

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 651**

51 Int. Cl.:

G01N 33/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2012 PCT/FI2012/051190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13079801**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2012 E 12816314 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2786136**

54 Título: **Método y dispositivo para supervisar y controlar el estado de una corriente de proceso**

30 Prioridad:

02.12.2011 FI 20116227
02.12.2011 US 201161566023 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2020

73 Titular/es:

KEMIRA OYJ (100.0%)
Energiakatu 4
00180 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

PIIRONEN, MARJATTA;
JOENSUU, IIRIS;
ILMOLA, PEKKA y
JANSSON, KAJ

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 741 651 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para supervisar y controlar el estado de una corriente de proceso

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico en corrientes de proceso basándose en la medición de variables, tales como el oxígeno disuelto o el rH, o ambos, opcionalmente asistida por sensores suaves, basados, por ejemplo, en ecuaciones lingüísticas (LE – “Linguistic Equations”–).

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un problema común en muchos sistemas de procesos industriales, por ejemplo, en sistemas de tratamiento de papel y de pulpa, es el crecimiento microbiológico, si los microbios no se controlan eficientemente. El crecimiento microbiológico puede causar diversos problemas en los sistemas. Las bacterias de una corriente de proceso pueden causar el deterioro de la corriente, o bien las bacterias pueden fijarse a las superficies de los sistemas y formar películas biológicas o limo. Por ejemplo, masas de películas biológicas, al desprenderse de las superficies del sistema, pueden ser transportadas hasta el seno de las aguas pulposas y conformarse en el interior de la hoja de papel, con lo que se debilita la calidad de la hoja de papel formada, por ejemplo, haciendo que esta se desgarre o causando agujeros en el papel.

- 20 Procedimientos industriales tales como el procedimiento de fabricación de papel o cartón a menudo contienen etapas de procedimiento en las que las corrientes de proceso son mantenidas en tanques durante periodos de tiempo más largos. Estas etapas de procedimiento resultan ideales para el desarrollo de microbios, por lo que pueden significar un incremento en el contenido microbiano de dichas corrientes. Otros ejemplos de lugares ideales para el crecimiento microbiológico en un sistema de proceso son las zonas muertas de los sistemas de proceso (por ejemplo, las zonas de mezcla defectuosa).

- 25 En los sistemas de procesos industriales, por ejemplo, en la fabricación de papel o cartón, los análisis microbianos se llevan a cabo en la actualidad en el laboratorio, debido a la falta de métodos y dispositivos rápidos de medición en línea, o bajo conexión. Los métodos, por ejemplo, el cómputo sobre placa, llevan tiempo y pueden necesitar hasta de 2 a 3 días para obtener los resultados de los análisis. Por otra parte, como siempre existe un retardo entre los resultados de los análisis del laboratorio y los cambios en las condiciones de proceso, el resultado puede ser una dosis de biocida inadecuada añadida a la corriente y, por tanto, una deficiente calidad del papel, así como una pobre eficiencia en cuanto a costes del procedimiento. Lo mismo se cumple para otros procedimientos que requieren biocidas para mantener una baja cantidad de microbios en una corriente de proceso.

- 35 El documento WO 2008/101089 describe un método para supervisar la actividad microbiológica bajo condiciones aeróbicas en las corrientes de proceso, basado en los cambios en las concentraciones de oxígeno disuelto, medido utilizando etapas de procedimiento especificadas. Sin embargo, la medición se reivindica como no adecuada para corrientes de proceso de baja concentración de oxígeno disuelto. Por otra parte, el procedimiento es complejo, y requiere la limpieza de las sondas de medición entre los momentos de las mediciones, durante los ciclos de medición.

Por otra parte, no se dispone de ningún método para supervisar de forma fiable el estado microbiológico bajo condiciones anaeróbicas en corrientes de proceso.

- 40 Existe, por tanto, la necesidad de métodos de medición más simples para supervisar el estado microbiológico de las corrientes de proceso, en particular, en línea o bajo conexión, y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico de corrientes de proceso, por ejemplo, al controlar la(s) cantidad(es) efectiva(s) de biocida(s) que se ha(n) de añadir a los procedimientos para mantener un estado microbiológico aceptable en dichas corrientes. Además de ello, existe la necesidad de disponer de la posibilidad de supervisar el estado microbiológico también para bajas concentraciones de oxígeno disuelto en corrientes de proceso, y en condiciones anaeróbicas.

45 Compendio de la invención

Es un propósito de la presente invención eliminar al menos una parte de los problemas relacionados con la técnica conocida y proporcionar un método y un dispositivo para la supervisión y, opcionalmente, el control del estado microbiológico de una corriente de proceso.

- 50 Se han desarrollado ahora un método y un dispositivo novedosos para el análisis de corrientes de proceso. La invención es particularmente adecuada para su uso en la supervisión y, opcionalmente, el control del estado microbiológico de corrientes de proceso, especialmente de corrientes de proceso acuosas.

Por la expresión «estado microbiológico» se hace referencia en esta memoria a la actividad de todos los microorganismos que puedan influir en la concentración de oxígeno disuelto y/o en el valor de rH en una corriente de proceso, y, opcionalmente, en las condiciones aeróbicas o anaeróbicas en una corriente de proceso.

La idea está basada en medir parámetros tales como la concentración de oxígeno disuelto y/o el rH en una corriente de proceso. Se toma una muestra por lotes del proceso y se lleva a una unidad de medición, y se miden la concentración de oxígeno disuelto en la muestra y/o el rH de la muestra durante el ciclo de medición. La temperatura, preferiblemente, también se mide, ya que puede obtenerse entonces un valor más preciso de la concentración de oxígeno disuelto.

Opcionalmente, se utilizan, de preferencia, sensores suaves basados en cualquier (cualquiera) ecuación (ecuaciones) y/o modelo(s), por ejemplo, en modelos de ecuación lingüística (LE), para ayudar a la interpretación de los datos de medición y/o de los datos de resultado calculados. Además de los datos de acuerdo con la invención, pueden utilizarse otros datos de proceso obtenidos por cualesquiera sensores o analizadores conocidos, a fin de proporcionar una percepción aún más precisa del estado microbiológico de las corrientes de proceso para supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico de una corriente de proceso.

Así, pues, la presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico de una corriente de proceso midiendo la concentración de oxígeno disuelto o el valor de rH, o ambos, en dicha corriente.

Más concretamente, el método de la presente invención se caracteriza por lo establecido en la reivindicación 1.

Por otra parte, el dispositivo de la presente invención se caracteriza por lo establecido en la reivindicación 13, y el uso de la presente invención se caracteriza por lo establecido en la reivindicación 18.

Estos método y dispositivo hacen posible supervisar el estado microbiológico de una corriente de proceso, en particular, una corriente industrial, y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico. El estado microbiológico puede ser controlado controlando, de forma preferiblemente automática, la cantidad de biocida(s) y/o la posición de la dosificación de biocida(s), y/o la selección del tipo de biocida(s) que se han de añadir a la corriente de proceso, con un simple método de medición. El método permite también el análisis de corrientes de proceso con baja concentración de oxígeno disuelto. También permite supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico de una corriente de proceso bajo condiciones anaeróbicas. El método y el dispositivo pueden proporcionar datos en línea, o bajo conexión, sobre el estado microbiológico de la corriente de proceso analizada.

A continuación, la invención se describirá más detalladamente con referencia a los dibujos que se acompañan y a una descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática de una disposición para llevar a cabo una realización del método de acuerdo con la invención.

La Figura 2 es una ilustración gráfica de datos de salida del dispositivo de medición en línea de la presente invención, que muestra la concentración de oxígeno disuelto medido en la unidad de medición, y la temperatura.

La Figura 3 es una ilustración gráfica del consumo de oxígeno relativo y de la cantidad de bacterias aeróbicas en una suspensión de pulpa proporcionada a modo de ejemplo.

La Figura 4 es una ilustración gráfica del consumo de oxígeno (mg/l) y del consumo de oxígeno relativo (%) de una muestra de pulpa proporcionada a modo de ejemplo, entre t_1 y t_2 , en el ciclo de medición.

La Figura 5a es una ilustración gráfica del consumo de oxígeno relativo y del consumo de oxígeno en una muestra de pulpa proporciona a modo de ejemplo, en instantes de tiempo diferentes, durante una medición. La Figura 5b muestra el consumo de oxígeno relativo y la cantidad de bacterias aeróbicas en esa misma suspensión de pulpa proporcionada a modo de ejemplo.

La Figura 6 es una ilustración gráfica de la cantidad de microbios existentes en una suspensión de pulpa proporcionada a modo de ejemplo, según se mide utilizando un método de análisis de laboratorio convencional, y se estima utilizando un sensor suave basado en ecuaciones lingüísticas.

La Figura 7 es una ilustración gráfica del efecto del pH en el valor rédox, así como valores de rH correspondientes a diferentes condiciones de proceso, por ejemplo, condiciones anaeróbicas.

La Figura 8 es una ilustración gráfica de la cantidad de microbios para diferentes valores de rH, de manera que la Figura 8a muestra unos valores de rH medidos a lo largo de un cierto periodo de tiempo, en el que el número de bacterias aeróbicas aumenta conforme el valor de rH se reduce, y la Figura 8b muestra el valor de rH medido frente a la cantidad (CFU) de bacterias anaeróbicas medidas en el laboratorio.

La Figura 9 es una representación esquemática de una estrategia de control proporcionada a modo de ejemplo y basada en una(s) medición (mediciones) de acuerdo con la presente invención, en una corriente de suspensión destinada a someterse a un tratamiento biocida en dos etapas, con dos lugares de adición independientes.

La Figura 10 es una representación esquemática de una estrategia de control proporcionada a modo de ejemplo (para un controlador de realimentación FB (“feedback”) básico), basada en una(s) medición (mediciones) de acuerdo con la presente invención, en una corriente de suspensión destinada a someterse a un tratamiento biocida de una única etapa.

- 5 La Figura 11 es una representación esquemática de una estrategia de control proporcionada a modo de ejemplo (para un controlador de FB con un bucle en cascada), basada en una(s) medición (mediciones) de acuerdo con la presente invención, en una corriente de suspensión destinada a ser sometida a un tratamiento biocida en dos etapas.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

10 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico de una corriente de proceso, preferiblemente de un proceso industrial, al obtener por lotes una muestra de la corriente de suspensión, medir la concentración de oxígeno disuelto o el valor de rH, o ambos, en dicha corriente, al menos en dos instantes de tiempo, calcular el consumo relativo de oxígeno, el cambio de rH o el cambio relativo del rH, entre dos de dichos dos o más instantes de tiempo, o calcular dos o más de estos, y determinar el estado microbiológico de la corriente basándose en las mediciones, y un dispositivo adecuado para utilizarse para llevar a efecto dicho método.

15 Con la expresión «estado microbiológico» de una corriente de proceso, se hace referencia a la actividad de todos aquellos microorganismos que puedan influir en la concentración de oxígeno disuelto y/o en el valor de rH en una corriente de proceso, y, opcionalmente, en las condiciones aeróbicas o anaeróbicas en una corriente de proceso.

20 La actividad microbiológica en corrientes de proceso puede ser medida indirectamente al supervisar el consumo de oxígeno disuelto, debido a que el consumo de oxígeno disuelto está directamente relacionado con el metabolismo aeróbico de la célula. Cuanto más alta sea la actividad de los microorganismos, más alto será el consumo del oxígeno disuelto. Sorprendentemente, se ha encontrado que el consumo relativo de oxígeno disuelto puede ser utilizado para supervisar el estado microbiológico de una corriente de proceso. Se ha encontrado que el consumo relativo de oxígeno disuelto constituye una medición muy sensible de la actividad microbiológica de acuerdo con el método de la invención, en las condiciones aeróbicas (es decir, cuando la concentración de oxígeno disuelto es más alta que 0 mg/l). A menudo, el consumo relativo de oxígeno disuelto se correlaciona también con la cantidad de bacterias aeróbicas.

25 Se ha encontrado que el valor de rH o, especialmente, el cambio o el cambio relativo en el mismo describe la actividad microbiológica bajo condiciones anaeróbicas o aeróbicas. Bajo condiciones anaeróbicas y anóxicas, los microbios generan productos tales, que tienden a reducir el valor de rH de la corriente de proceso. El valor de rH, el cambio o el cambio relativo del mismo a menudo se correlaciona también con la cantidad de bacterias anaeróbicas.

30 Por otra parte, el valor de rH puede correlacionarse también, en condiciones aeróbicas, con la cantidad de bacterias aeróbicas en la corriente de suspensión que se ha de analizar, especialmente cuando se encuentran sustancialmente ausentes de la muestra productos químicos fuertemente oxidativos. Cuando se está consumiendo el oxígeno por los microbios, la concentración de oxígeno se ve reducida y, con ello, el valor de rH disminuye.

35 Midiendo tanto la concentración de oxígeno disuelto como el valor de rH en una corriente de proceso, de acuerdo con una realización de la invención, puede obtenerse información sobre un amplio abanico de condiciones de proceso. El (los) valor(es) de la concentración de oxígeno disuelto y de rH medido(s) al comienzo de un ciclo de medición describe(n) si las condiciones de proceso son anaeróbicas o aeróbicas. Pueden obtenerse, de esta forma, los cambios en una corriente de proceso al pasar de condiciones anaeróbicas a aeróbicas, y viceversa.

40 Los valores iniciales al comienzo de la secuencia de medición pueden ser utilizados para la sección de la al menos una medición (oxígeno disuelto o rH) utilizada para determinar el estado microbiológico. De esta forma, combinando información procedente de valores iniciales de los ciclos de medición o de la concentración de oxígeno disuelto y/o rH, con uno o más de entre el cambio de rH, el cambio relativo de rH o el cambio relativo en el consumo de oxígeno, es posible supervisar el estado microbiológico de una corriente de proceso, opcionalmente controlado con el método de la invención, en condiciones tanto aeróbicas como anaeróbicas. Es especialmente preferible utilizar esto en un procedimiento en el que las condiciones de proceso varíen entre condiciones de proceso aeróbicas y anaeróbicas.

En la Figura 1 se ilustra esquemáticamente una disposición para llevar a cabo una realización preferida del método de acuerdo con la invención.

50 Con referencia a la Figura 1, el dispositivo de acuerdo con la invención contiene una unidad de medición 10 con una entrada 23 y una salida 24, medios 6 para medir la cantidad de oxígeno disuelto y/o medios 7 para medir el rH dentro de la unidad de medición.

55 El dispositivo contiene, preferiblemente, un conducto de entrada 11 para dirigir una muestra a la unidad de medición 10. El dispositivo puede contener un conducto de salida 12, destinado a dirigir la muestra desde la unidad de medición. El conducto de entrada 11 está en conexión con una conducción de proceso 13, por lo que el conducto de entrada permite la captación de una toma en derivación de la conducción de proceso principal 13. Dichos medios 7 para medir el valor de rH incluyen, preferiblemente: medios 7a para medir el potencial rédox, medios 7b para medir el valor de pH

y, preferiblemente, medios 7c para calcular el valor de rH. En una realización, el dispositivo incluye medios 8 para medir la temperatura y, opcionalmente, medios 9 para medir la presión.

5 De esta forma, el dispositivo de la presente invención es adecuado para supervisar y, opcionalmente, controlar el estado microbiológico en una corriente de proceso, al medir en línea la cantidad de oxígeno disuelto o el rH, o ambos, en dicha corriente.

10 En una realización preferida, el dispositivo está en comunicación de fluido con una conducción de proceso 13 para una corriente de proceso. La conducción de proceso 13 está equipada con una toma en derivación 25, que puede ser el conducto de entrada 11 para extraer una muestra de dicha corriente de proceso, preferiblemente una corriente de proceso principal. Por ello, la toma en derivación 25 funciona como un emplazamiento de toma de muestras. La toma en derivación 25 está en comunicación de fluido con una unidad de medición 10, preferiblemente, una vasija cerrada con aberturas para la(s) entrada(s) del flujo de muestra, la(s) salida(s) de la muestra, y cualquier (cualesquiera) abertura(s) para equipo de proceso, en caso necesario, por ejemplo, sondas de medición o sensores, entradas para agua o conducciones de gas. La toma en derivación 11 está, preferiblemente, equipada con una válvula V1 para tomar muestras de la conducción de proceso 13. La vasija 10 carece, preferiblemente, de medios para mezclar la muestra durante la medición. La unidad de medición 10 está destinada a albergar la muestra durante la medición. La unidad de medición puede contener una entrada 14 provista de una válvula V4 para aire a presión, a fin de proporcionar turbulencia a la corriente de proceso entre cualquier ciclo de medición que se escoja, con lo que se hace posible la limpieza de superficies del interior de la unidad de medición. La limpieza de las superficies dentro de la vasija puede, adicional o alternativamente, efectuarse proporcionando agua a través de la conducción de entrada 17 para un lavado con agua, incluyendo la válvula V5. En una realización preferida, el dispositivo contiene entradas de flujo únicamente para las captaciones del flujo de muestra que se han de medir. Por otra parte, el dispositivo comprende medios, ya sea para medir la concentración de oxígeno disuelto, 6, ya sea para medir el rédox, 7a, y el pH, 7b, para determinar el rH de la muestra en el interior de dicha unidad de medición 10, o ambos, 6, 7, así como medios 20 para tratar las medidas y llevar a cabo cálculos basándose en los valores medidos (por ejemplo, calculando el consumo relativo de oxígeno disuelto, rH, el cambio, o el cambio relativo del rH).

Como se ha afirmado anteriormente, los medios opcionales 7 para medir el rH de la muestra incluyen, preferiblemente, medios 7a para medir el potencial rédox de la muestra y medios 7b para calcular el valor de pH de la muestra, y, preferiblemente, medios 7c para calcular el valor de rH de la muestra, y opcionalmente, medios para medir la temperatura.

30 Los medios 6 antes mencionados para medir la concentración de oxígeno disuelto se seleccionan, preferiblemente, de entre sensores (no electroquímicos) que no requieren el uso de membranas, ya que los sensores basados en el uso de membranas se hacen menos sensibles con el tiempo (por envejecimiento y obstrucción de los filtros), y requieren la mezcla de la muestra o un caudal de flujo suficiente durante la medición, así como una calibración regular. Es particularmente preferible utilizar sensores que se sirven de tecnología de medición óptica, por ejemplo, tecnología de oxígeno disuelto luminiscente (LDO –“luminescent dissolved oxygen”–). Los sensores de LDO se encuentran disponibles, por ejemplo, en la Hach Company.

40 Como es preferible proporcionar un control de la temperatura y/o de la presión en los métodos para supervisar el estado microbiológico de una corriente de proceso, el dispositivo comprende también, preferiblemente, medios 8 para medir la temperatura de la muestra dentro de dicha unidad de medición 10, y, preferiblemente, también medios 9 para medir la presión en el interior de dicha unidad de medición 10. Los medios 8 para medir la temperatura son particularmente preferidos cuando se aplican los medios 6 para medir la concentración de oxígeno disuelto. Estos medios 6 pueden incluir medios independientes para medir la temperatura, tales como un sensor de temperatura o un termómetro. Los medios 8 para medir la temperatura son también particularmente preferidos cuando se aplican los medios 7 para medir el rH.

45 La unidad de medición puede, por tanto, incluir medios para medir la temperatura de la muestra dentro de la vasija. Opcionalmente, los medios 6 para medir la concentración de oxígeno disuelto y/o los medios para medir el rH de la muestra pueden incluir medios adicionales para medir la temperatura.

50 Es también preferible incluir dentro del dispositivo unos medios 19 para controlar y supervisar la función del dispositivo. Este control y/o supervisión pueden tener lugar sobre el terreno o utilizando un sistema a distancia. Estos medios 19 se utilizan, entre otras cosas, para controlar los ciclos y secuencias de ciclos, para el control de la temperatura, para controlar los cálculos (por ejemplo, para controlar el tratamiento de la medición) y para controlar la dosificación del (de los) biocida(s). De acuerdo con una realización preferida de la invención, el dispositivo comprende adicionalmente medios 21 para calcular la cantidad de biocida que se ha de añadir a la conducción de proceso 13, así como medios 22 para dosificar dicho biocida en la conducción de proceso 1.

55 De acuerdo con una realización particularmente preferida de la presente invención, el dispositivo incluye una vasija 10 de medición controlada de la temperatura, un conducto de entrada 11 y una conducción de lavado 15 con un equipo suplementario, por ejemplo, al objeto de regular los flujos en dichas conducciones (por ejemplo, unas válvulas V1, V2, V6), así como una unidad de control 19. Puesto que la disolución del oxígeno en líquido, por ejemplo, agua, depende de la temperatura, la temperatura del reactor de medición 10 es supervisada y, opcionalmente, controlada. El

- 5 calentamiento y/o el enfriamiento de la unidad de medición 16, que son necesarios si las mediciones se realizan a temperatura constante, se llevan a efecto utilizando, por ejemplo, elementos Peltier. La vasija de medición 10 es calentada, por ejemplo, por la resistencia eléctrica de los elementos Peltier, y enfriada por la circulación de agua de refrigeración de los elementos. Si la temperatura durante la medición no es constante o no se controla, el efecto de la misma sobre la disolución del oxígeno puede compensarse mediante cálculos. También, un sensor 6 de medición de oxígeno y un sensor de temperatura 8, tal como un sensor PT-100, se instalan dentro de la vasija 10. El sensor de temperatura 8 se utiliza para supervisar la temperatura de la vasija 10.
- 10 En una realización preferida, un sistema de toma de muestras comprende al menos un conducto de entrada 11, al menos unos medios (por ejemplo, una(s) válvula(s)) para regular el flujo de muestra entre una corriente de proceso 13 y una unidad de medición 10, y, preferiblemente, un conducto de salida 12.
- En una realización preferida, un equipo de lavado de conducción de toma de muestras comprende al menos una conducción de lavado 15 y al menos unos medios para regular el flujo de agua de lavado (por ejemplo, la válvula V6 y la válvula V1) entre una corriente de proceso 13 y una conducción de lavado 15.
- 15 Puesto que la presión influye en la disolución de oxígeno en líquido, por ejemplo, agua, en una realización preferida, la presión de la unidad de medición 10 es supervisada y, opcionalmente, controlada. Las mediciones del oxígeno disuelto y/o del rH se llevan a cabo, preferiblemente, a la presión normal del aire. Puede obtenerse la presión normal del aire en el interior de la vasija de medición abriendo la válvula V3 del conducto de salida (12) antes de que comience la medición, o al tener el conducto de salida abierto a la presión normal. En una realización preferida, la V3 no se encuentra en el sistema.
- 20 En una realización preferida, los medios 20 para tratar las mediciones y llevar a cabo cálculos basándose en los valores medidos, los medios 19 para controlar y supervisar la función del dispositivo, y los medios 21 para calcular la cantidad de biocida(s) están incluidos en un mismo sistema, por ejemplo, lógica programable y/o un PC industrial.
- 25 Un dispositivo preferido incluye una unidad de medición, sensores en línea, equipo de lavado de conducción de toma de muestras, sistemas de toma de muestras, y lógica programable y/o un PC industrial para tratar los resultados de medición, controlar y supervisar el funcionamiento del dispositivo, así como para el cálculo de la cantidad de biocidas que se ha de añadir a la conducción de proceso.
- Los valores medidos y/o calculados de acuerdo con la invención pueden ser supervisados localmente o a través de un sistema a distancia, por ejemplo, basado en la web.
- 30 El método de la presente invención para supervisar el estado microbiológico en una corriente de proceso incluye las etapas definidas en la reivindicación 1.
- 35 Opcionalmente, el estado microbiológico determinado en dicha corriente se utiliza para optimizar el programa biocida, por ejemplo, para seleccionar un biocida o biocidas y/o calcular una cantidad o dosis del (de los) biocida(s) que añadir al seno de la corriente de proceso, y/o para seleccionar el emplazamiento del (de los) lugar(es) de adición del (de los) biocida(s). Puede utilizarse también para identificar el emplazamiento y/o la fuente de problemas microbiológicos en un sistema del que forma parte la corriente de proceso, tal como pulpa, troceado, agua en circulación o agua sin tratar, que puede estar presente en, por ejemplo, tanques, recipientes, máquinas despulpadoras y tuberías.
- 40 Opcionalmente, el estado microbiológico determinado en dicha corriente se utiliza para controlar, preferiblemente de forma automática, el estado microbiológico de la corriente de proceso controlando la cantidad de biocida(s) añadido(s) a la corriente de proceso, la selección de los lugares de adición, o la selección del tipo de biocida(s), o cualquier combinación de estos tres aspectos. Preferiblemente, el control del estado microbiológico en dicha corriente incluye controlar la cantidad de biocida(s) añadido(s) a la corriente de proceso, de preferencia por un sistema de control automatizado.
- 45 En una realización preferida de la invención, el método comprende, adicionalmente, el control del estado microbiológico en dicha corriente de proceso mediante la adición de una cierta cantidad de biocida(s) a la corriente de proceso, preferiblemente por un sistema de control automatizado.
- Utilizando esta invención, se ha encontrado, en un procedimiento de fabricación de papel o de cartón, que un estadio que es ideal para el crecimiento microbiológico era el tanque de troceado, donde el troceado puede ser almacenado durante largos periodos de tiempo, tales como entre 2 y 10 h, o incluso días.
- 50 El estado microbiológico determinado puede también ser utilizado para determinar y controlar el tiempo de retardo deseado de las corrientes de proceso, tal como la del troceado en un procedimiento de fabricación de papel o cartón, en el interior de diversos tanques, puesto que podría requerirse un tiempo de retardo más corto, por ejemplo, si hubiera un gran incremento en el crecimiento microbiano dentro de dicho tanque.
- De acuerdo con una realización preferida de la invención, el dispositivo con arreglo a la invención se utiliza en la puesta en práctica de este método.

La corriente de proceso que se ha de analizar puede ser un líquido acuoso o no acuoso, que comprende opcionalmente materia sólida. La materia sólida puede estar en forma suspendida y/o coloidal. La corriente de proceso es, concretamente, una corriente de proceso dentro de un sistema de circulación de agua perteneciente a un proceso industrial, cualquier suspensión acuosa, tal como pulpa de papel o de cartón, agua residual, tinte de revestimiento de papel, lodo activado, lodo inorgánico, o corrientes de lavado, tales como las que se utilizan en la perforación petrolífera o la minería. La corriente de proceso puede originarse a partir de un sistema de aguas industrial o un sistema de aguas municipal. De acuerdo con una realización preferida de la invención, la corriente consiste en una suspensión de pulpa de papel o de cartón que incluye aditivos opcionales.

Una corriente de proceso puede consistir en un flujo o una corriente en un proceso o estancada, por ejemplo, una muestra o el contenido de un tanque de almacenamiento.

De acuerdo con la presente invención, se utiliza la toma de muestras por lotes. Se conduce una corriente de proceso hasta una unidad de medición. Cuando la unidad de medición se llena con la muestra de la corriente de proceso, el flujo es interrumpido al objeto de mantener la muestra dentro de la unidad de medición. La toma de la muestra se realiza habitualmente conduciendo una corriente de proceso a través de la vasija de medición durante un cierto periodo de tiempo (tiempo de muestreo), a fin de obtener una muestra representativa. Tras la toma de la muestra, el flujo es interrumpido con el fin de mantener la muestra dentro de la unidad de medición. La muestra se mantiene dentro de la unidad de medición durante un cierto periodo de tiempo, es decir, un ciclo de medición. Las mediciones se llevan a cabo al menos en dos instantes de tiempo durante un ciclo de medición. El tiempo utilizado para el ciclo de medición se evalúa basándose en el estado microbiológico general (promedio) de la corriente que se ha de analizar. Preferiblemente, el ciclo de medición varía entre 1 minuto y 3 horas, más preferiblemente entre 15 minutos y 2 horas. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de los datos de salida de las mediciones. En este sistema proporcionado a modo de ejemplo, el tiempo de toma de la muestra fue 15 s y el ciclo de medición del oxígeno disuelto fue de 2 h. En una realización preferida, las mediciones se llevan a cabo durante todo el ciclo de medición, por ejemplo, se registra un valor de medición 60 veces por minuto durante el ciclo de medición, por ejemplo, durante dos horas.

Los valores medidos (la concentración de oxígeno disuelto o una combinación del pH y del potencial rédox, o de los dos) al menos en los dos instantes de tiempo son utilizados para calcular el consumo de oxígeno (ΔDO), el consumo de oxígeno relativo ($\Delta DO\%$), el valor de rH (rH), el cambio del valor de rH (ΔrH) y/o el cambio relativo del valor de rH ($\Delta rH\%$).

El consumo de oxígeno (mg/l) se calcula utilizando la ecuación (1):

$$\Delta DO = O_2(t_1) - O_2(t_2) \quad (1)$$

y el consumo de oxígeno relativo (%) se calcula utilizando la ecuación (2):

$$\Delta DO\% = 100\% \cdot \frac{O_2(t_1) - O_2(t_2)}{O_2(t_1)} \quad (2)$$

donde $O_2(t_1)$ es el primer valor de la concentración de oxígeno disuelto. El primer valor se mide, preferiblemente, al principio del ciclo de medición, por ejemplo, dentro de los 15 primeros minutos del mismo. $O_2(t_2)$ es el segundo valor de la concentración de oxígeno disuelto. El segundo valor se mide, preferiblemente, al final del ciclo de medición, por ejemplo, dentro de los 15 últimos minutos del ciclo de medición.

El valor rédox depende del pH. El valor del rH se calcula a partir del pH y del potencial rédox utilizando la ecuación (3):

$$rH = 2 * pH + 2 * Eh * F / (c \cdot R \cdot T) \quad (3)$$

donde F = constante de Faraday ($9,64853399(24) \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$), c = ln10, T = temperatura (K), Eh = potencial rédox, medido con un electrodo de hidrógeno normalizado, y R = constante universal de los gases ($8,314472(15) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$).

En el sistema proporcionado a modo de ejemplo de la Figura 7, cuando T = 20°C (293 K):

$$rH = Eh / 0,029 + 2 * pH \quad (4)$$

En este sistema proporcionado a modo de ejemplo, suponiendo que pH = 6,5 y Eh = -0,15 V:

$$rH \sim 7,8$$

Por otra parte, como anteriormente para el consumo de oxígeno, el cambio en el valor de rH puede ser calculado utilizando la siguiente ecuación (5):

$$\Delta rH = rH(t_1) - rH(t_2) \quad (5)$$

y el cambio relativo en el valor de rH (%), utilizando la siguiente ecuación (6):

$$\Delta rH\% = 100\% \cdot \frac{rH(t_1) - rH(t_2)}{rH(t_1)} \quad (6)$$

donde $rH(t_1)$ es el primer valor de rH. El primer valor de rH es, preferiblemente, medido al principio del ciclo de medición, por ejemplo, dentro de los 15 primeros minutos del mismo. $rH(t_2)$ es el segundo valor de rH y se mide después del primer valor de rH. El segundo valor de rH es, preferiblemente, medido al final del ciclo de medición, por ejemplo, dentro de los 15 últimos minutos del mismo.

Registrando más de dos valores, el método y el dispositivo de la presente invención permiten también una supervisión en línea del valor de rH y/o de la concentración de oxígeno disuelto medidos (tal como se muestra en la Figura 2) durante un ciclo de medición. Utilizando al menos dos y, preferiblemente, más de dos valores de las mediciones, se permite, entonces, una determinación de, entre otras cosas, la velocidad del consumo de oxígeno y/o la velocidad del cambio del rH durante un ciclo de medición. La velocidad del consumo de oxígeno y/o la velocidad del cambio de rH pueden también utilizarse para seleccionar el periodo de tiempo adecuado para el ciclo de medición y/o supervisar el estado microbiológico de la corriente de proceso.

El método es, preferiblemente, llevado a cabo utilizando una secuencia de ciclos, de tal manera que los ciclos incluyen al menos un ciclo de toma de muestra y al menos un ciclo de medición, y consisten, preferiblemente, en un solo ciclo de toma de muestra y un solo ciclo de medición. Con ello, el método de acuerdo con una realización de la invención puede ser considerado un método continuo. En una realización, el ciclo siguiente sigue al ciclo previo de forma inmediata. El ciclo de toma de muestra es habitualmente más corto que el ciclo de medición. El tiempo de toma de muestra depende del proceso y puede ser, por ejemplo, entre 60 segundos y 2 minutos. Un tiempo de toma de muestra adecuado puede ser determinado por una persona experta en la técnica. Puede ser también un periodo de tiempo entre los ciclos (una vez que han finalizado un ciclo de toma de muestra y un ciclo de medición), por ejemplo, si basta con recibir datos de supervisión de la corriente de proceso tan solo en algunas ocasiones cada día.

En una realización particular de la invención, se conduce una corriente de proceso hasta una unidad de medición sin interrumpir el flujo de proceso, y se mide el valor de rH del flujo de proceso durante el flujo. El valor de rH se utiliza para supervisar, y, opcionalmente, controlar, el estado microbiológico del flujo de proceso. Es preferible utilizar esta realización especialmente para lodos inorgánicos, tales como tintes de revestimiento. La Figura 8b muestra que el valor de rH, en sí, está correlacionado con la cantidad de bacterias anaeróbicas, y que el rH puede también estar correlacionado con la cantidad de bacterias aeróbicas en algunas corrientes de proceso, tal como se muestra en la Figura 8a. Sin embargo, en caso de cambios en el flujo de proceso distintos de los microbiológicos, el valor de rH, en sí mismo, puede no proporcionar ninguna información por sí solo sobre el estado microbiológico.

A fin de proporcionar un control adicional del método y un resultado aún más fiable, se miden la temperatura de la muestra y, opcionalmente, la presión dentro de la unidad de medición. Esto es particularmente útil a la hora de determinar el estado microbiológico de la muestra utilizando la concentración de oxígeno disuelto, ya que la disolución de oxígeno en un líquido, por ejemplo, agua, depende de la temperatura y también depende de la presión. A fin de tener en cuenta esta dependencia, bien puede el método llevarse a cabo a temperatura constante, o bien la temperatura medida puede ser incluida en los cálculos subsiguientes para compensar cualesquiera cambios en la temperatura. Lo mismo se aplica por la presión dentro de la unidad de medición durante la medición. Sin embargo, se prefiere llevar a cabo tanto la medición de la concentración de oxígeno disuelto como la medición del rH al menos a presión constante, preferiblemente a la presión ambiental, lo que normalmente es presión de aire, pero, de la forma más preferida, también a temperatura constante. En aún otra realización preferida de la invención, la presión y la temperatura dentro de la vasija de medición durante la medición se mantienen constantes.

De esta forma, determinando el consumo relativo de oxígeno disuelto en una corriente de proceso, tal como pulpa de papel o de cartón, por ejemplo, el troceado convertido en pulpa de una máquina papelera, pueden establecerse conclusiones por lo que respecta a la actividad microbiológica en la corriente de proceso, por ejemplo, en la pulpa, y también a la cantidad de microbios consumidores de oxígeno, particularmente bacterias aeróbicas, en la corriente de proceso, por ejemplo, la pulpa. Similarmente, determinando el rH, el cambio en el rH o el cambio relativo del rH en una corriente de proceso, tal como una suspensión pulposa de papel o de cartón, pueden establecerse conclusiones por lo que respecta a la actividad microbiológica en la muestra y también a la cantidad de microbios aeróbicos / anaeróbicos contenidos en la muestra.

Basándose en las condiciones al principio de un ciclo de medición, es posible decidir (preferiblemente, de forma automática) cuál, al menos una, de las dos mediciones (la concentración de oxígeno disuelto y el valor de rH) se utiliza para determinar el estado microbiológico de la corriente de proceso. En condiciones aeróbicas (la concentración de oxígeno disuelto es más alta que aproximadamente 0 mg/l), se prefiere medir la concentración del oxígeno disuelto en la mezcla y utilizar el consumo relativo de oxígeno disuelto para determinar el estado microbiológico de la corriente de proceso. En condiciones anaeróbicas o anóxicas (la concentración de oxígeno disuelto es aproximadamente 0 mg/l), se prefiere medir el valor de rH de la muestra y utilizar el cambio o el cambio relativo de rH para determinar el estado microbiológico de la corriente de proceso.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se miden tanto la concentración de oxígeno disuelto como el valor de rH.

El (los) valor(es) inicial(es), preferiblemente el (los) valor(es) medido(s) al principio del ciclo de medición, de la concentración de oxígeno disuelto y de rH describen si las condiciones de proceso son anaeróbicas o aeróbicas y pueden ser utilizados para seleccionar la al menos una medición (oxígeno disuelto o rH) utilizada para determinar el estado microbiológico.

5 De acuerdo con una realización de la invención, la medición del (de los) valor(es) inicial(es) de la concentración de oxígeno disuelto o del rH se lleva a cabo al principio del ciclo de medición o antes de este (por ejemplo, durante la toma de la muestra), a fin de determinar si las condiciones de la corriente de proceso son aeróbicas o anaeróbicas. Los resultados obtenidos en esta(s) medición (mediciones) inicial(es) son, preferiblemente, interpretados y utilizados a la hora de seleccionar, preferiblemente de forma automática, un parámetro de medición adecuado a partir de la
10 concentración de oxígeno disuelto, del rH o de su combinación para un ciclo de medición, preferiblemente en curso o próximo, o para cualquier ciclo de medición subsiguiente, y, opcionalmente, son utilizados para controlar el estado microbiológico de la corriente de proceso. La realización de una medición inicial de la concentración de oxígeno disuelto o del rH al principio del ciclo de medición puede llevarse a efecto analizando uno o varios valores de medición iniciales al principio de un ciclo de medición, por ejemplo, dentro de los 60 primeros segundos del ciclo de medición.
15 Con ello, puede seleccionarse para el ciclo de medición en curso el parámetro de medición adecuado, de entre la concentración de oxígeno disuelto, el rH o su combinación. El valor inicial puede ser también el valor, el primer valor, que se utiliza en los cálculos del cambio de rH, del cambio relativo de rH y/o del cambio de consumo de oxígeno relativo.

20 En la presente invención, se prefiere que la medición tenga lugar en línea, o bajo conexión, ya que ello hace posible reaccionar a los efectos de los cambios temporales en el estado microbiológico de la corriente analizada.

La concentración de oxígeno disuelto en la corriente de proceso y/o el rH de la corriente de proceso pueden también ser medidos antes de llevar la muestra a una unidad de medición o antes de buscarla, o bien mientras la corriente de proceso fluye a través de la unidad de medición. Es posible utilizar una o más de dichas mediciones obtenidas fuera del ciclo de medición para supervisar, y, opcionalmente, controlar, el estado microbiológico de la corriente de proceso,
25 como tales o en combinación con los valores calculados obtenidos de las mediciones realizadas fuera del ciclo de medición.

A menudo, el consumo relativo de oxígeno disuelto en una corriente de proceso está correlacionado con la cantidad de bacterias aeróbicas en la corriente de proceso. La Figura 3 muestra valores de consumo relativo de oxígeno determinados con el método de acuerdo con la invención, frente a la cantidad de bacterias aeróbicas de la muestra, medidas utilizando el método de cómputo sobre placa. Cuando la cantidad de microbios es alta, el consumo relativo de oxígeno durante el ciclo de medición es alto. Cuando la cantidad de microbios es baja, el consumo relativo de oxígeno es pequeño.
30

Puede consumirse también oxígeno por reacciones de oxidación química, o bien puede liberarse oxígeno en ciertas reacciones químicas (por ejemplo, la descomposición de H_2O_2). Las reacciones químicas tienen su efecto más fuerte inmediatamente después de la adición química y requieren habitualmente la presencia de fuertes oxidantes. El efecto de las reacciones químicas sobre la estimación del estado microbiológico de una corriente de proceso puede tenerse en cuenta o eliminarse seleccionando el emplazamiento de medición o de toma de muestras. Una persona experta en la técnica es capaz de tener esto en cuenta.
35

También el valor de rH de una corriente de proceso puede verse afectado por cambios en una corriente de proceso distintos de los cambios microbiológicos, tales como cambios en el blanqueo del flujo de proceso o la adición de productos químicos fuertemente oxidantes. Midiendo el cambio o el cambio relativo del rH de acuerdo con la invención, es posible eliminar el efecto de los cambios distintos de los debidos a los cambios microbiológicos en la calidad de una corriente de proceso. El efecto de las reacciones químicas en la estimación del estado microbiológico de una corriente de proceso puede ser tenido en cuenta o eliminado seleccionando el emplazamiento de medición o de toma de muestras. Una persona experta en la técnica es capaz de tener esto en cuenta.
40
45

La Figura 4 muestra ejemplos de dos ciclos de medición en los que se ha registrado la concentración del oxígeno disuelto (mg/l) en la muestra. En el primer ejemplo, el primer valor al principio del ciclo de medición es 6 mg/l y el segundo valor al final del ciclo de medición es 5 mg/l. El consumo de oxígeno durante el ciclo de medición es, por lo tanto, 1 mg/l, y el consumo relativo es el 17%. En el segundo ejemplo, el primer valor al principio del ciclo de medición es 1 mg/l y el segundo valor al final del ciclo de medición es 0 mg/l. El consumo de oxígeno durante el ciclo de medición es 1 mg/l y el consumo relativo de oxígeno es el 100%. En el primer ejemplo, la magnitud total de la concentración del oxígeno disuelto es alta, y el consumo de oxígeno, así como el consumo relativo de oxígeno, es bastante bajo. Esto indica que la actividad microbiológica es baja y que la cantidad de bacterias es baja, por lo que el estado microbiológico es bueno. En el segundo ejemplo, el alto consumo relativo de oxígeno indica un deficiente estado microbiológico, probablemente como resultado de la elevada actividad de bacterias anaeróbicas. En ambos ejemplos, el consumo de oxígeno es el mismo: 1 mg/l. Sin embargo, el consumo relativo de oxígeno en los dos ejemplos difiere significativamente.
50
55

La Figura 5a es una ilustración gráfica del consumo relativo de oxígeno y del consumo de oxígeno en una corriente de proceso de pulpa, en función del tiempo. La Figura 5b muestra el consumo relativo de oxígeno y la cantidad de

bacterias aeróbicas en la misma corriente de proceso proporcionada a modo de ejemplo. Los valores del consumo de oxígeno y del consumo relativo de oxígeno se obtienen de ciclos de medición consecutivos.

5 En los resultados, la Figura 5a muestra un cambio significativo en el consumo relativo de oxígeno (%) en función del tiempo, a la vez que el consumo de oxígeno (mg/l) permanece prácticamente sin cambios. La Figura 5b muestra que se produce un cambio significativo también en la cantidad de bacterias aeróbicas. Así, pues, el consumo relativo de oxígeno puede ser utilizado para proporcionar información fiable sobre el estado microbiológico de la corriente de proceso.

10 De esta forma, si se supervisa únicamente el consumo de oxígeno (mg/l), existe el riesgo de que una situación alarmante con respecto al estado microbiológico de una corriente de proceso no se aprecie. Con ello, la cantidad de biocidas requerida puede ser fácilmente controlada basándose en el consumo relativo de oxígeno (%).

15 Además, el resto de parámetros que se obtienen por sensores o analizadores disponibles en el mercado, tales como sensores de temperatura, sensores de pH, electrodos selectivos de iones, por ejemplo, para el análisis de cloro y de bromo, y voltimetría de desprendimiento de ánodo, para medir las concentraciones de metales pesados, así como cualesquiera sensores o analizadores de colmatación superficial conocidos, pueden ser utilizados para proporcionar información adicional acerca de la calidad microbiológica de las corrientes de proceso.

20 Se implementan, preferiblemente, sensores suaves en el método de acuerdo con la invención. Los sensores suaves son sistemas de estimación adicionales que se sirven de cálculos para proporcionar resultados más detallados del estado microbiológico de un proceso. Los sensores suaves, por ejemplo, los basados en modelos de ecuación lingüística (LE –“Linguistic Equation”–), son preferiblemente utilizados para ayudar a la interpretación de datos de medición o calculados, particularmente en la etapa del método consistente en determinar el estado microbiológico de la suspensión, al proporcionar ecuaciones que se utilizan en los cálculos. Dichos datos pueden ser datos obtenidos de acuerdo con el método de la invención u otras mediciones de proceso obtenidas por cualesquiera sensores o analizadores conocidos. Por ejemplo, la cantidad de microbios después del tratamiento químico puede ser predicha basándose en el valor de rH y en la cantidad de biocida residual, utilizando un sensor suave. Los resultados de un sensor suave pueden ser utilizados como tales o en combinación con el método de acuerdo con la invención para supervisar, y, opcionalmente, controlar, el estado microbiológico de una corriente de proceso. En la Figura 6 se muestra un resultado proporcionado a modo de ejemplo de un método basado en sensores suaves, en comparación con los resultados de un análisis de laboratorio.

30 En una realización preferida de la invención, el método comprende, de manera adicional, controlar el estado microbiológico en dicha corriente de proceso añadiendo una cantidad efectiva de biocida(s) a la corriente de proceso, preferiblemente por medio de un sistema de control automatizado.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, se utiliza un control de prealimentación (FF –“feedforward”–), retroalimentación (FB –“feedback”–) y/o un controlador de FB con un bucle en cascada para controlar el estado microbiológico de dicha corriente de proceso.

35 Las mediciones para la determinación del estado microbiológico de acuerdo con la invención pueden llevarse a cabo en una muestra de la corriente de proceso tomada, ya sea antes de que la corriente llegue a un lugar de dosificación de biocida en la corriente de proceso, ya sea después de este lugar. La(s) salida(s) del método de acuerdo con la invención puede(n) utilizarse en el control de dosificación de biocidas (cantidad, tipo de estos, emplazamiento). De acuerdo con una realización preferida, la muestra se toma antes de que la corriente llegue al emplazamiento de dosificación de biocida, y los resultados se utilizan para controlar la magnitud subsiguientemente requerida para la dosis de biocida que se ha de añadir a la corriente de proceso (esto es, el control de prealimentación (FF) de la Figura 9). De acuerdo con una realización preferida, la muestra se toma una vez que se ha añadido el biocida, y los resultados se utilizan para determinar el éxito del tratamiento con biocida. También en este último caso, los resultados pueden ser utilizados para controlar la cantidad requerida de dosis de biocida (esto es, el control de retroalimentación (FB) de la Figura 10).

40 De acuerdo con una realización alternativa de la invención, se toman muestras de la corriente tanto antes como después de los dos lugares de dosificación de biocida, según se muestra en la Figura 9. De esta forma, se proporciona un control tanto de prealimentación como de retroalimentación de la magnitud requerida para la adición de biocida. Dichos lugares de dosificación de biocida pueden dosificar un mismo tipo o tipos diferentes de biocidas. Las muestras pueden tomarse de la corriente tanto antes como después de uno o varios lugares de adición de biocida.

45 De acuerdo con una realización alternativa de la invención, se toman muestras de la corriente tanto antes como después de un lugar de dosificación de biocida. La Figura 11 es una representación esquemática de una estrategia de control proporcionada a modo de ejemplo (para un controlador de FB con un bucle en cascada), basada en una(s) medición (mediciones) de acuerdo con la presente invención, en una corriente de suspensión destinada a someterse a un tratamiento con biocida de una única etapa. A fin de controlar el valor de punto de ajuste del controlador de retroalimentación, pueden utilizarse datos medidos y/o datos calculados y/u otras mediciones de proceso obtenidas de antes y/o de después del lugar de adición de biocida.

Opcionalmente, pueden utilizarse otras mediciones de proceso obtenidas por cualesquiera sensores o analizadores

5 conocidos, tales como sensores de temperatura, sensores de pH, electrodos selectivos de iones y voltametría de desprendimiento de ánodo para medir las concentraciones de metales pesados, un sensor de oxígeno disuelto y cualesquiera sensores o analizadores de colmatación superficial conocidos, a la hora de controlar la dosificación de los biocidas. Opcionalmente, pueden utilizarse una o más de las mediciones referidas en lo anterior, además de uno o más resultados de cálculos de acuerdo con la invención (por ejemplo, el cambio de rH o el cambio relativo de rH, o el consumo relativo de oxígeno disuelto), en los cálculos del sensor suave y, subsiguientemente, en los cálculos de dosificación de biocida.

10 Se utilizan, preferiblemente, en el cálculo de sensor suave y, subsiguientemente, en los cálculos de dosificación de biocida, unos sensores suaves basados en ecuaciones lingüísticas (LE) y mediciones o cálculos en línea, tales como mediciones de temperatura, del oxígeno disuelto o del rH, y cálculos del consumo relativo de oxígeno, así como el cambio o el cambio relativo del valor de rH.

Por lo que respecta a un ejemplo de equipo adecuado, se hace aquí referencia al método y al aparato para el control de dosis automático de productos químicos que se describe en el documento WO 2005/022278.

El funcionamiento de un dispositivo de acuerdo con la invención se ilustra adicionalmente en el ejemplo siguiente:

15 **Ejemplo**

En un proceso proporcionado a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la invención, este se lleva a cabo utilizando la configuración de la Figura 12. El dispositivo es controlado de acuerdo con la siguiente secuencia programada, incluyendo ciclos secuenciales de toma de muestras, medición y lavado de la conducción.

20 Para el propósito de toma de una muestra, las válvulas V1 y V2 se abren, por lo que la muestra fluye a través de la unidad de medición. El ciclo de toma de la muestra dura aproximadamente 15 segundos, tras los cuales las válvulas V1 y V2 son cerradas.

El ciclo de medición comienza al cerrarse las válvulas V1 y V2, y dura aproximadamente 2 h.

25 La temperatura de la muestra en la vasija de medición se mantiene en un valor constante utilizando un elemento Peltier 16 para el control de la temperatura. Como punto de ajuste del controlador, se utiliza un valor que es proporcionado por un sensor PT-100 8, una vez transcurrido 1 minuto tras el comienzo del ciclo de medición.

En este Ejemplo, el primer valor de la concentración del oxígeno disuelto es leído transcurridos 5 minutos desde el inicio del ciclo de medición, y el segundo valor es leído al final del ciclo de medición. La diferencia entre el primer valor y el segundo valor se utiliza para el cálculo del consumo relativo de oxígeno.

30 Simultáneamente al ciclo de medición, se inicia un lavado de la conducción de toma de muestras mediante la apertura de las válvulas V1 y V6. Se conduce agua de lavado a través de la conducción 11 de toma de muestras y, por último, a través de la conducción 13 de proceso principal. La válvula V2 se mantiene cerrada. El ciclo dura 12 segundos. Una vez finalizado el lavado de la conducción, las válvulas V1 y V6 se cierran.

El conducto de salida 12 se abre al drenaje 18, con lo que está presente dentro de la vasija de medición una presión de aire ambiental normal. No es necesario, pues, un control de la presión.

35 Una vez completado el ciclo de medición, se inicia un nuevo ciclo de toma de muestra abriendo las válvulas V1 y V2, por lo que la unidad de medición es descargada.

Los resultados obtenidos utilizando una secuencia programada similar, con el mismo periodo de tiempo utilizado para el ciclo de medición, se muestran en la Figura 2.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para supervisar el estado microbiológico en una corriente de proceso mediante la medición de la concentración de oxígeno disuelto y del valor de rH en dicha corriente, de tal manera que el método comprende:

- proporcionar una corriente de proceso originada por dicho proceso;

5 - conducir por lotes una muestra de la corriente de proceso hasta una unidad de medición;

- medir, en la unidad de medición, al menos en dos instantes de tiempo, la concentración de oxígeno disuelto en la muestra, a fin de calcular el consumo relativo de oxígeno en la corriente de proceso si se tienen condiciones aeróbicas entre dichos al menos dos instantes de tiempo;

10 - determinar, al menos en dos instantes de tiempo, el valor de rH de la muestra, a fin de calcular el cambio o el cambio relativo del valor de rH en la corriente de proceso si se tienen condiciones anaeróbicas entre dichos al menos dos instantes de tiempo; y

- determinar, basándose en al menos un valor de consumo relativo de oxígeno calculado, o en el cambio o el cambio relativo del valor de rH, el estado microbiológico de la corriente de proceso,

en el cual

15
$$rH = 2 * pH + 2 * Eh * F / (c \cdot R \cdot T),$$

donde F = constante de Faraday, $9,64853399(24) \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$, $c = \ln 10$, T = temperatura (K), Eh = potencial rédox, medido con un electrodo de hidrógeno normalizado, y R = constante universal de los gases, $8,314472(15) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

20 2.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la corriente de proceso es una corriente industrial, preferiblemente una corriente de suspensión de pulpa de papel o de cartón.

3.- El método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el cual la temperatura de la muestra y la presión en la unidad de medición son medidas y, opcionalmente, utilizadas en los cálculos.

25 4.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la medición de la concentración de oxígeno disuelto o del rH, o de ambos, se lleva a cabo a presión constante, o a temperatura constante, o siendo tanto la temperatura como la presión constantes.

5.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el rH se determina midiendo el valor de pH y el potencial rédox de la muestra y calculado el valor de rH.

6.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la etapa de determinar el estado microbiológico incluye cálculos que utilizan la siguiente ecuación para el consumo relativo de oxígeno $\Delta DO\%$:

30
$$\Delta DO\% = 100\% \cdot \frac{O_2(t_1) - O_2(t_2)}{O_2(t_1)} \quad (2),$$

donde $O_2(t_1)$ es un primer valor de la concentración del oxígeno disuelto, y $O_2(t_2)$ es un segundo valor de la concentración del oxígeno disuelto,

y las siguientes ecuaciones para los valores de rH:

para el cambio del valor de rH: $\Delta rH = rH(t_1) - rH(t_2),$

35 y, para el cambio relativo en el valor de rH:

$$\Delta rH\% = 100\% \cdot \frac{rH(t_1) - rH(t_2)}{rH(t_1)}, \quad (6)$$

donde $rH(t_1)$ es un primer valor de rH y $rH(t_2)$ es un segundo valor de rH.

40 7.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual la medición de un valor inicial de la concentración de oxígeno disuelto y/o del rH se lleva a cabo al principio de un ciclo de medición o antes de este, a fin de determinar si las condiciones de la corriente de proceso son aeróbicas o anaeróbicas.

8.- El método de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual los resultados obtenidos en la medición inicial se utilizan a la hora de seleccionar un parámetro de medición adecuado de entre la concentración de oxígeno disuelto, el rH o la combinación de estos, y, opcionalmente, al menos una parte de los resultados así obtenidos se utiliza para supervisar y/o controlar el estado microbiológico de la corriente de proceso.

45 9.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual se utilizan sensores suaves,

particularmente basados en una ecuación lingüística (LE), para ayudar a la interpretación de los datos de medición y/o datos calculados, y, opcionalmente, cualesquiera otros datos de proceso, a fin de determinar el estado microbiológico de la corriente de proceso.

5 10.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende, adicionalmente, controlar, preferiblemente de forma automática, el estado microbiológico de la corriente de proceso controlando la cantidad de biocida(s) añadida a la corriente de proceso, la selección de los lugares de adición o la selección del tipo de biocida(s), o bien cualquier combinación de estos tres elementos.

10 11.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende, adicionalmente, controlar el estado microbiológico en dicha corriente al añadir una cantidad de biocida(s) a la corriente de proceso, preferiblemente por medio de un sistema de control automatizado.

12.- El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que incluye, adicionalmente, identificar la fuente de corrientes de proceso que se han de supervisar, preferiblemente seleccionada de entre pulpa, troceado, agua en circulación y agua sin tratar, y/o los emplazamientos de estas corrientes de proceso que se han de supervisar, preferiblemente seleccionados de entre tanques, recipientes, máquinas desulpadoras y tuberías.

15 13.- Un dispositivo para supervisar el estado microbiológico en una corriente de proceso de un proceso industrial, midiendo la concentración de oxígeno disuelto y determinando el valor de rH en dicha corriente, de tal manera que el dispositivo comprende:

- una unidad de medición (10), con una entrada (23) y una salida (24), destinada a albergar una muestra obtenida de dicho proceso que se ha de medir,

20 - medios (6) para medir la concentración de oxígeno disuelto, y medios (7) para determinar el valor de rH de la muestra situada dentro de dicha unidad de medición (10),

- medios (20) para tratar las mediciones y llevar a cabo cálculos basándose en los valores medidos entre al menos dos instantes de tiempo, a fin de determinar el consumo relativo de oxígeno si se tienen condiciones aeróbicas, y el cambio o el cambio relativo del valor de rH en la corriente de proceso si se tienen condiciones anaeróbicas, y

25 - medios (19) para determinar el estado microbiológico de la corriente de proceso basándose en el al menos un valor de consumo relativo de oxígeno calculado, o de cambio o cambio relativo del valor de rH,

de tal manera que

$$rH = 2 * pH + 2 * Eh * F / (c \cdot R \cdot T) ,$$

30 donde F = constante de Faraday, $9,64853399(24) \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$, $c = \ln 10$, T = temperatura (K), Eh = potencial rédox, medido con un electrodo de hidrógeno normalizado, y R = constante universal de los gases, $8,314472(15) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

35 14.- El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende adicionalmente un conducto de entrada (11) para dirigir una muestra hasta la unidad de medición (10), y un conducto de salida (12) para dirigir la muestra en alejamiento de la unidad de medición (10), por lo que el conducto de entrada permite la captación de una toma en derivación de una conducción (13) de proceso principal.

15.- El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en el cual los medios (7) para medir el rH de la muestra incluyen medios (7a) para medir el potencial rédox, medios (7b) para medir el valor de pH, y medios (7c) para calcular el rH de la muestra basándose en el valor de pH y en el potencial rédox.

40 16.- El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, que comprende adicionalmente medios (8) para medir la temperatura y medios (9) para medir la presión.

17.- El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, que comprende adicionalmente medios (21) para calcular la cantidad de biocida que se ha de añadir a la conducción de proceso (13), y medios (22) para dosificar dicho biocida en la conducción de proceso (13).

45 18.- Uso del dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17 para determinar el estado microbiológico en la pulpa de un proceso de fabricación de papel o cartón.

Fig. 1.

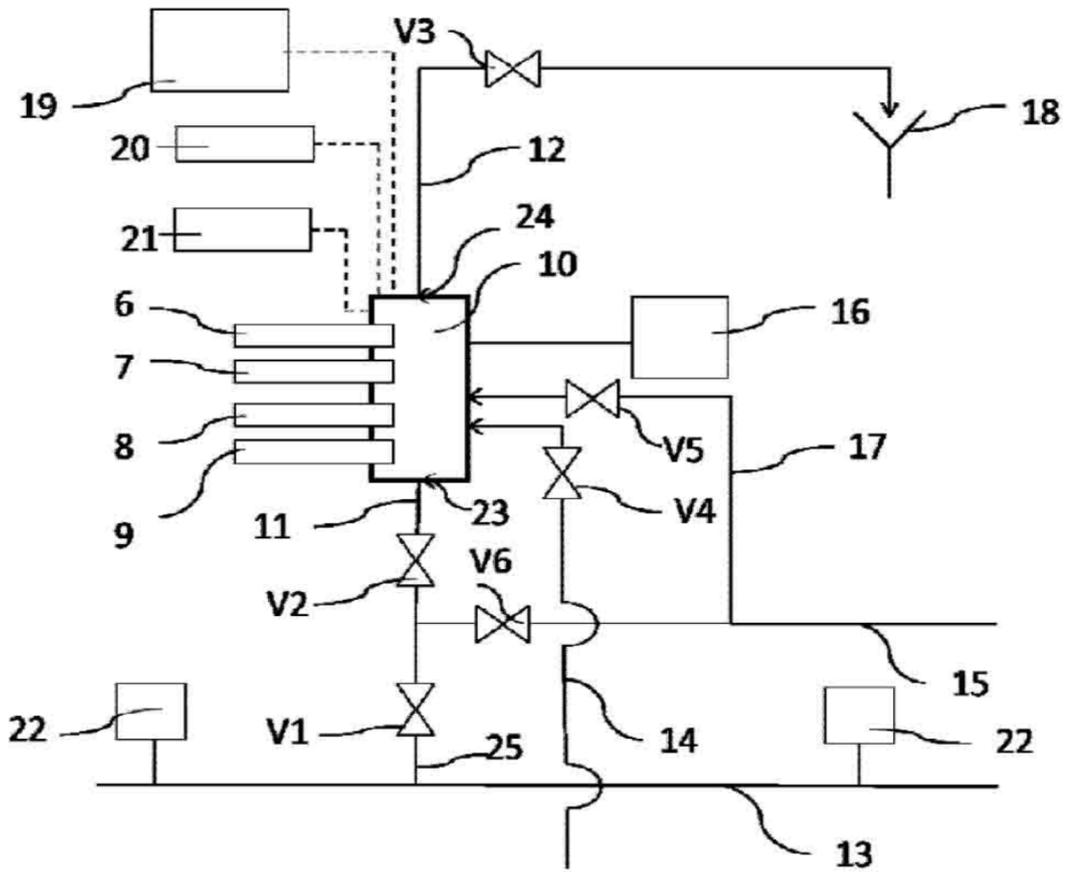


Fig. 2

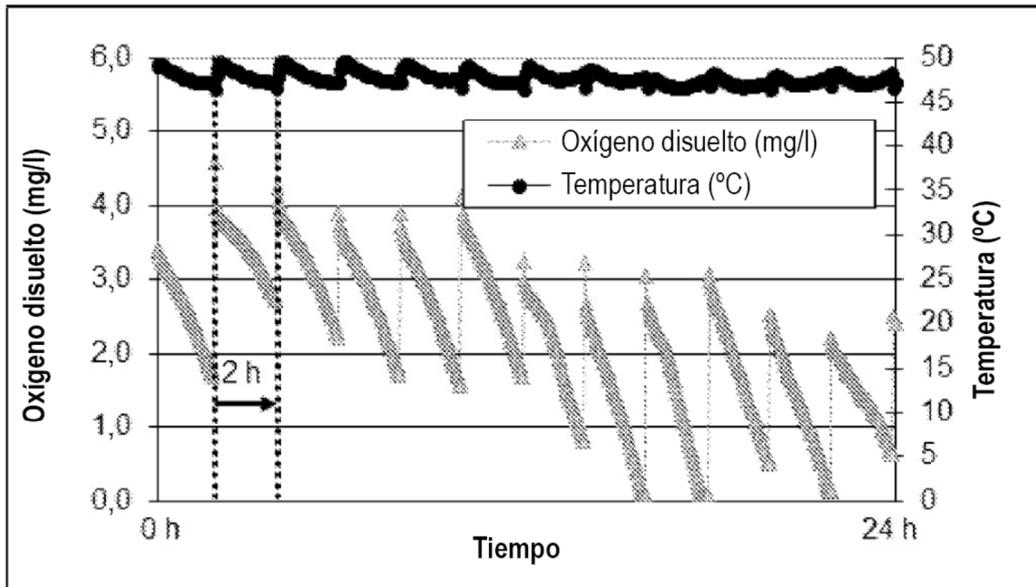


Fig. 3

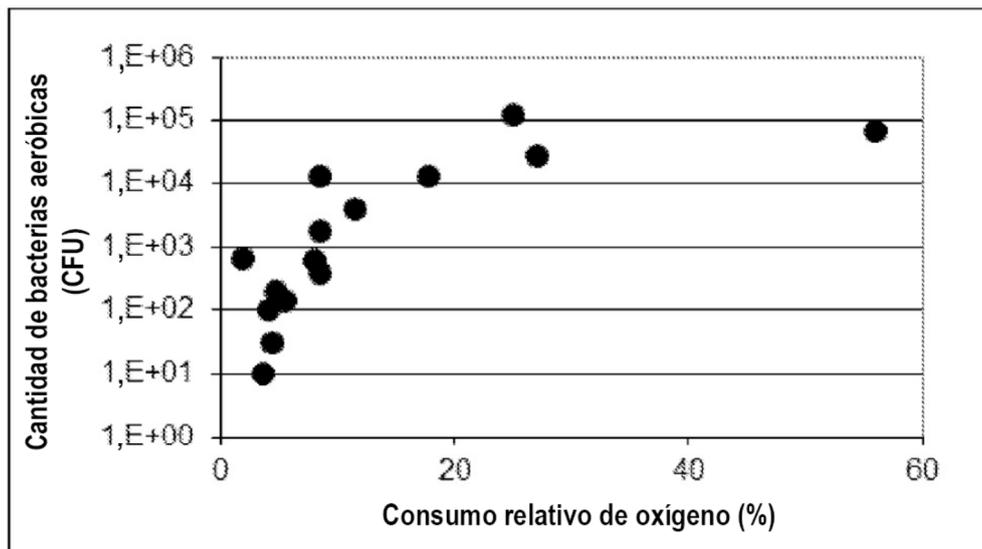


Fig. 4

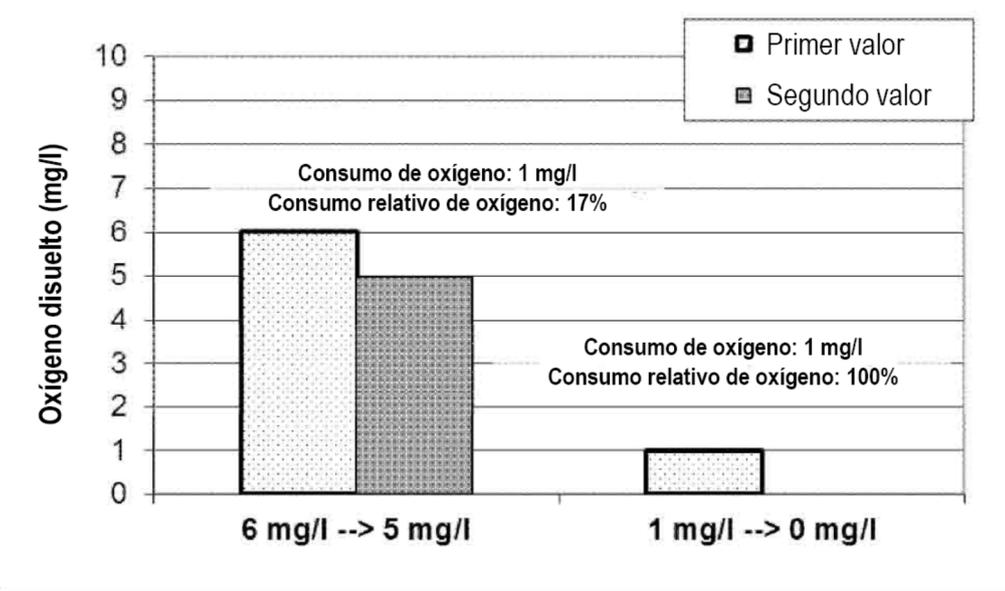


Fig. 5a

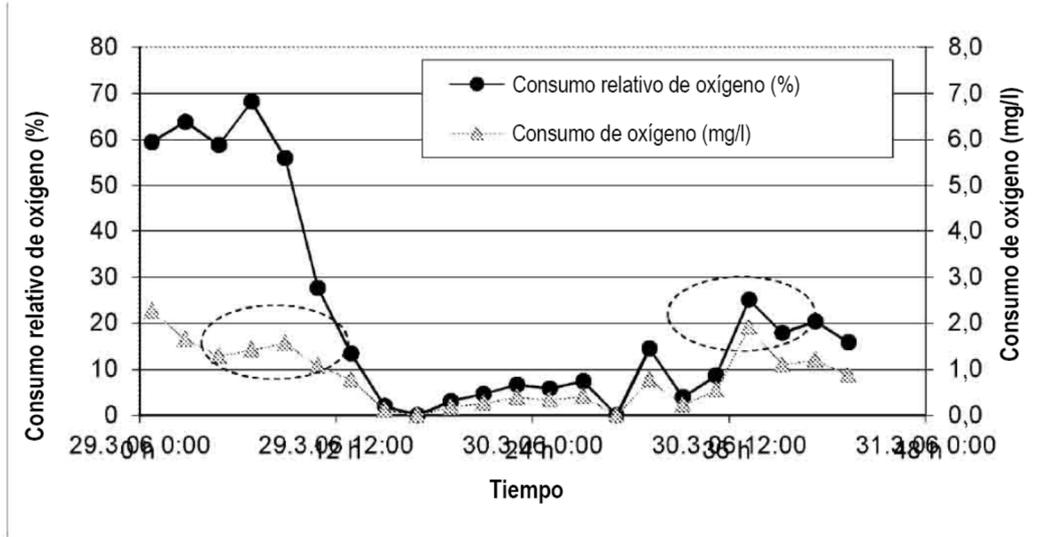


Fig. 5b

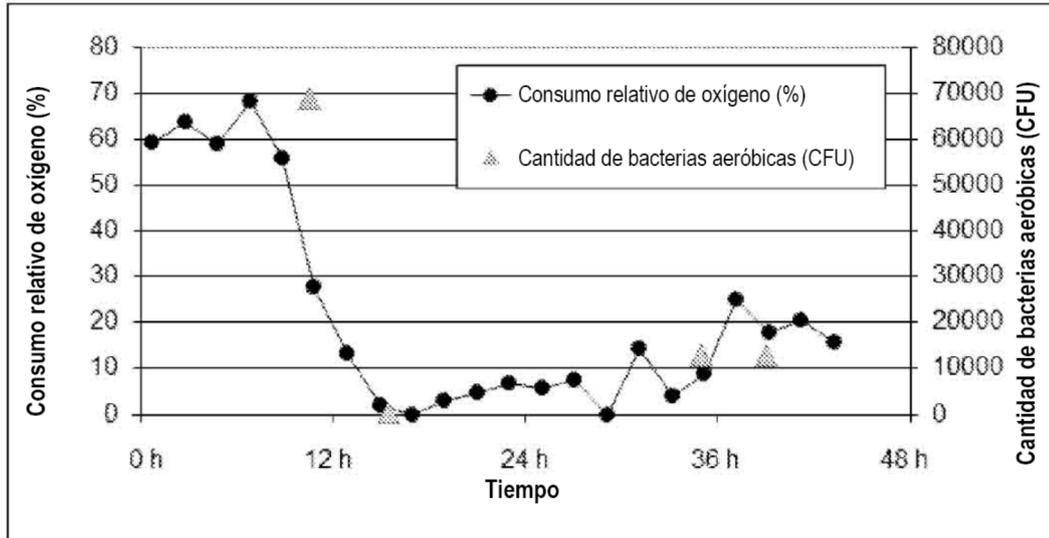


Fig. 6

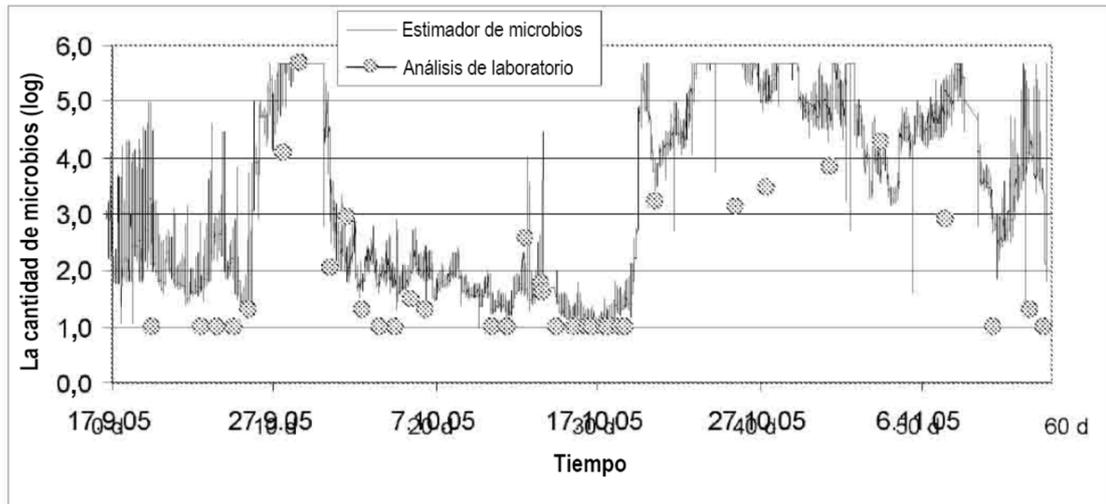


Fig. 7

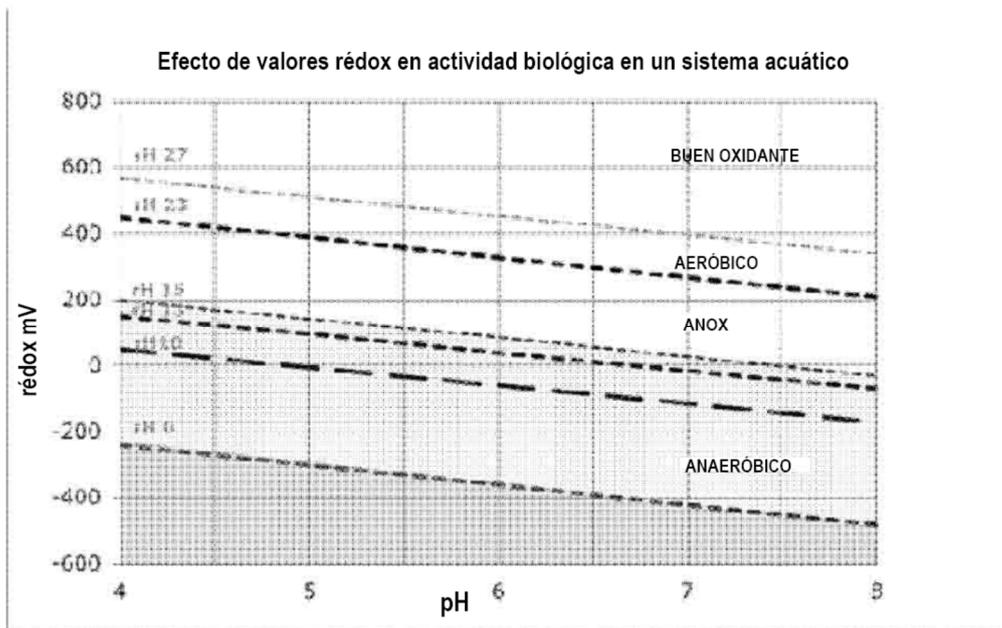


Fig. 8a

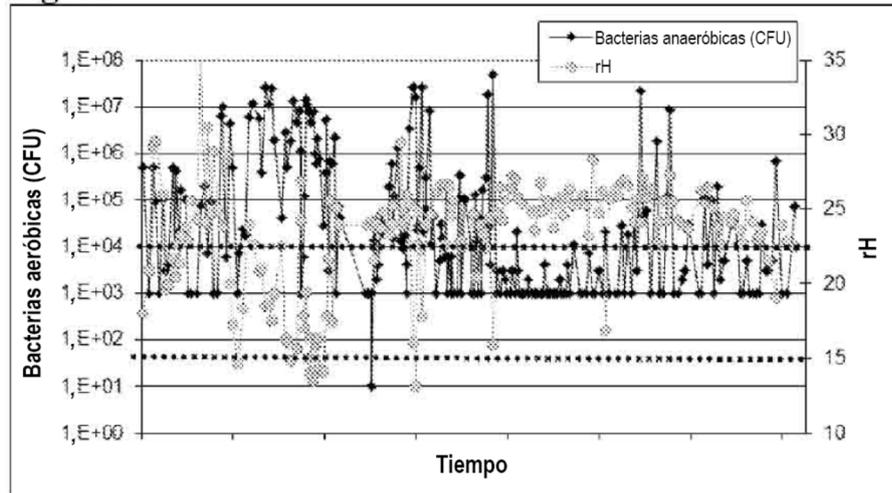


Fig. 8b

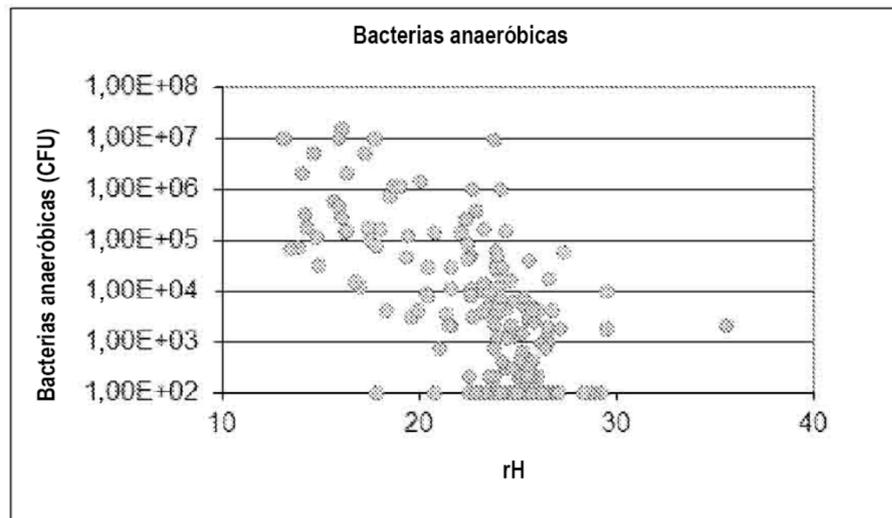


Fig. 9

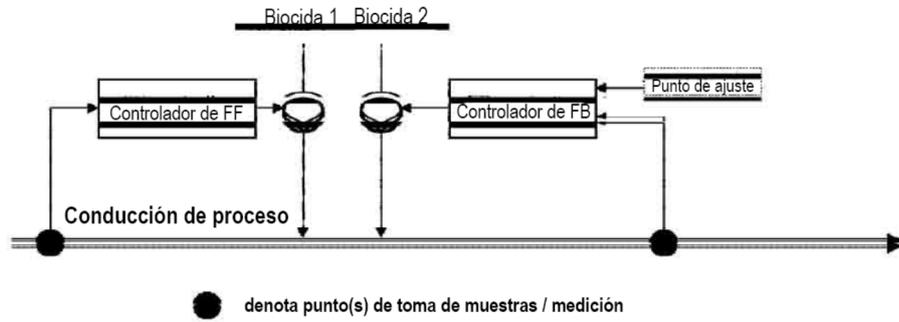


Fig. 10

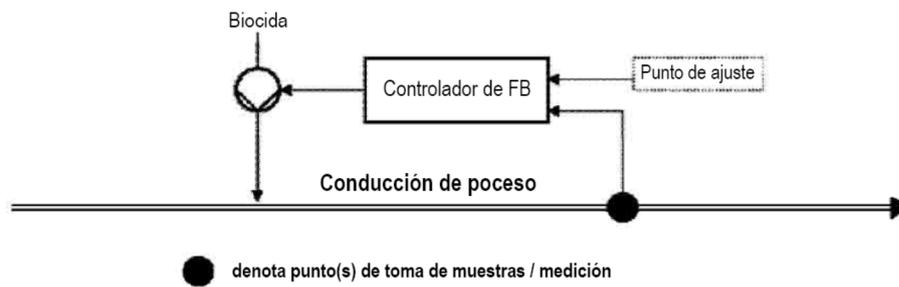


Fig. 11

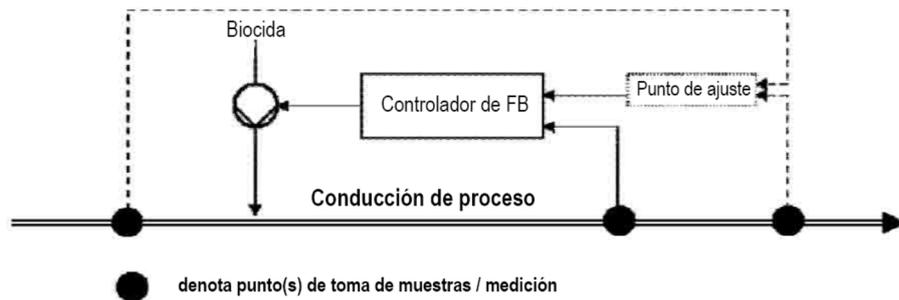


Fig. 12

