento y comunicación con las entradas/salidas (18). Además dispone de un puerto serie (19) RS-232 para la comunicación con el ordenador (10).
- 50

- El ordenador (10) se encarga del control y adquisición de datos. El ordenador (10) dispone de un programa de control donde se programan los distintos experimentos a realizar y se registran los datos necesarios para determinar los parámetros del modelo de fangos activados. Mediante un tratamiento matemático de esta información, el programa puede obtener el valor de los parámetros que mejor ajustan los datos experimentales e incluso automatizar los experimentos a realizar mediante un diseño óptimo de experimentos. De esta manera, tras un barrido inicial de concentraciones, el ordenador puede decidir la dosificación a realizar en función de los parámetros que va obteniendo después de cada experimento, es decir, permite re-planificar los ensayos a medida que se van obteniendo los resultados, de manera que se optimiza el coste de tiempo y reactivos. El algoritmo de optimización implementado estima el valor de los parámetros mediante el ajuste de los datos obtenidos en los distintos experimentos realizados.
- 55
- 60

- Actualmente existen en el mercado unos aparatos llamados respirómetros que se limitan a medir el consumo de oxígeno que realiza la biomasa para la degradación de una cantidad determinada de sustrato añadida al reactor (1) al inicio del experimento. Dado que la concentración de sustrato va variando a medida que es consumida por los microorganismos y que no es posible su medición en continuo, los experimentos realizados por estos aparatos no permiten relacionar con precisión la velocidad de crecimiento con la concentración de sustrato. Por tanto, la calibración de los modelos mediante estos aparatos se basa en el ajuste por simulación de los datos experimentales obtenidos en condiciones dinámicas. Como se ha comentado anteriormente, se ha comprobado que esta metodología no permite
- 65

estimar de manera correcta los parámetros que presentan una elevada correlación, dando como resultado distintos valores de parámetros que ajustan igualmente los mismos datos experimentales, por lo que es imposible determinar cual de todos los valores sería el correcto.

En cambio el equipo de la invención permite determinar exactamente la velocidad de consumo de oxígeno en función de la concentración de sustrato en el reactor (1). Los experimentos llevados a cabo por este dispositivo son diferentes a los anteriores, ya que en estos experimentos la dosificación se realiza de manera controlada, con un volumen conocido y en un tiempo muy corto que permite medir la velocidad de consumo en el instante inicial, tras la dosificación del sustrato, cuando su concentración es conocida. Mediante la realización de varios ensayos como éste a distintas concentraciones se obtiene la relación entre la velocidad de crecimiento con la concentración de sustrato. Estos puntos experimentales se pueden ajustar a las ecuaciones matemáticas del modelo sin problemas de colinealidad entre los parámetros. En resumen, el equipo de la invención permite realizar los experimentos en las condiciones óptimas para asegurar la fiabilidad de los parámetros obtenidos.

A continuación se muestran dos ejemplos de ensayos realizados, y cómo tras estos ensayos es posible determinar los parámetros cinéticos según un modelo matemático de fangos activados.

En la Figura 2 se observan dos velocidades distintas de consumo de oxígeno, OUR: una primera, debido al consumo en condiciones endógenas, OUR endógena, y otra, debida al consumo de oxígeno tras la adición de una cantidad determinada de sustrato orgánico biodegradable, OUR máxima. Esta segunda velocidad es mayor que la endógena debido a la existencia del sustrato externo añadido. La degradación de este sustrato requiere el uso de oxígeno por parte de los microorganismos, por lo que la concentración de oxígeno en el reactor (1) disminuye más rápidamente, obteniendo una recta de ajuste de mayor pendiente.

En la Figura 3 se muestra otro ejemplo, llevado a cabo con una concentración C_2 en el reactor, tras la adición de sustrato.

En la Figura 4 se muestra el gráfico de todas las respirometrías realizadas a diferentes concentraciones de sustrato. El ajuste de estos datos experimentales permite conocer los parámetros de velocidad máxima de consumo de oxígeno por los microorganismos ($\mu_{\max}$) y la concentración de semisaturación (K_s).

Para la obtención de estos parámetros cinéticos, se realiza un ajuste de los datos experimentales mediante una ecuación de la forma:

$$OUR = a \cdot \frac{S}{b + S} \quad (\text{Ec. 1}),$$

donde S es la concentración de sustrato en el reactor (1), obteniendo los valores de a y b que mejor ajustan los datos experimentales de la Figura 4. En este ejemplo $a = 0.5 \text{ min}^{-1}$ y $b = 1 \text{ mg/l}$. Con estos valores se puede determinar los parámetros del modelo de fangos activados, aplicando las siguientes relaciones:

$$K_s = b \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\mu_{\max} = \frac{Y \cdot a}{(1 - Y) \cdot X} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$Y = \frac{DQO_{El} - \text{Oxígeno Consumido}}{DQO_{El}} \quad (\text{Ec. 4})$$

donde Y es el rendimiento de los microorganismos, obtenido experimentalmente mediante otro ensayo en el que se mide la cantidad de oxígeno consumido para la degradación de una cantidad conocida de sustrato, medido en unidades de DQO, y X es la concentración de microorganismos en el fango activado.

A la vista de esta descripción y juego de figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según una realización preferente de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dicha realización preferente, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

REIVINDICACIONES

1. Equipo para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para una concentración de un sustrato orgánico biodegradable que comprende un reactor (1) configurado para realizar la medición del consumo de oxígeno de fangos activados, un agitador (2) del contenido de dicho reactor (1), medios para la medición de la concentración de oxígeno (3) en el interior de dicho reactor (1), un depósito (4) para el almacenamiento de fangos activados comunicado con el reactor (1), medios de dosificación (5) de un sustrato orgánico biodegradable para incorporar dicho sustrato orgánico biodegradable al reactor (1), una bomba (6) configurada para realizar el llenado y vaciado del reactor (1),

caracterizado por que

dichos medios de dosificación (5) de dicho sustrato orgánico biodegradable comprenden un cilindro, un émbolo (17) localizado en el interior de dicho cilindro, donde dicho émbolo (17) está configurado para ser accionado por un motor (15) a través de un eje, y un dispositivo controlador (16) del número de vueltas que gira dicho eje del motor (15).

2. Equipo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende medios para mantener la temperatura del reactor (1) estable en un valor predeterminado.

3. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado** por que comprende un contenedor (21) unido a los medios de dosificación (5), conteniendo dicho contenedor (21) el sustrato orgánico biodegradable.

4. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por que el depósito (4) comprende difusores (13) cerámicos porosos y aireadores (14).

5. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por que comprende unas primeras válvulas (7) configuradas para controlar la circulación del fango activado entre el depósito (4) y el reactor (1).

6. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado** por que comprende unas segundas válvulas (22) configuradas para controlar la circulación del sustrato orgánico biodegradable entre el contenedor (21), el cilindro y el reactor (1).

7. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado** por que el dispositivo controlador (16) está conectado al motor (15), a las primeras válvulas (7), a la bomba (6), al agitador (2) y a un ordenador (10), configurado dicho dispositivo controlador (16) para controlar la posición del émbolo (17) actuando sobre el motor (15), y fijar el modo de funcionamiento de las primeras válvulas (7), de la bomba (6) y del agitador (2).

8. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado** por que comprende un ordenador (10) conectado al dispositivo controlador (16) y a los medios para la medición de la concentración de oxígeno (3), configurado para recoger los datos medidos por los medios para la medición de la concentración de oxígeno (3), controlar la dosificación del sustrato orgánico biodegradable mediante el control del motor (15) y del dispositivo controlador (16), establecer la circulación del fango activado mediante el control de las primeras válvulas (7) y la bomba (6) a través del dispositivo controlador (16) y la agitación del reactor (1) mediante el control del agitador (2) a través del dispositivo controlador (16).

9. Procedimiento para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para la degradación de una determinada concentración de sustrato orgánico biodegradable **caracterizado** por que comprende las etapas de:

- carga de un fango activado en un reactor (1),
- homogeneización de dicho fango activado,
- medición del consumo de oxígeno de dicho fango activado en fase endógena,
- inyección en el reactor (1) de una cantidad predeterminada de sustrato orgánico biodegradable, y
- medición del consumo de oxígeno de dicho fango activado en fase exógena.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** por que comprende una etapa de vaciado del reactor (1) tras la medición del consumo de oxígeno de dicho fango activado en fase exógena.

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9-10, **caracterizado** por que el ordenador (10) establece el volumen de sustrato orgánico biodegradable a inyectar en el reactor (1) para que exista en dicho reactor una concentración de sustrato orgánico biodegradable predefinida.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9-11, **caracterizado** por que la etapa de inyección en el reactor (1) de un sustrato orgánico biodegradable se realiza en un periodo de tiempo menor a tres segundos.

5 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9-12, **caracterizado** por que la medición del consumo en fase endógena y exógena es transmitida a un ordenador (10).

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9-13, **caracterizado** por que el control de la cantidad de sustrato orgánico biodegradable inyectada en el reactor (1) es llevado a cabo por el ordenador (10).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

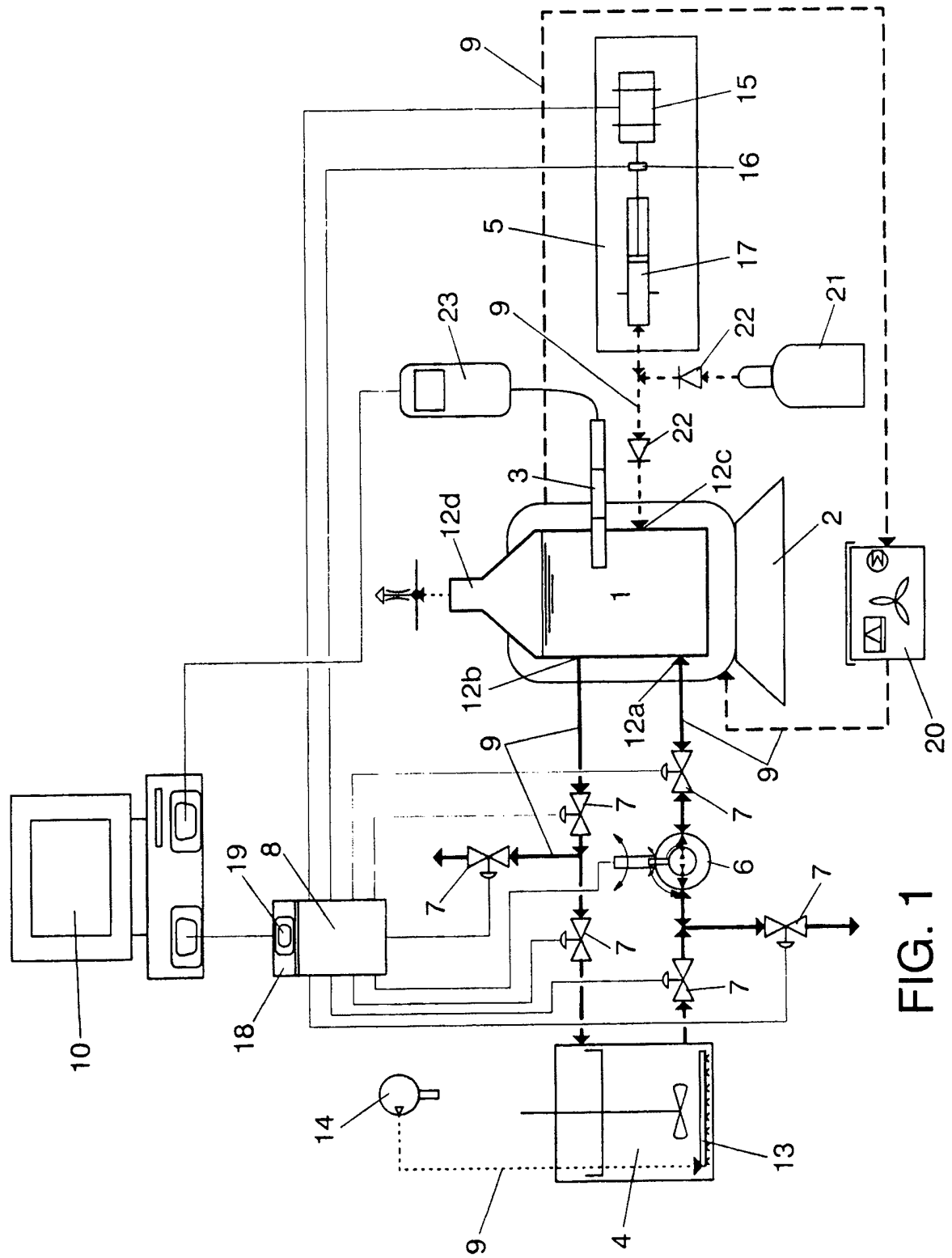


FIG. 1

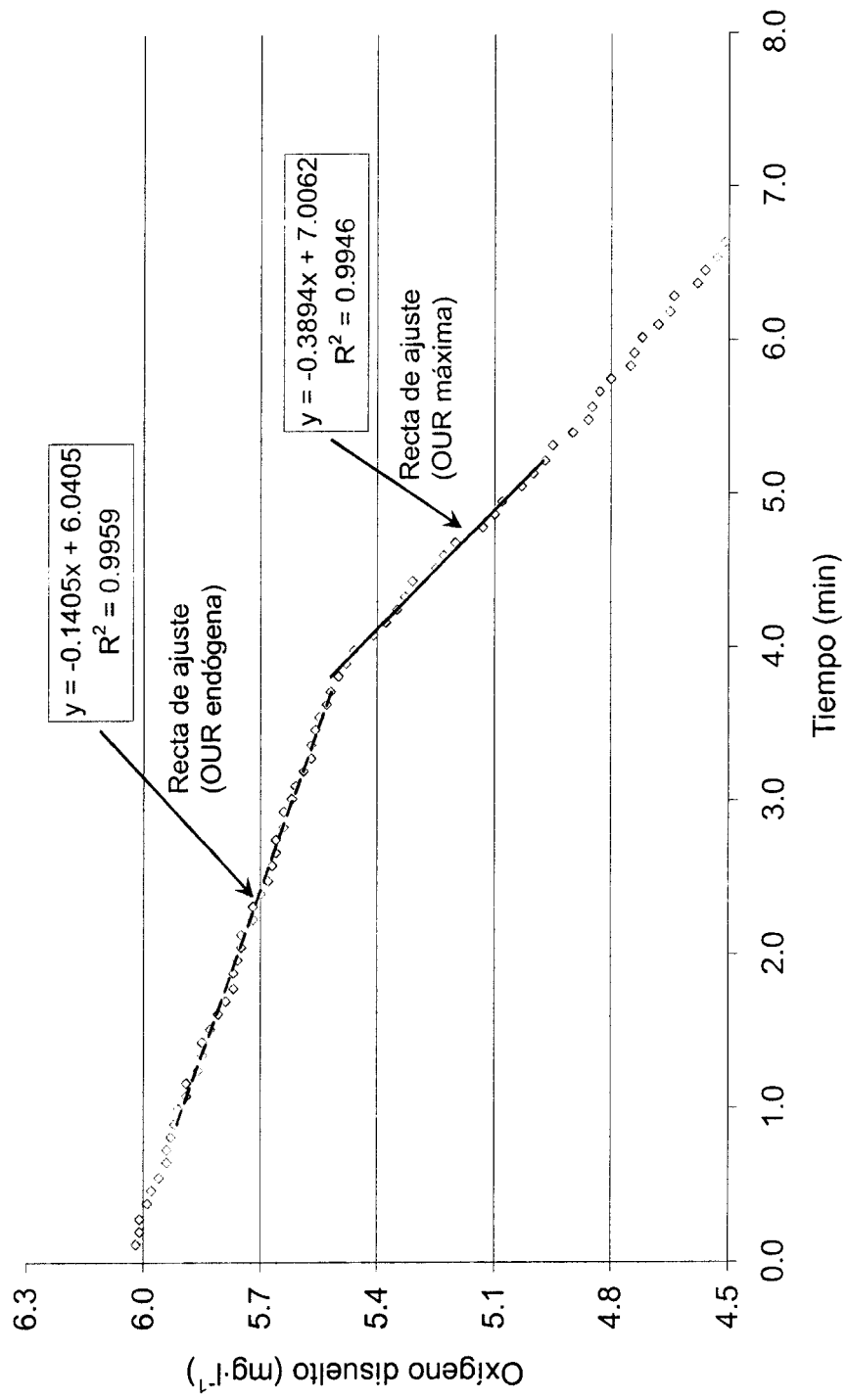


FIG. 2

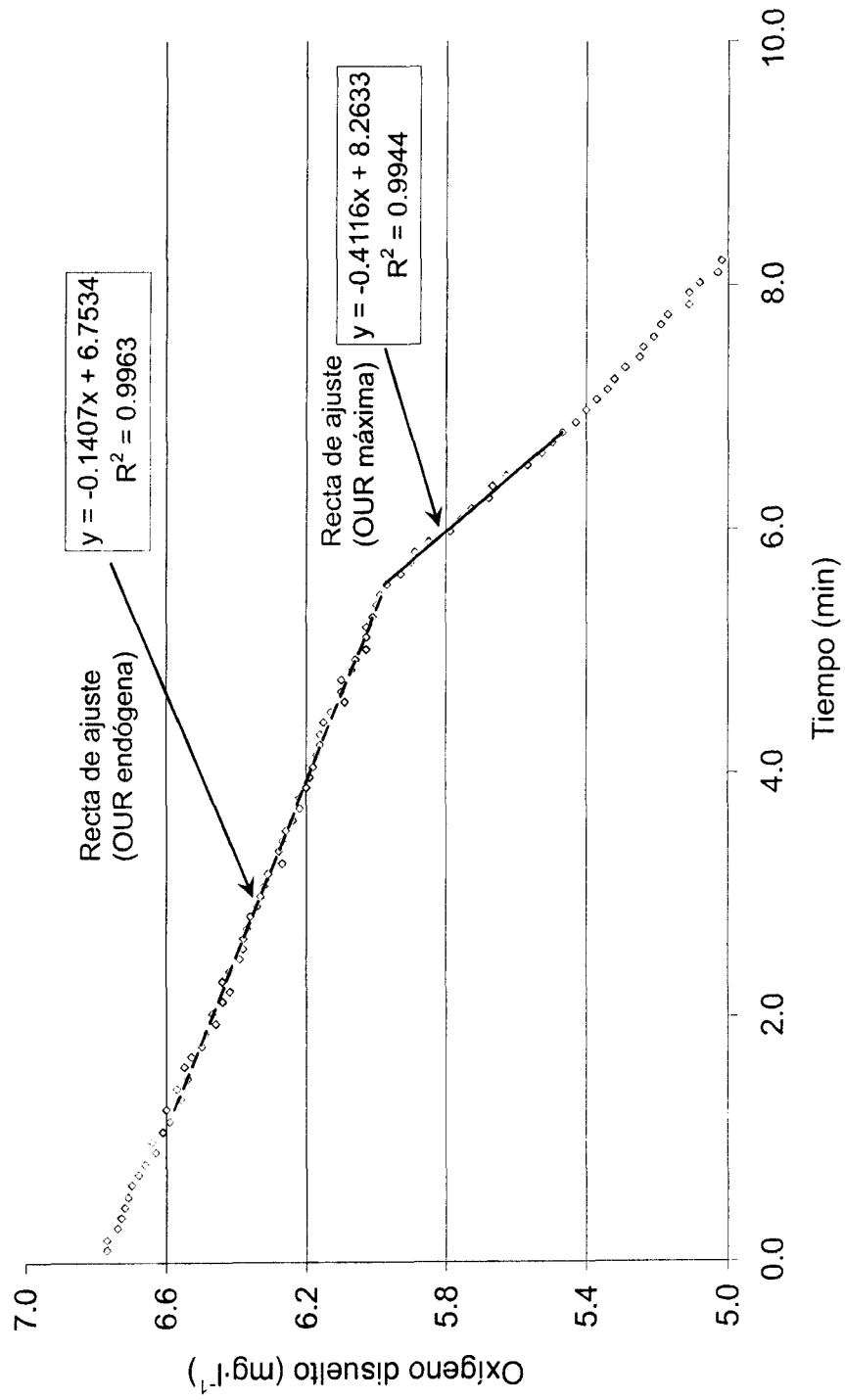


FIG. 3

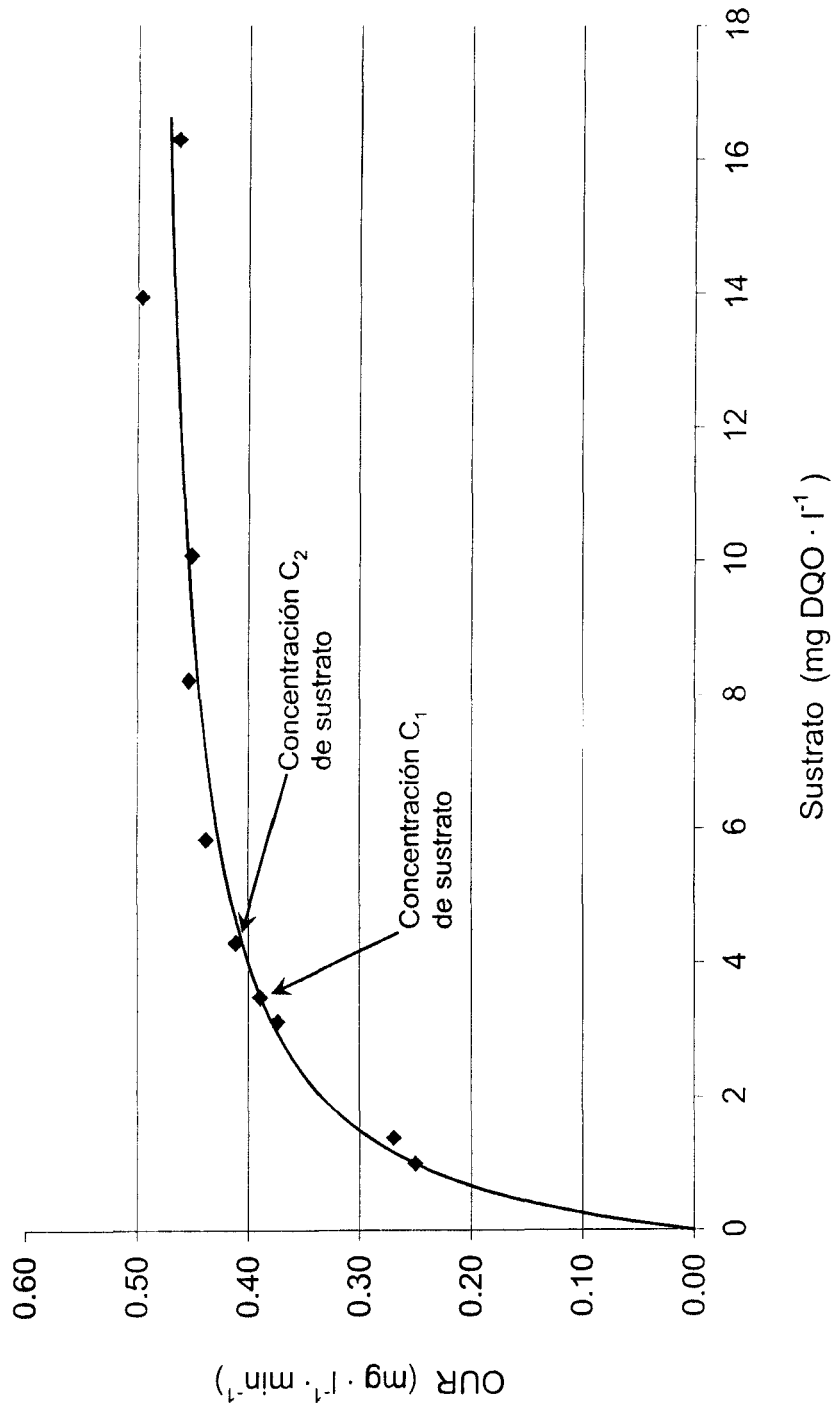


FIG. 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200800096

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.01.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	DE 4438077 A1 (GEIGER MASCHF HELMUT) 02.05.1996, resumen; figuras.	1-14
A	US 3731522 A (MIKESELL R) 08.05.1973, todo el documento.	1-14
A	US 4073692 A (CIACCIO LEONARD L et al.) 14.02.1978, todo el documento.	1-14
A	Vigilancia y control de la depuración biológica de una estación depuradora de aguas residuales por medio de un analizador de respirometría, 02.01.2007 22:58:15, [en línea], [recuperado el 06.04.2008]. Recuperado de internet <URL:www.chemlabor.es/archivos/catálogos/EDAR.pdf>	1-14

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
11.01.2011

Examinador
M. Prytz González

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N33/18 (01.01.2006)**G05D21/00** (01.01.2006)**C02F3/12** (01.01.2006)

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

G01N, G05D, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.01.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	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	DE 4438077 A1 (GEIGER MASCHF HELMUT)	02.05.1996
D02	US 3731522 A (MIKESELL R)	08.05.1973
D03	US 4073692 A (CIACCIO LEONARD L et al.)	14.02.1978
D04	Vigilancia y control de la depuración biológica de una estación depuradora de aguas residuales por medio de un analizador de respirometría, 02.01.2007 22:58:15, [en línea], [recuperado el 06.04.2008]. Recuperado de internet <URL:www.chemlabor.es/archivos/catálogos/EDAR.pdf>	

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

La presente solicitud de patente se refiere a un equipo y un procedimiento para la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para una concentración de sustrato orgánico biodegradable determinada.

Consta la solicitud de catorce reivindicaciones, siendo la primera (1) y la novena (9) independientes, correspondientes, respectivamente, al equipo y al procedimiento utilizando dicho equipo. Las reivindicaciones segunda a octava son dependientes de la primera reivindicación y las reivindicaciones décima a decimocuarta dependientes de la novena.

La primera reivindicación, independiente, describe un equipo para la medición del consumo de oxígeno de fangos activados, que comprende un reactor configurado a tal fin, un agitador del contenido del reactor, medios para medir la concentración de oxígeno en el interior del reactor, un depósito para almacenar los fangos activados comunicado con el reactor, una bomba para realizar el llenado y vaciado del reactor y unos medios para dosificar un sustrato orgánico biodegradable al reactor, consistentes estos medios en un cilindro con un émbolo en su interior, donde dicho émbolo es accionado por un motor a través de un eje y donde un dispositivo controla el número de vueltas que gira dicho eje del motor.

La novena reivindicación, independiente, describe las etapas del procedimiento que, empleando el equipo reivindicado en las reivindicaciones 1 a 8, permite la medición de la velocidad de consumo de oxígeno de fangos activados para la degradación de una determinada concentración de sustrato orgánico biodegradable. Dicho procedimiento se caracteriza principalmente por medir el consumo de oxígeno del fango activado en fase endógena una vez introducido y homogeneizado en el reactor, por inyectar, a continuación, una cantidad predeterminada de sustrato orgánico biodegradable y por realizar una nueva medición del consumo de oxígeno del fango activado en fase exógena.

Se considera que los documentos D01 a D04 constituyen una representación del estado de la técnica al que pertenece la invención. Ninguno de estos documentos, tomados juntos o en combinación, muestra las características técnicas de la primera reivindicación, particularmente en lo referente a la utilización de unos medios de dosificación controlados de un sustrato orgánico biodegradable al reactor para medir la velocidad de consumo de oxígeno. Así, en virtud de los Artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes, la invención reivindicada en la reivindicación 1 es, con referencia a los documentos D01 a D04, nueva y se considera que implica actividad inventiva.

Al considerarse nuevo el equipo reivindicado en la primera reivindicación, también resultan nuevas y con actividad inventiva las reivindicaciones 2 a 8, dependientes de ella y el procedimiento asociado a dicho equipo (reivindicaciones 9 a 14), Artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes.