

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 686**

51 Int. Cl.:

C02F 1/72 (2013.01)
A61L 9/20 (2006.01)
A61L 9/22 (2006.01)
B01J 19/08 (2006.01)
B01J 19/12 (2006.01)
C01B 15/029 (2006.01)
F24F 3/16 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2019** **PCT/IL2019/050025**
87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2019** **WO19135239**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2019** **E 19702128 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2024** **EP 3735397**

54 Título: **Sistema de tratamiento de agua**

30 Prioridad:

04.01.2018 IL 25674518

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2025

73 Titular/es:

POLLOSANO LTD (100.00%)
39 Kalman Gavrielov Street
7611202 Rehovot, IL

72 Inventor/es:

AMAR, ELI y
SAMIMI GOLAN, MATI

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 999 686 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

Sistema de tratamiento de agua

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a sistemas de limpieza de agua no químicos y particularmente a sistemas que utilizan la transformación del aire ambiente en gas oxígeno radicalizado, que se genera además para propósitos de limpieza de agua.

Antecedentes

La potabilización del agua se ha convertido en un requisito esencial debido a la continua contaminación del agua y a la necesidad de suministrar agua potable. Se sugieren diferentes métodos, químicos y no químicos, para la purificación del agua. Con respecto a los métodos no químicos, la técnica anterior y los sistemas divulgados en la misma implican solo aspectos parciales de un modelo de cámara para purificar agua y funcionalidades relacionadas mediante la producción de un gas o aire reactivo purificador. De acuerdo con lo anterior, en todas las técnicas anteriores, la integración de los componentes del sistema que comprenden fuentes de radiación UV, fuentes generadoras de campos magnéticos y medios de flujo de aire en la cámara se desacoplan tanto como sea posible para obtener la máxima eficiencia y el rendimiento óptimo del sistema. Como un ejemplo, en la patente estadounidense número 4,655,933 de Johnson los elementos ferromagnéticos, que inducen los campos de flujo continuo magnético dentro de la cámara de flujo de aire están ubicados fuera o en las esquinas de la cámara, presumiblemente para eliminar cualquier perturbación no deseada que se pueda introducir en el gas del aire ambiente que fluye desde la entrada hasta la salida de esta cámara, y degrada el rendimiento de todo el sistema. Como resultado, en las realizaciones relacionadas descritas en Johnson, la interacción mutua entre las moléculas de aire ambiente y el campo magnético, inducida por las varillas ferromagnéticas en las configuraciones divulgadas, está limitada por los diámetros de la cámara de aire y por su forma geométrica. Estos parámetros se diseñan de acuerdo con diferentes consideraciones, que incluyen la capacidad de aire requerida y la tasa de limpieza del agua. Desafortunadamente, dichas reglas de diseño y arquitectura no dejan suficiente espacio/grado de libertad para que el experto en la técnica diseñe y elabore un sistema altamente eficiente, que esté optimizado según los requisitos de una determinada aplicación y las correspondientes necesidades del cliente. De manera similar, la patente estadounidense No. 9,321,655 de Kolstad et al divulga un método y aparato similares, sin embargo con rendimientos mejorados debido a varillas magnéticas en una configuración antisimétrica que inducen un mayor flujo continuo magnético en el componente de gas oxígeno del aire. Debido al uso de varillas ferromagnéticas, Johnson y Kolstad padecen de los siguientes problemas que degradan el rendimiento de la cámara de ionización: i. El campo magnético no tiene simetría cilíndrica coaxial, por lo que introduce una perturbación no concéntrica en el gas ambiente que fluye entrante. La distribución no concéntrica del gas radicalizado da como resultado una mayor interacción física entre las paredes de la cámara y el perfil del gas ambiente que fluye lo que imita la forma cilíndrica de la cámara. Como resultado de esta perturbación, se espera una mayor tasa de recombinación debido a una mayor interacción entre los radicales de oxígeno y los componentes del gas ambiente. ii. Para lograr el máximo rendimiento, las varillas magnéticas y la polarización relacionada deben estar alineadas con respecto a la cámara de ionización, con respecto a otras varillas magnéticas en un sitio determinado y entre sitios adyacentes. Para superar esto, Kolstad et al incorporaron las varillas magnéticas dentro de tubos magnéticos largos. Las varillas magnéticas resuelven el problema de alineación sin embargo ocupan una cantidad significativamente alta de volumen dentro de la cámara de ionización lo que reduce su capacidad para conducir el aire ambiente comprimido. Como resultado, cualquier aumento menor en el diámetro de las varillas, que pueda aumentar el campo magnético en la cámara, puede producir una reducción significativa del volumen libre de la cámara de ionización, limitando la opción de optimizar el rendimiento de la cámara de ionización.

45 El documento US 2007/062883 de William describe un dispositivo para producir moléculas de oxígeno excitadas eléctricamente con una matriz de anillos magnéticos, presionados contra la pared interior de un recipiente y crear un espacio interior para alojar una lámpara UV a lo largo del recipiente. Los anillos magnéticos ocupan toda la longitud del recipiente y forman un campo magnético continuo. Como resultado, las moléculas de oxígeno del aire excitadas eléctricamente tienden más a recombinarse con moléculas de oxígeno eléctricamente neutras y volver a caer a un estado neutro.

Para compensar las deficiencias mencionadas, se pueden aumentar las especificaciones de potencia de UV o el nivel de gas comprimido. Sin embargo, esto puede producir inestabilidades térmicas no deseadas y degradar aún más el rendimiento de la cámara de ionización.

55 Todos los componentes necesarios en la cámara de ionización, cuando se configuran juntos correctamente pueden evitar efectos secundarios no deseados que pueden reducir la eficiencia del sistema y degradar su tasa de ionización y sus propiedades de limpieza. Dichos efectos secundarios no deseados pueden ser provocados por un aumento innecesario en la potencia de radiación UV debido a la dispersión y la absorción y como resultado, una perturbación geométrica asimétrica no deseada que limita el acoplamiento entre los UV y el gas ambiente. Alternativamente, se puede mejorar la potencia UV o aumentar la tasa del aire comprimido. Sin

embargo, cualquier cambio en las propiedades de la cámara de ionización podría modificar las propiedades térmicas y otras propiedades del flujo de aire y como resultado degradar la eficiencia del sistema. En otro aspecto, una magnitud ineficiente del flujo continuo magnético aplicado a las moléculas de gas paramagnético de oxígeno dentro de la cámara puede dar como resultado un sistema ineficiente, que puede funcionar correctamente sólo con valores bajos de compresión del aire que fluye.

Más aún, un valor de compresión del gas o potencia UV demasiado alto puede dar como resultado una temperatura del gas más alta, un aumento significativo en la tasa de recombinación de los radicales de la fase gaseosa de oxígeno que regresan a su estado diatómico y/o neutro natural. Esto se debe a una interacción relativamente mayor entre las moléculas de oxígeno gaseoso y las paredes laterales de la cámara y entre las moléculas de oxígeno gaseoso radicalizadas y otras moléculas de oxígeno neutro, nitrógeno y otras moléculas de aire no radicales.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de limpieza con agua no químico de alto rendimiento eficiente.

Resumen de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de purificación de agua como se establece a continuación en la Reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

Aparato

El sistema actual inyecta aire ambiente comprimido en la entrada de una cámara con forma de tubo cilíndrico para producir aire ambiente modificado, transformado a través de un proceso de radicalización tras la exposición a radiación de luz UV en dos rangos de longitud de onda diferentes de luz UV 180-195 [nm] y 240 - 280 [nm]. El componente del gas oxígeno ambiente es altamente reactivo, donde sus propiedades paramagnéticas se utilizan para dirigirlo, enfocararlo y concentrarlo en ciertos lugares usando un flujo continuo magnético externo y activarlo magnéticamente a niveles de magnetización más altos necesarios para potenciar el proceso de excitación mediante radiación UV en su fase alótropa radical. El flujo continuo magnético se genera mediante una determinada configuración de elementos concéntricos en forma de anillo ferromagnético en determinados lugares dentro de la cámara. El aire ambiente, en particular las moléculas paramagnéticas de oxígeno que están magnetizadas por el campo magnético de los anillos, es irradiado adicionalmente por la fuente de radiación de luz UV, lo que induce sus estados de energía radicalmente superiores. La fase de oxígeno radicalizado comprende un alótropo de varios estados de oxígeno ionizado y excitado y se dirige a la salida de la cámara del tubo mediante presión externa y se bombea al agua contaminada. El agua se puede agitar, produciendo la cinética deseada necesaria para mejorar la solubilidad de los radicales de oxígeno ionizados, que se bombean en el agua. Se supone que el aire modificado purifica el agua mediante la formación de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a través de una reacción agresiva de las moléculas de gas oxígeno de gas oxígeno radicales, que reaccionan aún más con los contaminantes, o alternativamente mediante una interacción directa entre los radicales de las moléculas de oxígeno y la contaminación. Se supone que una parte de los radicales de oxígeno se concentran en pequeñas burbujas que sirven como agentes que los conducen a la interacción directa con las contaminaciones del agua. Los contaminantes se modifican o se descomponen en desechos inofensivos que luego se pueden filtrar, lavar y drenar de los recipientes de agua. El sistema suministra continuamente aire modificado (activo) en forma de pequeñas burbujas al agua para garantizar una purificación y un suministro constantes de agua purificada.

Modelo

El modelado y diseño de sistemas de purificación y tratamiento de agua no químicos tales como el presentado en esta solicitud es en general una tarea muy compleja y no trivial que implica diversas consideraciones tales como consideraciones físicas, mecánicas y otras consideraciones de diseño. La mayoría de estas consideraciones se derivan principalmente de varios mecanismos físicos diferentes que afectan directamente el rendimiento del sistema de purificación, sin embargo también incluyen algunas interacciones mutuas entre estos mecanismos. Por lo tanto, para producir un sistema de purificación y tratamiento de agua altamente eficiente, es necesario emplear correctamente estos mecanismos físicos en las moléculas de aire ambiente y en particular en las moléculas de gas oxígeno paramagnéticas, mientras fluyen/se propagan a través de la cámara de ionización. Dichos mecanismos físicos y consideraciones relacionadas incluyen lo siguiente:

Sin limitar la invención a un modelo y realizaciones específicos, asumimos un modelo general para la presente invención y aparatos. El modelo y métodos generales se aplican a aparatos y métodos que producen radicales de oxígeno a partir del aire natural en un tubo sellado con radiación UV, que además se somete a un campo magnético. El modelo esencialmente contiene varios componentes que se deben considerar en el sistema de limpieza de la cámara de ionización. Más aún, para lograr la máxima eficiencia de dicho sistema de limpieza, se deben considerar también las interacciones mutuas entre dichos componentes principales, que incluyen:

i. La forma geométrica y diseño de la cámara de ionización y su arquitectura interna.

ii. Las propiedades del flujo de aire ambiente, que incluyen su cinética que depende del nivel de compresión, las propiedades paramagnéticas y las propiedades térmicas.

iii. La distribución, intensidad y campo de flujo continuo magnético 3D.

iv. El campo de radiación UV que induce el gas del aire ambiente a una fase gaseosa radicalizada.

5 Esencialmente, el modelo de la presente invención supone un aparato concéntrico con una bombilla estrecha de radiación UV en el centro de un tubo cilíndrico a lo largo de toda la longitud del tubo y anillos redondos magnéticos hechos de material ferromagnético, dispuestos en pares alrededor de la bombilla UV en distancias seleccionadas. La bombilla UV y los anillos magnéticos están sostenidos por un armazón central en una determinada configuración estable. La cámara del tubo de aire tiene una entrada superior para el aire entrante y una salida inferior para el aire saliente expuesto a la radiación UV y al campo magnético. La estructura concéntrica del aparato crea un campo magnético que se extiende desde el centro del tubo, es decir, la ubicación de la lámpara/bombilla UV, hasta las paredes del tubo y verticalmente con respecto al centro del tubo. La configuración de los anillos magnéticos genera un campo magnético que se concentra magnéticamente, atrayendo las moléculas de oxígeno que contiene, debido a sus propiedades paramagnéticas alrededor de un eje concéntrico en determinadas zonas geométricas de la cámara. Como resultado de la presión de compresión aplicada, la dirección del flujo del flujo continuo del gas ambiente en la cámara de ionización en forma de tubo se conduce a lo largo de su dirección longitudinal desde su entrada hasta su salida. Las moléculas de aire se desplazan principalmente, en lugar de difundirse, a lo largo del eje longitudinal de la cámara de ionización del tubo hacia la salida. Los campos magnéticos locales, que se generan por los pares de anillos a lo largo del eje longitudinal, atraen temporalmente las moléculas de oxígeno e inducen su ionización parcial junto con la radiación UV. La combinación del transporte longitudinal direccional de las moléculas de oxígeno por el flujo continuo de aire y la dirección transversal y longitudinal de campos magnéticos estables a lo largo del eje longitudinal del tubo produce un retardo de tiempo eficiente de las moléculas de gas oxígeno neutro ambiente en las áreas con alto flujo continuo magnético y contribuye además a su conversión en radicales de oxígeno o moléculas de oxígeno en estado excitado.

Además, el tiempo de exposición de las moléculas de oxígeno magnetizadas radicalizadas y/o excitadas en presencia de un campo magnético es proporcional a las fuerzas del campo magnético y es inversamente proporcional a la energía cinética efectiva de las moléculas de oxígeno, que se deriva del nivel de gas comprimido. Las moléculas de gas oxígeno paramagnéticas son atraídas hacia áreas específicas de campo de alto flujo continuo magnético y luego se activan a niveles de activación magnética más altos y se ionizan aún más mediante la bombilla de radiación UV. Por tanto, el diseño y la arquitectura del campo magnético, que da como resultado su distribución específica, es un factor muy importante en la eficiencia del proceso de ionización. Más aún, el campo de flujo continuo magnético y el flujo continuo cinético de las moléculas de aire determinan la concentración temporal de las moléculas de oxígeno radicalizadas y/o excitadas y su tasa de ionización. El componente de moléculas de oxígeno radicalizadas y/o excitadas queda envuelto por el flujo continuo entrante del aire ambiente. La interacción cinética entre estos dos componentes, que comprenden gas radicalizado y/o excitado y aire ambiente neutro y su interacción adicional y colisiones con las paredes de la cámara de ionización, que incluyen su armazón interno, anillos magnéticos y bombilla UV, impulsan la tasa de recombinación del gas radicalizado a gas ambiente o desintegración del estado excitado. La forma geométrica de la cámara de ionización y su diseño interno también son factores muy importantes que influyen directamente en su rendimiento y eficiencia. Como resultado, para una arquitectura de campo magnético determinada, cuanto mayor sea el nivel de compresión del gas, menor será el impacto de la mejora de la activación magnética en la tasa de ionización/excitación de la molécula de gas oxígeno.

Además, cuanto mayor sea el flujo continuo de aire y menor la intensidad del campo magnético, menor será el tiempo de permanencia del oxígeno radical en el campo magnético, por un lado, y menor será la recombinación de las moléculas de oxígeno radicalizadas/excitadas y volver al estado neutral por otro lado. Cuanto menor sea el flujo continuo de aire y mayor la intensidad del campo magnético, mayor será el tiempo de permanencia de los radicales de oxígeno en el campo magnético y menor será su recombinación y decadencia hasta el estado neutro.

En una realización de la presente invención, la optimización de la cámara se establece de acuerdo con los siguientes parámetros principales, que son la forma geométrica y el diseño de la cámara. Este diseño incluye su arquitectura interna que comprende el armazón que lleva los anillos magnéticos y acomoda las bombillas UV y su influencia en las propiedades del flujo de aire ambiente, la cinética que es impulsada por el nivel de compresión, las propiedades paramagnéticas y térmicas, la distribución, intensidad del campo magnético y el campo de flujo continuo y el campo de radiación UV, que induce la transformación del aire ambiente en fase gaseosa radicalizada/excitada. En otra realización de la presente invención, las dimensiones de los anillos magnéticos son proporcionales a las dimensiones de la cámara. Además, la optimización de las dimensiones de una pluralidad de anillos, la configuración interna en un sitio magnético específico, que induce la distribución de la intensidad del campo magnético y el campo de flujo continuo magnético dentro de la cámara, se realiza de acuerdo con la tasa de radicalización/excitación requerida. También se incluyen en la evaluación de las dimensiones relativas optimizadas las dimensiones de la cámara, la forma geométrica, la arquitectura y el

diseño, el nivel de compresión del flujo de aire ambiente, que incluye la cinética, y las propiedades paramagnéticas y térmicas y el campo de radiación UV que induce la radicalización/excitación del aire ambiente.

En una realización adicional de la presente invención, la configuración del campo magnético comprende una pluralidad de sitios magnéticos, cada sitio está configurado para acomodar un par de anillos magnéticos en una polaridad magnética similar u opuesta. En una realización adicional de la presente invención, el campo magnético inducido por los anillos en cada sitio magnético varía de 10^{-3} a 10^{+6} gauss con suficiente flujo continuo magnético, que se requiere para una tasa determinada de radicalización/excitación a un cierto nivel de compresión del aire y parámetros de cámara tales como la forma y el diseño geométricos, la arquitectura interna, las propiedades del flujo de aire ambiente, que incluyen la cinética, las propiedades térmicas y paramagnéticas del aire, la distribución del campo magnético, el campo de intensidad y flujo continuo y el campo de radiación UV que induce el aire ambiente en el estado radicalizado/excitado. En una realización adicional de la presente invención, cada sitio magnético comprende un par de anillos magnéticos con forma, tamaño y polaridades geométricas. En todavía otra realización, la contribución de la configuración del sitio magnético al campo magnético y al flujo continuo del campo magnético en el volumen libre de la cámara, incluso cerca de sus paredes laterales, y la contribución correspondiente en las proximidades del sitio magnético se consideran para inducir la radicalización/excitación del aire.

En una realización preferida de la presente invención, la cámara tiene forma cilíndrica con dos volúmenes y longitudes diferentes de 892 y 430 mm, con diámetros internos y externos similares de 63.4 mm y 73.15 mm. En todavía otra realización, los anillos ferromagnéticos están hechos de material NdFeB (Grado N42) recubierto con Ni-Cu-Ni (Níquel) y tienen un ancho de 3.1 mm con un diámetro externo de 31.75 mm, un diámetro interno de 19.05 mm y un grosor de 6.35 mm. En todavía otra realización, los diámetros de las tuberías internas y externas en la entrada y salida de la cámara son de 10 mm. Las lámparas UV tienen longitudes correspondientes a las longitudes de la cámara con potencias nominales de 21 y 39 vatios respectivamente. El depósito de agua para la purificación tiene un volumen en el rango de 1000-10000 litros.

En una realización de la presente invención, los anillos magnéticos están hechos de materiales ferromagnéticos fabricados a partir de imanes de tierras raras. En particular, los materiales se seleccionan entre $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, SmCo_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$, materiales magnéticos compuestos tales como $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, MnBi , $\text{Ce}(\text{CuCo})_5$, fuertes imanes permanentes tales como Alnico IV/V y Alcomax, que son nombres comerciales de materiales compuestos fabricados a partir de aleaciones de aluminio, níquel y cobalto con hierro con pequeñas cantidades adicionales de Cu, Ti y Nb y materiales de ferrita de materiales ferrimanéticos tales como Fe_2O_3 y Fe_3O_4 . En una realización adicional de la presente invención, la configuración del campo magnético se genera mediante una pluralidad de pares de anillos magnéticos acomodados por una pluralidad de sitios magnéticos, en los que cada sitio magnético comprende un par de anillos que comprenden un anillo elaborado de uno de los materiales magnéticos enumerados anteriormente y un anillo elaborado de un material metálico que puede magnetizarse bajo un campo magnético externo inducido, tal como hierro y acero.

El modelado físico del sistema detallado en el párrafo anterior puede dar como resultado varios enfoques de diseño que se pueden utilizar para diferentes sistemas de purificación de agua. Dichos enfoques deberían considerar los siguientes aspectos e interacciones principales entre los componentes principales de la cámara de ionización como sigue:

- Las propiedades del aire incluyen las propiedades cinéticas del gas que fluye, las propiedades internas dentro de la cámara de ionización, que se ven afectadas por las propiedades geométricas de la cámara, tal como su forma geométrica, dimensiones, diseño interno y materiales con los que está hecha.
- Las propiedades térmicas del gas tales como sus condiciones de temperatura y presión, que se ven afectadas por varios factores principales tales como, la presión externa aplicada al gas por el compresor, la fuente/potencia de calentamiento UV, además de todas las otras fuentes de calor posibles, que se introducen en el sistema y puede desestabilizar sus propiedades térmicas.
- Las interacciones internas de las moléculas de gas, tales como todas las posibles interacciones entre los radicales ambientales que incluyen sus interacciones mutuas y las interacciones con las paredes laterales de la cámara y todos los posibles obstáculos en la cámara mientras fluyen a través de ella. Para evitar una degradación de la eficiencia del sistema, se requiere introducir algunos mecanismos de enfriamiento para mantener un estado térmico estable con bajas variaciones.
- La interacción entre los campos de flujo continuo magnético y las moléculas de gas paramagnéticas inducidas por el campo magnético, que activa magnéticamente y concentra las moléculas de gas paramagnético de oxígeno en ciertas áreas de altos campos magnéticos mientras fluyen a través de la cámara de ionización.
- La interacción interna entre las moléculas de gas oxígeno paramagnéticas, que se activan a niveles de energía magnética más altos para mejorar la probabilidad y tasa de ionización por la radiación UV.

• La fuente de radiación UV que excita las moléculas de gas oxígeno diatómicas a su fase gaseosa alotrópica multivalente, que comprende varios estados estables. La fuente de radiación UV genera una escisión hemolítica de los enlaces químicos en las moléculas de aire, particularmente en las moléculas de gas oxígeno, que fluyen a través del campo magnético dando como resultado su ionización/excitación y la formación de una fase gaseosa radicalizada/excitada alotrópica.

• Otro aspecto es que los radicales de oxígeno/moléculas excitadas son transportados al depósito de agua y su producto es, por lo tanto, una variante del reactivo oxidativo que se puede expresar como peróxido de hidrógeno al reaccionar con moléculas de agua y diferentes tipos de radicales de oxígeno. Todos los tipos de reactivos son oxidantes reactivos que reaccionan con materiales susceptibles con potencial de reducirse al donar un electrón para estabilizar los radicales inestables de la molécula de oxígeno o reducir el peróxido de hidrógeno a sus compuestos estables de agua y oxígeno.

Considerando el modelado anterior, sugerimos las siguientes realizaciones: En una realización preferida de la presente invención, proponemos un diseño completamente concéntrico para dicho sistema que comprende una cámara de ionización cilíndrica en forma de tubo, una bombilla de radiación UV cilíndrica alargada y al menos un sitio magnético que comprende de al menos dos anillos magnéticos que están ubicados simétricamente alrededor del eje central de la cámara. Los anillos magnéticos están colocados sobre una estructura de armazón de aluminio que está diseñada para mantenerlos en una configuración específica al alinearlos con respecto al eje central de la cámara de ionización, otros anillos en el sitio magnético específico y otros sitios magnéticos en la cámara de ionización. La estructura del armazón, que incluye sus sitios magnéticos localizados, está diseñada para perturbar mínimamente el perfil y la distribución de los componentes del aire ambiente y radicalizado que fluyen entrantes. Los anillos magnéticos se pueden colocar en polarización magnética paralela, simétrica o antiparalela, antisimétrica y se configuran para inducir un campo de flujo continuo magnético concéntrico máximo en las moléculas que fluyen de aire comprimido. El radio y la forma de los anillos magnéticos se definen de acuerdo con los requisitos específicos del campo de flujo continuo magnético, minimizando también la interacción con el gas que fluye. Como resultado, el perfil del gas radicalizado/excitado imita el perfil concéntrico del campo magnético y, por lo tanto, interactúa mínimamente con los componentes que fluyen del aire ambiente, reduciendo significativamente sus interacciones mutuas e interacciones con las paredes de la cámara, el armazón interno y los anillos. El diámetro y la longitud de la cámara, el diámetro de la bombilla de radiación UV y la longitud se seleccionan de acuerdo con los requisitos de referencia del nivel de compresión de gas requerido que están predefinidos por cierta aplicación requerida. Estas especificaciones también se refieren a la potencia de operación requerida y la tasa de limpieza del agua de dicha aplicación determinada. Después de configurar estos parámetros, el perfil y la distribución del campo magnético se configuran y optimizan para lograr la limpieza requerida en un cierto nivel de compresión de aire. Como se especifica, en el diseño actual, la cámara se beneficia del diseño concéntrico del campo magnético que reduce significativamente la interacción especificada de la cámara de ionización mencionada anteriormente.

En una realización adicional de la presente invención, el diseño de la cámara de ionización emplea un método que utiliza una fuerte interacción entre varios mecanismos físicos principales, tales como la interacción entre las moléculas de oxígeno con el campo magnético y la fuente de radiación UV mientras se mantiene la interacción entre las moléculas de gas y otros mecanismos físicos lo más baja posible. Dichos mecanismos pueden ser las propiedades del perfil que fluyen de aire y gas y sus propiedades térmicas. Este método y diseño son diferentes de las técnicas anteriores previas que describen sistemas de purificación y tratamiento de agua no químicos y sugieren una interacción de acoplamiento débil entre todos los mecanismos físicos que controlan el sistema. En otras palabras, el objetivo principal de este sistema es ionizar/excitar moléculas de gas oxígeno de la manera más eficiente posible a sus estados alotrópicos radicalizados, manteniendo al mismo tiempo el campo de flujo normal dentro de la cámara. Otro objetivo es suprimir la probabilidad y los posibles mecanismos de recombinación del gas radicalizado/excitado de regreso al estado fundamental de oxígeno diatómico, mientras se propaga en la cámara de ionización hasta la salida de aire. Como resultado, empleamos un diseño cilíndrico, simétrico y concéntrico de una cámara de tubo, donde tanto el campo magnético como la fuente de radiación UV están ubicados muy cerca y posicionados a lo largo del eje central. Además, como se describirá con más detalle, los campos magnéticos aplicados comprenden dos o tres conjuntos de anillos ferromagnéticos cilíndricos concéntricos dispuestos en la misma polaridad o en polaridades opuestas de acuerdo con las configuraciones de las Fig. 6A, C-E, que ocupan una pequeña porción efectiva del volumen total de la cámara del tubo, en los extremos superior e inferior y en el centro del tubo, donde cada conjunto de anillos comprende un anillo negativo y polos magnéticos positivos. Como resultado de este diseño, se supone que las moléculas de gas oxígeno paramagnéticas se concentran en fuertes líneas de campo de flujo continuo magnético y se benefician de una interacción magnética interna muy fuerte entre el campo magnético aplicado externamente. Adicionalmente, están muy cerca de la fuente de ionización de la radiación UV. Como resultado, las moléculas se activan magnéticamente con bastante facilidad hasta niveles de magnetización más altos con la ayuda de radiación UV, y se excitan a la fase alotrópica de oxígeno con una tasa de generación más alta con respecto a los sistemas de la técnica anterior. Además, debido a la tasa de ionización/excitación altamente eficiente, la fuente de radiación UV también puede operar con una potencia bastante menor, introduciendo una magnitud de calor promedio más baja y variaciones en las moléculas de gas oxígeno que la rodean. Por lo tanto, mejora

su eficiencia de acoplamiento de las moléculas de oxígeno debido a la eliminación de la dispersión no deseada por las moléculas de aire ambiente vecinas, tales como el nitrógeno. La presión aplicada a la bomba del compresor se puede bajar y reducir esa cantidad de componentes no deseados del flujo turbulento. Además, el diseño geométrico de la cámara magnética, que incluye la configuración de anillos concéntricos ferromagnéticos, está configurado para introducir sólo una perturbación menor en el flujo de aire con efectos secundarios de flujo turbulento no deseados menores. Esto se logra con un diseño geométrico especial de la cámara del tubo que tiene en cuenta el flujo normal del gas y los anillos ferromagnéticos y la bombilla/lámpara UV que ocupan sólo una pequeña porción del volumen de la cámara. Como resultado, se introducen pequeñas perturbaciones en el flujo de aire. Además, los anillos ferromagnéticos inducen un perfil de campo magnético concéntrico a lo largo del eje central de la cámara del tubo. Las moléculas de gas oxígeno radicalizadas/excitadas fluyen principalmente cerca del eje longitudinal central de la cámara del tubo, y experimentan una pequeña cantidad de eventos de recombinación que las devuelven a su estado diatómico de oxígeno natural. Esto se debe a un número promedio relativamente pequeño de interacciones con las paredes laterales de la cámara, un acoplamiento más fácil con la radiación UV y menos eventos de dispersión no deseados de la radiación UV de las moléculas de gas nitrógeno que degradan la tasa de ionización del oxígeno. Esto se opone a los sistemas de la técnica anterior que tienen como objetivo lograr un bajo acoplamiento entre todos los mecanismos físicos principales del sistema y, de acuerdo con lo anterior, ubican al menos uno de los dos componentes principales del sistema, lámpara UV o elementos ferromagnéticos, externamente a la cámara de flujo de aire. El sistema de la presente invención emplea una configuración geométrica cilíndrica para la cámara del tubo, los anillos ferromagnéticos y la lámpara/bombilla UV, que están ubicados dentro de la cámara. Esto maximiza la interacción, es decir, la tasa de radicalización/excitación, y perturba mínimamente el perfil de flujo de gas dentro de la cámara para evitar efectos secundarios no deseados del flujo de gas turbulento. Reduce aún más el proceso de recombinación del oxígeno radicalizado/excitado a la fase diatómica, lo que puede degradar el tratamiento del agua y la eficiencia de la purificación. Se considera que el sistema divulgado se beneficia de una eficiencia de tratamiento y purificación de agua alta/potenciada, como se demuestra en los resultados experimentales. Como se describe en la sección de modelado físico, esto se beneficia de varios factores importantes que contribuyen a la calidad potenciada del tratamiento y a purificación del agua.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá con más detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La Fig. 1 muestra una ilustración esquemática de un diagrama de caja del sistema de purificación y tratamiento de agua.

La Fig. 2 muestra el diseño interno del sistema de purificación de agua.

La Fig. 3 muestra una imagen de vista frontal del sistema de purificación y tratamiento de agua.

Las Fig. 4A-B muestran un diseño esquemático del ensamble de cámara de ionización de aire, donde (A) muestra una vista en perspectiva superior del ensamble de carcasa externo, y (B) muestra una vista en perspectiva lateral de las estructuras y ensamble tanto internos como externos.

Las Fig. 5A-D muestran el diseño de las partes de ensamble de la cámara de ionización de aire (A) muestra una vista en perspectiva superior en despiece de las partes de ensamble de la carcasa externa; (B) es una vista en perspectiva lateral en despiece de las partes de ensamblaje internas y externas; (C) y (D) muestran vistas ampliadas de (B) y (A) con y sin los anillos ferromagnéticos, respectivamente, en el asiento de sujeción de los anillos ferromagnéticos.

Las Fig. 6A-E muestran configuraciones experimentadas con y sin anillos magnéticos, que están adheridos al armazón interior dentro de la cámara de ionización.

Las Fig. 7A-B - (A) muestran imágenes de vista superior de la intensidad del color de un dispositivo medidor de DPD (sulfato de N,N dietil-1,4 fenilendiamina) lleno de agua del recipiente de agua, que está unido a la cámara de ionización con una cierta cantidad de radicales de oxígeno. (B) muestra la tabla de colores del valor de intensidad DPD correspondiente.

Las Fig. 8A-B muestra los resultados del gráfico experimental de la concentración de radicales (A) y la estabilización del tiempo en estado estacionario (B) en diferentes flujos de compresión de aire.

La Fig. 9 muestra un gráfico de las mediciones de concentración de radicales en estado estacionario para diferentes valores de flujo de compresión.

La Fig. 10 muestra gráficos de resultados experimentales de concentración de radicales frente a diferentes flujos de compresión de aire multiplicados por el tiempo en estado estacionario de estabilización correspondiente.

La Fig. 11 muestra un gráfico de la densidad de flujo continuo de radicales de oxígeno promedio calculada para diferentes valores de flujo de compresión.

Descripción detallada de los dibujos

Las Fig. 1 y 2 muestran un diagrama de caja esquemático y el diseño del sistema de purificación y tratamiento de agua (100), donde se muestra una imagen real de una realización opcional del sistema en la Fig. 3. La parte principal del sistema de purificación de agua comprende: un sistema de enfriamiento de ventilador opcional (1), que es necesario para estabilizar térmicamente y regular la temperatura del sistema de purificación y tratamiento de agua ante posibles fuentes de calor internas o externas no deseadas. En función de los requisitos de enfriamiento térmico, el sistema de enfriamiento puede emplear un ventilador de aire, un enfriamiento por agua u otro sistema de enfriamiento; una cámara de ionización de flujo de aire cilíndrica (2) elaborada en aluminio, PVC u otro material químicamente inerte, recubierta con TiO_2 en su lado interno; un balastro eléctrico (3) para una bombilla/lámpara de luz UV, con especificaciones de potencia (Vatios, Amperios, Voltios), conectada a la fuente de alimentación local; un circuito disyuntor eléctrico (4), agregado para evitar la sobrecarga de la corriente eléctrica dentro del sistema; una pluralidad de dispositivos medidores de flujo de gas (5) que se pueden basar en principios de medición de caudal eléctricos o mecánicos, donde los medidores de flujo se pueden configurar dentro o fuera de la caja del sistema de purificación (100) y ubicar en cualquier lugar dentro o fuera del sitio de purificación y tratamiento pendiente de los requisitos del sistema. Los medidores de flujo de gas monitorizan y regulan la tasa volumétrica del flujo de gas de aire actual dentro del sistema (medido en valores de Litro Por Minuto, LPM). Una pluralidad de dispositivos medidores de potencia (6) están ubicados en cualquier ubicación del sitio de purificación y tratamiento de agua y monitorizan y regulan además los valores operativos, la potencia eléctrica del sistema, el voltaje y las corrientes eléctricas. En otra realización, este sistema se controla de forma remota. Una pluralidad de tomas eléctricas (7) permiten conexiones de suministro eléctrico dentro y fuera del sistema de purificación y tratamiento. El sistema comprende además gas aire del compresor (8). Un aire limpio regular ingresa al compresor o el aire se prefiltra de impurezas y contaminaciones antes de ingresar a la cámara de ionización con un sistema de filtrado específico y se comprime adicionalmente en la cámara de ionización de tubo cilíndrico (2) con el dispositivo compresor de aire (8) (sistema de filtrado no mostrado en la figura). Los valores de presión del compresor varían entre 0.1 y 10 [bar] con un caudal de 2-25 LPM. La Fig. 3 muestra un ajuste opcional, en el que la bomba compresora de aire (8) está conectada a dispositivos medidores de flujo de gas (5) y, a través de esta, a la cámara de ionización con tuberías de aire (8a, 8b), respectivamente. La cámara de ionización (2) está conectada a la entrada del depósito de agua externo (no se muestra en las figuras relacionadas) a través de una tubería de aire y gas (2a). Para mejorar la absorción de aire en la cámara del tubo de ionización, el compresor se puede conectar a un difusor de aire y/o a una línea de tubería de aire venturi. En otra realización, para mejorar el flujo de aire desde la cámara de ionización al depósito de agua, la tubería de aire (2a) se reemplaza con una línea de tubería venturi que la guía eficientemente hasta el recipiente que alberga el agua contaminada. En otra realización de la presente invención, el caudal de aire radicalizado se mejora mediante un compresor de aire secundario o bomba de vacío, ubicado en la tubería de salida (2a) en diferentes posiciones. En dicha configuración, el compresor de aire secundario o la bomba de vacío, empujan o succionan, respectivamente, el aire radicalizado hacia el difusor, que se ubica dentro del recipiente de agua tratada o depósito de agua. En una realización adicional de la presente invención, el dispositivo compresor de aire está conectado a la tubería de salida (2a) cerca de su conexión a la salida de la cámara de ionización. La conexión se realiza con un elemento de unión de aire en forma de T. En este ajuste, la conexión puede utilizar opcionalmente una válvula de aire antirretorno conectada a la salida del compresor de aire y evitar cualquier fuga de flujo de aire radicalizado o fuga en el compresor. El aire que fluye fuera del compresor choca con el aire radicalizado y lo acelera hacia el difusor que está conectado cerca de su conexión al dispositivo difusor. La conexión se realiza a través de la salida de la tubería de salida (2a), mediante un elemento de unión de aire en forma de T. Se puede conectar una válvula de aire antirretorno para evitar fugas de aire radicalizado en la bomba. El aire radicalizado es acelerado por la bomba de aire hacia la salida de la tubería de salida al difusor.

Además, el sistema comprende una unidad de control y monitorización remoto (9) que monitoriza y controla los valores operativos del sistema versus los especificados y se puede conmutar mecánica o electrónicamente entre estados operativos en ENCENDIDO y APAGADO. La unidad de monitorización monitoriza el voltaje y el suministro de potencia al sistema y particularmente los valores de voltaje y potencia de la lámpara UV, el ventilador, el medidor de flujo electrónico y otras unidades en el sistema.

Las Fig. 4A-B y 5A-D muestran el diseño esquemático de la cámara de ionización de aire en su estado ensamblado y desensamblado, respectivamente. La Fig. 4A muestra una vista en perspectiva superior de la carcasa externa de la cámara de ionización de aire, donde sus partes ensambladas se muestran en la Fig. 5A. La Fig. 4B muestra una vista en perspectiva lateral del diseño estructural interno y externo de la cámara, donde las partes ensambladas se muestran en la Fig. 5B. Como se muestra en estas figuras, la cámara de ionización de aire mostrada en las Fig. 4A y 5A, comprende: Un tubo carcasa cilíndrico/manguito cilíndrico (16). El tubo/manguito se puede elaborar de aluminio y PVC (cloruro de polivinilo que es químicamente inerte) recubierto en su lado interno con una capa de TiO_2 para evitar la oxidación y el daño por el aire ambiente que fluye y radicalizado; una estructura de marco/armazón (13), con forma geométrica cilíndrica y simetría. El armazón puede estar hecho de aluminio, acero inoxidable o cualquier metal duro. El armazón (13) está

incorporado dentro de la estructura de carcasa de tubo/manguito (16). La estructura de marco/armazón está diseñada con dos elementos de sujeción (13a, 13b) para sujetar los anillos magnéticos y un espacio interior para la bombilla/lámpara de luz UV (14). El armazón puede comprender además elementos de sujeción (10a, 10b, 10c) desde arriba hasta abajo a distancias seleccionadas entre sí para sujetar anillos ferromagnéticos en una configuración específica (15a, 15b, 15c). Los elementos de sujeción o asientos pueden estar fabricados de acero inoxidable y recubiertos de titanio. Los elementos de sujeción (10a, 10b, 10c) pueden formar una única unidad sólida con el armazón. El espacio interior en el armazón de la lámpara UV es esencialmente una caja formada por barras a lo largo del eje z y alrededor del centro del armazón. El espacio tiene aberturas en la proximidad de los lados superior e inferior del armazón.

La configuración del campo magnético comprende tres conjuntos de anillos ferromagnéticos cilíndricos concéntricos (15a, 15b, 15c) dispuestos con una polaridad seleccionada, ocupando una pequeña porción efectiva del volumen total de la cámara del tubo. Los anillos se colocan a lo largo del eje z del armazón, particularmente en los lados superior e inferior y en el centro del eje principal de la cámara del tubo, donde cada conjunto comprende anillos magnéticos de polos negativos y positivos (15e, 15f). En una realización particular, los anillos están dispuestos con la misma polaridad. Generalmente, el tubo y la carcasa están hechos de materiales química y mecánicamente duraderos o resistentes. La bombilla/lámpara UV (14) puede comprender dos lámparas internas que irradian en dos rangos de longitud de onda de 180-195 [nm] y 240-280 [nm], y se puede diseñar y producir en dos tipos y configuraciones diferentes de cualquiera de los filamentos de mercurio o luz LED. Además, las configuraciones de los conectores eléctricos de las lámparas pueden incluir 2 o 4 clavijas y estar ubicadas en diferentes ubicaciones a sus lados dependiendo del tipo de bombilla/lámpara. Como se muestra en las Fig. 5C y 5D, cada uno de los asientos de anillos ferromagnéticos comprende dos ranuras cilíndricas (10e, 10f) configuradas para sujetar mecánicamente dos anillos ferromagnéticos correspondientes (15e, 15f). Este diseño produce una configuración estrechamente empaquetada para los anillos ferromagnéticos y las bombillas/lámparas UV (14) ubicadas a lo largo del eje longitudinal central de la cámara de ionización de aire. Los anillos ferromagnéticos se configuran para ubicarse cerca de la fuente de radiación de la lámpara/bombilla UV que la rodea en tres ubicaciones principales a lo largo del eje central de la cámara de ionización de aire, creando de esta manera tres puntos principales de impacto de ionización de acoplamiento entre la radiación UV y el aire ambiente que fluye. La interacción afecta específicamente al componente de oxígeno paramagnético a lo largo de la trayectoria del aire ambiente en la cámara de ionización del aire. La estructura de manguito externa (16) está unida mecánicamente a las cubiertas superior (11) e inferior (12), en forma de discos, hechos de materiales de aluminio o acero inoxidable y recubiertos además con una capa de TiO_2 . Las cubiertas/tapas superior e inferior están configuradas con uno o dos orificios respectivamente. Los orificios centrales en las cubiertas superior (11a) e inferior (12a) se utilizan como entrada y salida para el aire que fluye a través de la cámara de ionización, respectivamente. La cubierta inferior de la carcasa puede estar diseñada además con un segundo orificio de entrada especial (12b) para permitir la inserción del cableado eléctrico dentro y fuera de la cámara de ionización de aire. En otra realización, el área interna de la cámara, que incluye el marco de la carcasa (13), los elementos de sujeción y el lado interno de la cubierta de la cámara, están recubiertos con TiO_2 para evitar la oxidación y el daño causado por el gas que fluye dentro de la cámara.

Para habilitar las funciones eléctricas y de vacío, los orificios de entrada y salida están hechos de material resistente SS (acero inoxidable). Las cubiertas están adheridas mecánicamente al marco de la carcasa de aluminio/SS (13) en sus bases superior e inferior (17a, 17b) y a la estructura de tubo externo (16). Las conexiones externas de la cámara de ionización están selladas con teflón para garantizar la condición de vacío requerida para el aire que fluye dentro de la cámara. La adhesión a las bases superior e inferior (17a, 17b) se realiza con tornillos especiales, insertados en los orificios (17c) en los lados superior e inferior del marco. Se agrega una pluralidad de elementos adaptadores y de fijación a las entradas y salidas eléctricas y de aire para permitir la inserción de líneas de entrada y salida eléctricas sin afectar la presión atmosférica interna. Estos elementos también se utilizan para permitir la extracción de aire de la cámara de ionización a través de salidas de aire especialmente diseñadas.

Ejemplo

A continuación, exploramos los rendimientos de la cámara de ionización y las propiedades experimentales y demostramos sus propiedades de limpieza. Para esto, hemos empleado dos diseños y realizaciones particulares de la presente invención que comprenden dos cámaras de ionización con dos volúmenes y longitudes diferentes de 892 y 430 mm, con diámetros internos y externos similares de 63.4 mm y 73.15 mm. Los anillos ferromagnéticos están hechos de material NdFeB (Grado N42) recubierto de Ni-Cu Ni (Níquel) con un ancho de 3.1 mm con un diámetro externo de 31.75 mm, un diámetro interno de 19.05 mm y un grosor de 6.35 mm.

Las bombillas/lámparas UV tenían longitudes correspondientes a las longitudes de la cámara de ionización con potencias nominales de 21 y 39 vatios, respectivamente.

Para demostrar las propiedades de limpieza de la cámara de ionización, se conectó a un depósito de agua con un volumen de 1000 litros. Para fines experimentales, la cámara de ionización con el volumen más

pequeño/más alto se conectó a un recipiente pequeño con un volumen de 4 litros. La lámpara de radiación UV fue idéntica en todos los experimentos y demostraciones. Los diámetros de la tubería interno y externo a la entrada y salida de la cámara de ionización fueron de 10 mm.

Las Fig. 6A-E muestran imágenes de vistas laterales en perspectiva de diferentes configuraciones de los anillos magnéticos dentro de la cámara de ionización. Los anillos magnéticos son llevados por elementos de sujeción (10) del armazón dentro de la cámara de ionización. Como se muestra en la Fig. 4B, los anillos magnéticos están alineados simétricamente con respecto al eje central longitudinal principal del elemento de sujeción (10) alrededor de la bombilla UV (14) y el eje central principal de la cámara cilíndrica de ionización. La Fig. 6A muestra una imagen de vista lateral en perspectiva de la configuración del campo magnético antisimétrico que comprende dos sitios magnéticos ubicados en dos lados del dispositivo de sujeción del portador (10) dentro de la cámara de ionización. En esta configuración, cada uno de los sitios magnéticos comprende dos anillos magnéticos (15e, 15f). La polaridad del anillo está marcada como (SN, S = Sur, N = Norte), donde cada anillo está colocado en polarización magnética opuesta con su polo norte en su lado proximal y su Polo Sur en su lado distal, es decir (SN) (NS). Esta configuración está marcada como configuración de referencia en una realización preferida de la presente invención. La Fig. 6B muestra una imagen de vista lateral en perspectiva de la configuración del campo magnético que comprende una cámara de ionización sin campos magnéticos. La Fig. 6C muestra la configuración simétrica del campo magnético en otra realización de la presente invención. La configuración relacionada comprende dos sitios magnéticos, que están ubicados en dos sitios del elemento de sujeción (10) dentro de la cámara de ionización. Cada sitio magnético comprende dos anillos magnéticos (15e, 15f). Los anillos magnéticos en cada sitio en esta configuración están colocados en la misma dirección de polarización magnética, que se dirige desde la entrada de la cámara de ionización hasta su salida desde los polos norte a sur, respectivamente, es decir (NS) (NS). La Fig. 6D muestra otra configuración de campo magnético antisimétrico opcional que comprende anillos magnéticos en otra realización de la presente invención. Esta configuración comprende dos sitios magnéticos ubicados a los dos lados del elemento de sujeción (10) y la cámara de ionización. Cada sitio comprende dos anillos magnéticos (15e, 15f), que están colocados en la polarización magnética opuesta con su polo magnético sur en sus lados proximales y su polo magnético norte en sus lados distales, (NS) (SN). La Fig. 6E muestra la configuración del campo magnético antisimétrico que comprende anillos magnéticos en otra realización preferida de la presente invención. La configuración comprende tres sitios magnéticos ubicados a lo largo del eje central y en dos lados del elemento de sujeción (10), como se muestra en la Fig. 4E. En esta configuración, cada sitio magnético comprende dos anillos magnéticos (15e, 15f), que están colocados en una polarización magnética opuesta con su polo magnético norte en su lado proximal y sus polos magnéticos sur en sus lados distales, es decir, (SN) (NS) tres sitios magnéticos.

En esta medición, el DPD disuelto a cierta densidad de radículas da como resultado un cierto color y una intensidad de color relacionada. Experimentos realizados para una cámara de ionización con anillos magnéticos en configuración de referencia antisimétrica, que se muestra en la Fig. 6A, y en una cámara de ionización sin campo magnético que se muestra en la Fig. 6A. Los experimentos conducidos con un medidor químico DPD mostraron que en el interior había pequeñas cantidades de agua adheridas a la cámara de ionización.

La Fig. 7A muestra imágenes de vista superior de un crisol medidor DPD lleno de agua coloreada que indica la presencia de cierta concentración de radicales de oxígeno. El medidor DPD se llena con agua y material DPD disuelto y una cierta cantidad de radículas de oxígeno, lo que da como resultado una cierta intensidad de color. Los resultados experimentales para el ajuste de la cámara de ionización, presentados en las Fig. 1-5, reflejan experimentos realizados con un pequeño recipiente de agua de pequeño tamaño parcialmente cerrado con bomba venturi y un difusor en su salida. El volumen interno del recipiente era de 4 litros y se llenó casi hasta su capacidad total con 3.7 litros de agua. Los experimentos se condujeron para diferentes valores de flujo de compresión de aire de $F = 4-14$ litros/min. Además, los resultados experimentales que se muestran en la tabla relacionada se realizaron para una cámara de ionización con anillos magnéticos en la configuración de referencia antisimétrica, (SN) (NS), con dos sitios magnéticos, como se muestra en la Fig. 6A, y una cámara de ionización sin campo magnético, como se muestra en la Fig. 6B. Los resultados experimentales se dispusieron en una tabla de acuerdo con el valor del flujo de radicales del gas oxígeno y la configuración específica dentro de la cámara de ionización. La cámara de ionización (2) se puso en "estado" ENCENDIDO para generar los radicales de gas oxigenado, que volaron al recipiente de agua a través de una bomba venturi (2a) y un difusor. El recipiente de agua alcanza un estado estacionario con el tiempo, T_0 . Después de que el recipiente de agua alcanza un estado estacionario, se realiza una medición química de DPD. Las mediciones químicas de DPD se realizan al insertar el medidor DPD en el recipiente de agua en una configuración del vaso conectado. Luego se inserta una pastilla de DPD en el medidor DPD, se disuelve rápidamente dentro del agua del medidor DPD y realiza una reacción química con los radicales que ingresan a la parte superior del medidor desde el recipiente de agua. La interacción química modifica el color del agua en el recipiente de agua de prueba adjunto. Al final de la reacción química entre las radículas de oxígeno y DPD en el recipiente de agua, el color del agua radicalizada se modifica a partir de un color regular de agua transparente a un color rosa oscuro, dependiendo de la concentración de radicales dentro del dispositivo medidor.

Los valores de la intensidad correspondiente se evalúan al utilizar la tabla de intensidad de color DPD que se muestra en la Fig. 7B. La escala de intensidad de color específica DPD está calibrada para cloro ionizado. Sin

embargo, los experimentos preliminares establecen que interactúa con radicales de oxígeno y peróxido de hidrógeno. Para utilizar esta tabla experimentalmente sin realizar un modelado preciso de la reacción química entre los radicales y el DPD, hemos realizado experimentos preliminares. En estos experimentos, hemos probado la cámara de ionización sin campo magnético con y sin lámpara UV a diferentes flujos de compresión. En los experimentos sin una bombilla UV activa, encontramos que la acuarela en el recipiente era transparente como el color de agua normal. En experimentos adicionales, encendimos la bombilla UV y ajustamos el flujo de compresión a un valor de $F = 4$ litros/min. En estado estacionario, notamos un cambio de color que sugería una cierta concentración de radicales; consulte la tabla de la Fig. 7A, segunda columna en la parte superior. Al aumentar los valores de magnitud del flujo de compresión en el rango de 4-14 litros/min, la intensidad del color aumenta linealmente, lo que sugiere una mayor concentración de radicales libres y H_2O_2 en el agua, véase la Fig. 7A, segunda columna y Fig. 8A. Esto indica claramente una tendencia de correlación lineal entre la magnitud del flujo de compresión y la variación en la intensidad del color medido del agua, que se muestra en la Fig. 8A, para una cámara de ionización en una configuración sin campo magnético. Esto demuestra una correlación lineal con la concentración de radicales que teóricamente se espera que sea proporcional a la magnitud del flujo de compresión suponiendo una reacción de primer orden de los radicales con DPD en el agua. Como resultado, hemos mostrado que podemos utilizar la tabla de intensidad de color DPD para evaluar el nivel relativo de concentración de radicales en diferentes valores de flujo de compresión y con diferentes configuraciones. Sin embargo, esto sin una cuantificación exacta de estos valores de concentración. Por lo tanto, hemos modificado las unidades de la escala de intensidad de $[mg/min]$ a unidades arbitrarias marcadas como [AU].

Sin limitar la invención a la siguiente discusión teórica, estos experimentos muestran que el gas oxígeno radicalizado/excitado sale a través de la salida de la cámara de ionización asistido por la tubería venturi (2a) y el difusor (no mostrado) hacia el recipiente de agua. Esto da como resultado varias fases de reactivo/producto que comprenden: i. Un componente principal de los radicales libres encapsulados dentro de burbujas de aire que contienen varios radicales de oxígeno alotrópicos oxigenados; ii. H_2O_2 , peróxido de hidrógeno, producido tras la reacción química entre el gas radicalizado oxigenado y el agua en el recipiente. iii. Radicales libres de corta duración que no reaccionan químicamente con el agua. Puede haber otros tipos de reactivos/productos químicos que fluyen desde la cámara de ionización en el recipiente de agua.

Los experimentos se realizaron con una cámara de ionización conectada a un pequeño recipiente de agua, utilizando el juste del medidor experimental DPD que se muestra en la Fig. 6, para una cámara de ionización con anillos magnéticos en una configuración de referencia antisimétrica, que se muestra en la Fig. 6A, y para una cámara de ionización sin campo magnético que se muestra en la Fig. 6B.

Sin limitar la invención a la siguiente discusión experimental, se ha observado y por lo tanto se supone que los principales reactivos que participan en el proceso de limpieza del agua contaminada y además interactúan químicamente con el DPD son los componentes i y ii. Además, encontramos que el componente de reacción/producto i (radicales libres que están encapsulados dentro de burbujas de aire) es el más reactivo. La fase principal de los radicales son burbujas que se difunden en el agua en el recipiente y fluyen hacia la interfaz aire-agua debido a las fuerzas de flotación, creando de esta manera matrices de burbujas a lo largo de esa interfaz. En el modo de limpieza práctico con la cámara de ionización, las burbujas que fluyen a través del depósito de agua sirven como agentes que suministran los radicales para que interactúen directamente con las diversas contaminaciones que fluyen dentro del agua tratada. Las burbujas, que no interactúan con la contaminación, fluyen hacia arriba y flotan en la interfaz aire-agua como resultado de las fuerzas de flotación. Debido a diversas razones físicas, el porcentaje parcial de las burbujas flotantes que no reaccionan con la contaminación tienen un tiempo de vida finito promedio que resulta en su explosión en el aire circundante y/o en el agua tratada. Otro componente de las burbujas que se disuelve en el agua libera los radicales libres encapsulados en el agua tratada. Estos mecanismos producen un mecanismo de reducción secundario con peróxido de hidrógeno líquido.

En una realización adicional de la presente invención, el depósito de agua está total o al menos parcialmente cerrado. En una realización adicional de la presente invención, el depósito de agua está sujeto a una alta presión interna intrínseca a lo largo de la interfaz aire-agua como resultado de la fase gaseosa eyectada del gas radicalizado/excitado. Esto también está de acuerdo con la Ley de Henry con respecto al equilibrio entre las concentraciones de las fases líquida y gaseosa de cualquier especie particular. En una realización adicional de la presente invención, la presión atmosférica se potencia mediante una presión externa aplicada al depósito de agua. En ambas realizaciones anteriores, hay una interacción potenciada de los radicales de oxígeno gaseoso que fluyen por encima del agua con el agua en el depósito, lo que da como resultado otro mecanismo de generación de H_2O_2 líquido que limpia aún más el agua contaminada. Todos dichos reactivos que comprenden radicales libres dentro de las burbujas y H_2O_2 reaccionan con el DPD disuelto, modificando así el color del agua en el recipiente de agua.

De los resultados experimentales se desprende claramente que en todos los experimentos el color del agua se modifica a un color de intensidad más oscura, lo que sugiere una concentración de radicales en un cierto porcentaje en el recipiente de agua. Además, en la configuración magnética antisimétrica de referencia, el color es más oscuro para cada nivel de flujo de gas comprimido. Esto es especialmente relevante en relación con la

configuración sin campo magnético. Los resultados experimentales muestran que el color más oscuro se logra para la configuración magnética antisimétrica, que se muestra en la Fig. 6A, para un flujo de compresión de $F = 4$ litros/min. El color menos oscuro se logra con dicho flujo de compresión con la configuración de la cámara de ionización sin campo magnético, como se muestra en la Fig. 6B. Esto indica claramente que el contraste más alto y, por tanto, el rendimiento de la cámara de ionización se logra con un flujo de compresión de $F = 4$ litros/min. Se realizó una cuantificación de los resultados experimentales al convertir las intensidades de color modificadas en valores de unidades arbitrarias utilizando la tabla de intensidades que se muestra en la Fig. 7B, donde los valores experimentales se presentan en las Fig. 8A.

Las Fig. 8A-B muestra los resultados experimentales completos del DPD demostrados en la Fig. 7. Los resultados experimentales realizados para diferentes flujos de compresión de aire en la cámara de ionización presentada en las Fig. 1-5, con la configuración magnética antisimétrica, se muestran en la Fig. 6A, y la cámara de ionización sin campo magnético, se muestra en la Fig. 6B. En ambas configuraciones, la cámara de ionización está adherida a un pequeño recipiente de agua. La figura 8A muestra la concentración de radicales, n , a diferentes valores de flujo de compresión. La Fig. 8B muestra la estabilización temporal en estado estacionario, T_0 , del sistema. Los experimentos se realizaron dentro de un pequeño recipiente de agua, utilizando el dispositivo medidor experimental DPD, que se muestra en la Fig. 7A. Se realizaron experimentos para la cámara de ionización con anillos magnéticos en configuración de referencia antisimétrica, que se muestra en la Fig. 6A, y para la cámara de ionización sin campo magnético que se muestra en la Fig. 6B. Para la configuración de ionización sin campo magnético, la concentración crece linealmente con el aumento medido de los valores del flujo de compresión, como lo demuestra la tendencia de crecimiento del ajuste del revestimiento en la Fig. 8A. El tiempo de estado estacionario disminuye drásticamente con el aumento del flujo de compresión medido, como se muestra en la Fig. 8B. Estos resultados eran esperados para la cámara de ionización cilíndrica que fue diseñada geométricamente para operar efectivamente a altos flujos de compresión tales como los probados en los experimentos correspondientes. Para la cámara de ionización con la configuración de campo magnético antisimétrico, los resultados máximos se lograron para valores de flujo de compresión de $F=4$ litros/min, y se degradaron linealmente con el flujo de compresión como lo predijo la tendencia de caída de ajuste lineal, que se muestra en la Fig. 8B. A partir de los gráficos de ambas Fig. 8A-B, está claro que se logró una respuesta dinámica más alta con el tiempo de estabilización más bajo, T_0 , con una concentración máxima de radicales, n , para la ionización con el campo magnético antisimétrico a un flujo de compresión de $F=4$ litros/min. En particular, en esa configuración y flujo de compresión, el tiempo de estabilización, T_{0m} , es casi un $1/3$ del correspondiente tiempo de estabilización sin campo magnético, T_{0o} , donde la concentración de radicales es entre 8-9 veces mayor, es decir, $T_{0m} \sim T_{0o}/3$ donde $n_m \sim n_o/9$. La tendencia de la concentración de radicales versus el flujo de compresión del gas aire se muestra en la Fig. 9.

En experimentos adicionales, comparamos los rendimientos dinámicos de la cámara de ionización para diferentes configuraciones de anillos magnéticos, como se presenta en las Fig. 6A, C-E. Estas configuraciones representan algunas realizaciones opcionales de ejemplo del sistema de cámara de ionización. Los experimentos se realizaron a una tasa de compresión, F , de 4-14 litros/min. Las configuraciones del campo magnético en las Fig. 6A, C-D, comprenden dos sitios magnéticos ubicados alrededor del eje longitudinal principal de la cámara de ionización cilíndrica, cerca de sus extremos inferior y superior y adyacentes a su entrada y salida de aire, respectivamente. La configuración del campo magnético en la Fig. 6E comprende tres sitios magnéticos, con un sitio adicional a los dos sitios magnéticos anteriores, que está ubicado en el centro de la cámara de ionización cilíndrica. Medimos el tiempo de estabilización, T_0 , para cada configuración que se correlaciona con la respuesta dinámica de la cámara de ionización. Los resultados experimentales para las configuraciones antisimétricas, presentados en la Fig. 6A y las Fig. 6D-E, muestran una mejora pronunciada en un tiempo de estabilización más bajo en toda la tasa de compresión medida de 4-14 litros/min, con respecto a la configuración simétrica en la Fig. 6C. Atribuimos esta mejora a los flujos continuos magnéticos más elevados generalmente generados por configuraciones de campos magnéticos antisimétricos, en las que cada par de anillos magnéticos, en todos los sitios magnéticos, se coloca en polaridades magnéticas opuestas, con una orientación magnética idéntica dentro de una determinada configuración magnética.

La Fig. 9 muestra un gráfico de los resultados de la medición de la concentración de radicales normalizados realizados en estado estacionario en diferentes valores de flujo de compresión. Las mediciones se realizaron para una cámara de ionización con anillos magnéticos en una configuración de referencia antisimétrica, como se muestra en la Fig. 6A, y se normalizaron para una cámara de ionización sin campo magnético, como se muestra en la Fig. 6B. A partir de los resultados del gráfico, que también se muestra en el gráfico anterior, está claro que el óptimo de la tendencia de concentración normalizada alcanza un máximo de $n_m \sim 8-9n_o$ veces la concentración correspondiente de la cámara sin campo magnético, n_o , a un flujo de compresión de $F=4$ litros/min y cae bruscamente a un factor de $n_m \sim 2n_o$. Este resultado sugiere que en la configuración antisimétrica magnética actual, el campo magnético es altamente efectivo alrededor del valor de compresión de aire de $F = 4$ litros/min y disminuye su eficiencia con el aumento de los valores de magnitud de compresión. Para caracterizar bien la respuesta dinámica de la cámara de ionización probada en la realización preferida actual de la presente invención, hemos graficado los valores de concentración de DPD medidos normalizados versus el parámetro, x , en la Fig. 10, que es igual al flujo de aire de compresión por el tiempo de estabilización T_0 , es decir, $x = F \cdot T_0$. La unidad de este parámetro es [Litro] y mide la cantidad de aire que se necesita comprimir para

alcanzar un estado estacionario con una determinada concentración. Este parámetro es característico de la eficiencia dinámica de la cámara de ionización. Observamos que las mediciones realizadas para la cámara de ionización con anillos magnéticos en configuración de referencia antisimétrica, que se muestra en la Fig. 6A, y se normalizaron para la cámara de ionización sin campo magnético, que se muestra en la Fig. 6B.

La Fig. 10 muestra gráficos de los resultados experimentales de concentración de radicales versus el flujo de aire de compresión multiplicado por el tiempo de estabilización T_0 para diferentes flujos de compresión, F . Las mediciones se realizaron para una cámara de ionización con anillos magnéticos en una configuración de referencia antisimétrica, como se muestra en la Fig. 6A y Configuración de la cámara de ionización sin campo magnético, como se muestra en la Fig. 6B. De estos resultados parece que para una cámara de ionización con anillos magnéticos en una configuración de referencia antisimétrica, la eficiencia dinámica de la cámara de ionización para $x_m=60$ litros a $F=4$ litros/min es 3 veces mayor con respecto a la configuración de la cámara de ionización con el mismo parámetro sin campo magnético con el valor correspondiente de $x_0 = 170$ litros. La concentración de la configuración antisimétrica de referencia es $n_m \sim 8-9$ veces mayor que la de la cámara sin campo magnético. Encontramos que esta curvatura de ionización tiene una eficiencia dinámica superior, x , a valores de flujo de compresión entre $F=4-10$ litros/min, y una concentración superior de radicales, n , entre $F=4-14$ litros/min. Las gráficas de la concentración de radicales n_0 , y del tiempo de estabilización, T_0 , versus el flujo de compresión versus el parámetro de eficiencia dinámica, $x=F*T_0$ mostradas en las Fig. 8A-B y Fig. 10, se consideran las características más importantes de la cámara de ionización. Utilizamos estos resultados como tendencias de referencia para la optimización de la cámara de ionización sin el campo magnético combinado con flujos de compresión altos o bajos según lo requiera la cámara de ionización.

Los experimentos anteriores se realizaron para un recipiente pequeño con un tamaño de 4 litros. Por lo tanto, nuestro objetivo es lograr un valor de parámetro que no dependa del volumen y diámetro del recipiente y genere una característica precisa de la cámara de ionización. De acuerdo con lo anterior, hemos modelado una ecuación aproximada para la densidad de flujo continuo de radicales promedio, ϕ .

$$1.1 (\Phi_m / \Phi_0) \sim (n_m / n_0) * (T_{0m} / T_{0n}) ,$$

donde el flujo de radicales con y sin campo magnético se modela linealmente como una multiplicación de los flujos de densidad de radicales, ϕ_m , ϕ_0 ,

con los correspondientes tiempos de estabilización, T_{0m} , T_{0n} , de la siguiente manera:

$$1.2 n_m \sim \Phi_m * T_{0m} / V, \text{ y } n_0 \sim \Phi_0 * T_{0n} / V,$$

donde V es el volumen del recipiente, N_m , n_m y N_0 , n_0 son el número total de radicales y sus concentraciones relacionadas, con y sin campos magnéticos, que también se relacionan de la siguiente manera: $n_m = N_m / V$, $n_0 = N_0 / V$. La Fig. 11 muestra un gráfico de la densidad de flujo continuo de radicales promedio calculada normalizada para diferentes valores de flujo de compresión.

Las mediciones se realizaron para una cámara de ionización con anillos magnéticos en una configuración de referencia antisimétrica, como se muestra en la Fig. 6A, y se normalizaron para una cámara de ionización sin campo magnético, como se muestra en la Fig. 6B. Los resultados se normalizaron para calcular la densidad de flujo continuo de radicales promedio y alcanzaron una densidad de flujo continuo máxima de $\phi_m \sim 25\phi_0$, multiplicada por la concentración correspondiente de la cámara sin campo magnético, ϕ_0 , con un flujo de compresión de $F=4$ litros/min. La densidad de flujo continuo cae bruscamente a un factor de $\phi_m \sim 2\phi_0$. El valor predicho por este modelo es significativamente mayor que el medido como se muestra para la concentración de radicales presentada en el gráfico de la Fig. 8A. A pesar de que la aproximación lineal no es precisa, proporciona cierta aproximación a la contribución real y al impacto del campo magnético en la mejora del proceso de ionización, calculado para la configuración antisimétrica en la Fig. 6A, y con respecto a la configuración sin campo magnético como se muestra en la Fig. 6B.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de purificación de agua (100) que comprende:

una cámara cilíndrica (2) que comprende entrada y salida para hacer fluir aire entrante y saliente en dicha cámara (2) y fuera de dicha cámara (2) y en un tanque que contiene agua;
- 5 al menos una lámpara de radiación UV alargada (14) ubicada en el centro de dicha cámara cilíndrica (2);

al menos un par de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c);

un compresor de aire (8), tuberías de aire (8a) para introducir dicho gas de aire en dicha cámara y una tubería de aire de salida (2a) para introducir dicho gas de aire modificado en dicho tanque que contiene agua;

un prefiltro adherido a dicho compresor de aire (8) y ubicado antes de la entrada de dicha cámara (2); y
- 10 un armazón (13) configurado para ocupar el volumen central de dicha cámara (2) desde arriba hacia abajo alrededor del eje longitudinal central de dicha cámara (2), dicho armazón (13) comprende un espacio interior para alojar dicha al menos una lámpara de radiación UV (14) y al menos un par de elementos de sujeción (10a, 10b, 10c) para sujetar dicho al menos un par de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c) alrededor de dicha al menos una lámpara de radiación UV (14),
- 15 en el que el diámetro interior de las bases de (17b, 17c) de dicho armazón (13) es menor que el diámetro interior de un manguito de carcasa (16), dicho manguito de carcasa (16) está conectado en extremos opuestos a las cubiertas superior (11) e inferior (12), dichas cubiertas superior (11) e inferior (12) se proporcionan cada una con respectivos orificios centrales (11a, 12a), y en las que cada par de anillos magnéticos (15e, 15f) genera un campo magnético local al colocar dichos pares de anillos magnéticos (15e, 15f) en dichos elementos de sujeción (10a, 10b, 10c) de dicho armazón (13), dicho campo magnético local no se superpone o al menos interfiere mínimamente con un campo magnético local generado por un par vecino de anillos magnéticos (15e, 15f),
- 20 en el que dicho sistema de purificación (100) comprende una configuración concéntrica para perturbar mínimamente el perfil y la distribución de dicho aire entrante y saliente, dicho al menos un par de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c) están colocados en paralelos entre sí y configurados para inducir un campo de flujo continuo magnético concéntrico máximo en las moléculas de dicho aire entrante y saliente que fluye.
- 25
2. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha al menos una lámpara de radiación UV (14) comprende dos lámparas con dos rangos de longitud de onda de 180-195 [nm] y 240-280 [nm].
- 30
3. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara (2) está hecha de un material conductor recubierto con un material químicamente inerte.
4. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara (2) comprende además un manguito externo y cubiertas superior e inferior (11, 12) adheridas mecánicamente a los lados superior e inferior de dicho manguito externo y cierran los extremos superior e inferior de dicha cámara (2).
- 35
5. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de medidores de flujo de gas (5), dichos medidores de flujo de gas (5) están montados dentro o fuera de una caja que encapsula dicha cámara (2).
6. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una
- 40 unidad de control remoto para controlar valores operativos versus valores especificados de dicho sistema (100), dicha unidad está configurada para conmutar entre estados operativos de encendido y apagado de dicho sistema, mecánicamente o electrónicamente, y monitorizar el voltaje, corriente eléctrica, suministro de potencia y dispositivos relacionados de dicho sistema (100).
7. El sistema de purificación de agua de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dichos dispositivos se seleccionan de dicha al menos una lámpara UV (14), un ventilador (1) para expulsar el calor generado en dicha cámara (2) fuera de dicho sistema (100) y medidor de flujo de aire electrónico (5) para monitorizar el aire entrante y saliente dentro y fuera de dicha cámara (2) dentro de dicho sistema (100).
- 45
8. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una tubería venturi (2a) adherida a dicha salida de dicha cámara para transportar aire radicalizado/excitado y ambiente en el depósito de agua tratada.
- 50
9. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un recipiente de agua o depósito de agua en comunicación fluida con dicha cámara (2).

10. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cámara (2) tiene una forma geométrica cilíndrica con dicho manguito de carcasa (16) y marco de carcasa con una forma geométrica cilíndrica correspondiente.
- 5 11. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende tres pares de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c) dispuestos en una configuración de polaridad idéntica en los extremos superior e inferior, en el centro y alrededor del eje longitudinal central principal de dicha cámara (2), en el que cada uno de dichos pares de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c) comprende un anillo con polaridad negativa y un segundo anillo con polaridad positiva, dicha configuración de polaridad es una configuración antisimétrica, dichos anillos están sujetos mecánicamente por dichos elementos de sujeción (10a, 10b, 10c).
- 10 12. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dichos anillos magnéticos generan una intensidad de campo magnético en el rango de 10^{-3} a 10^6 gauss, dicho rango es suficiente para inducir un alto flujo continuo magnético en dicha cámara (2) y radicalizar aire ambiente entrante.
- 15 13. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho armazón (13) comprende barras longitudinales externas que se extienden desde arriba hasta abajo de dicho armazón alrededor del espacio interior para alojar dicha al menos una lámpara de radiación UV (14), y elementos de sujeción (10a, 10b, 10c) que se extienden hacia dentro desde dichas barras externas y que comprenden hendiduras para sujetar dicho al menos un par de anillos magnéticos (15a, 15b, 15c) alrededor de dicha al menos una lámpara de radiación UV, dichas barras externas y elementos de sujeción forman una única unidad sólida de dicho armazón.
- 20 14. El sistema de purificación de agua (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un aparato de prefiltración para limpiar el aire ambiente entrante de impurezas y contaminaciones antes de inyectarlo en dicha cámara (2) y un difusor conectado a la salida de dicha cámara para difundir el aire radicalizado en un depósito de agua.

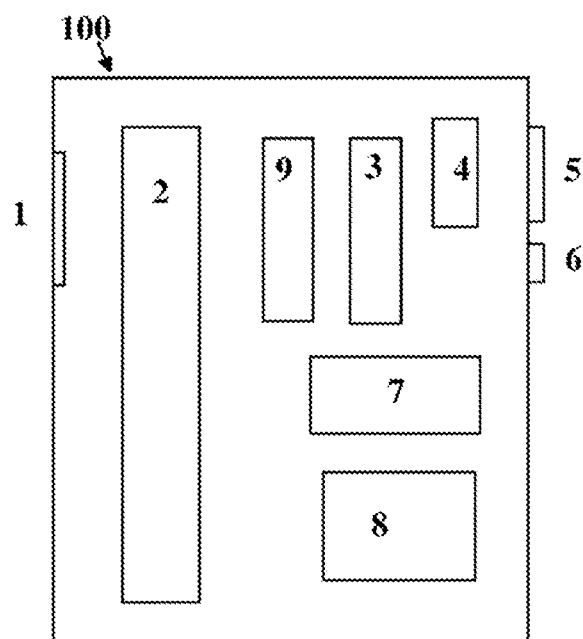


Fig. 1

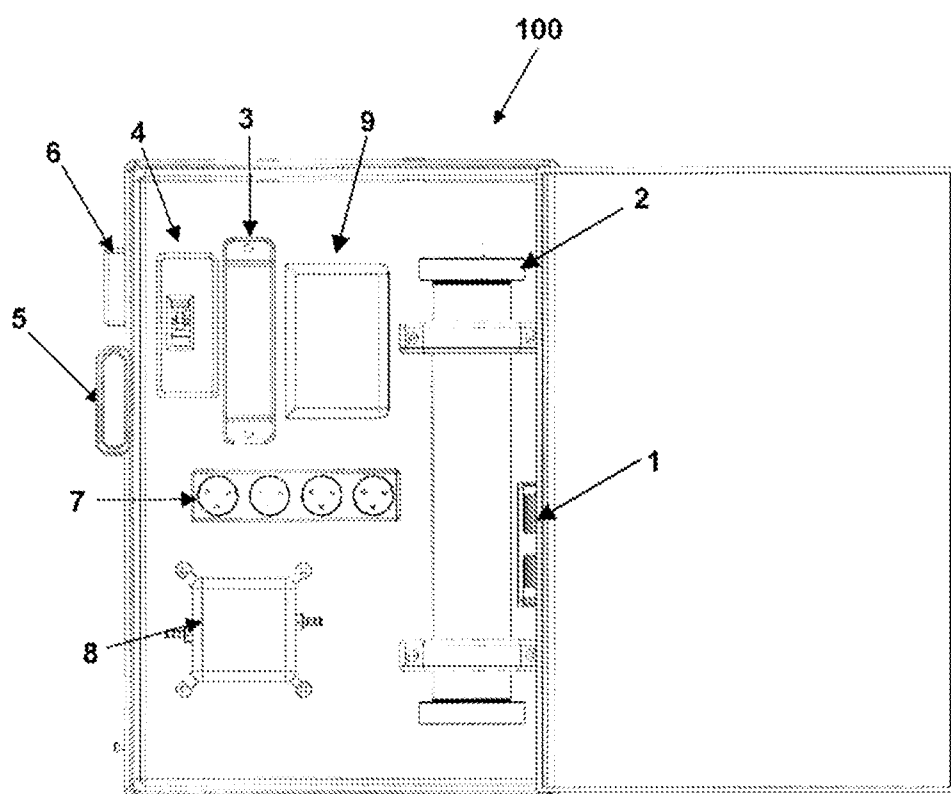


Fig. 2

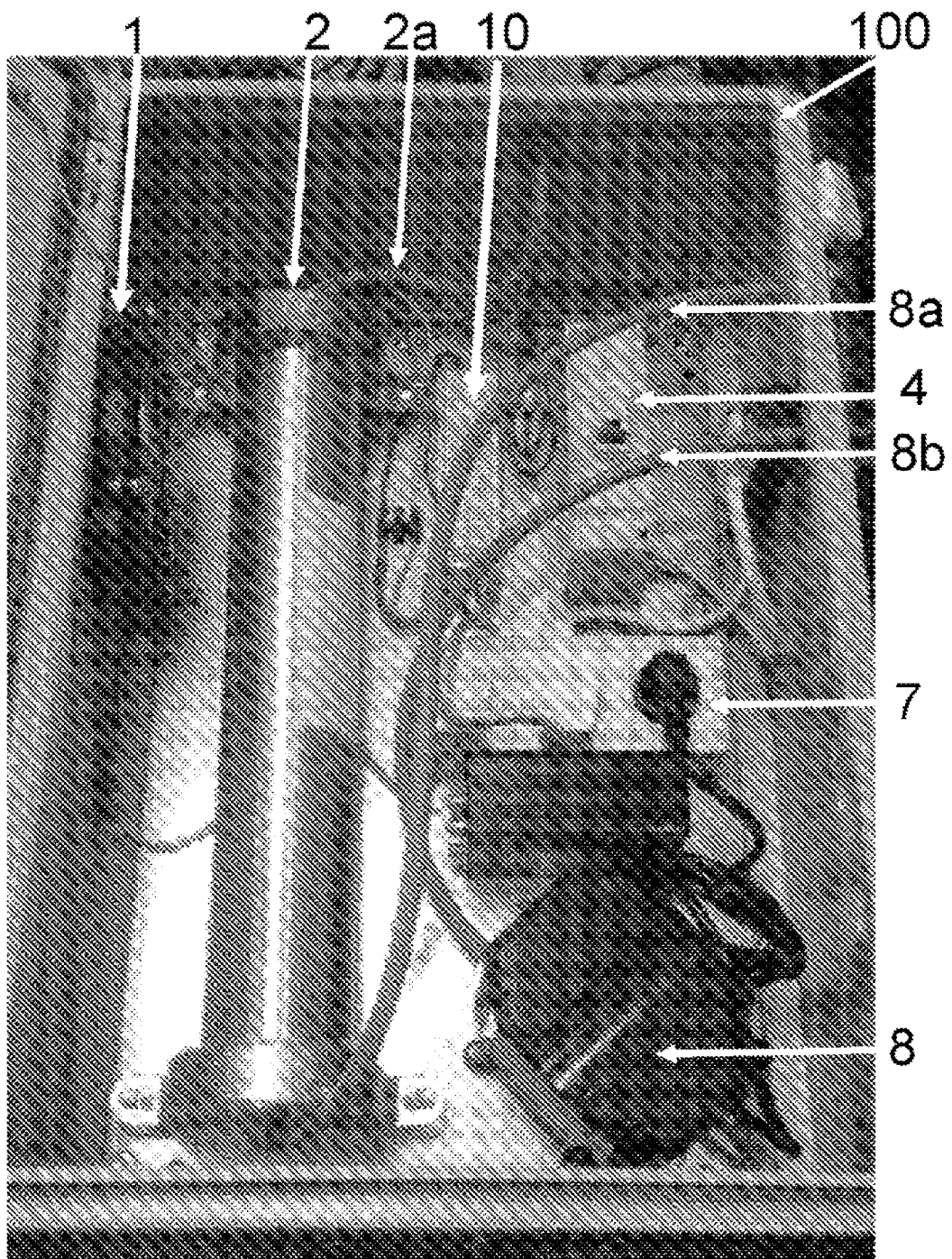


Fig. 3

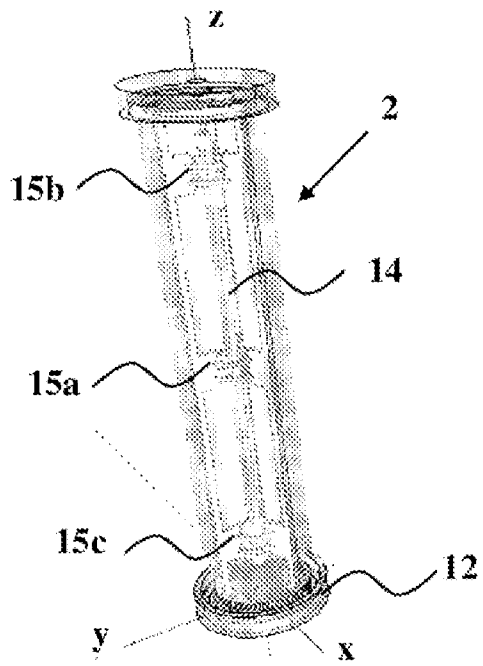


Fig. 4B

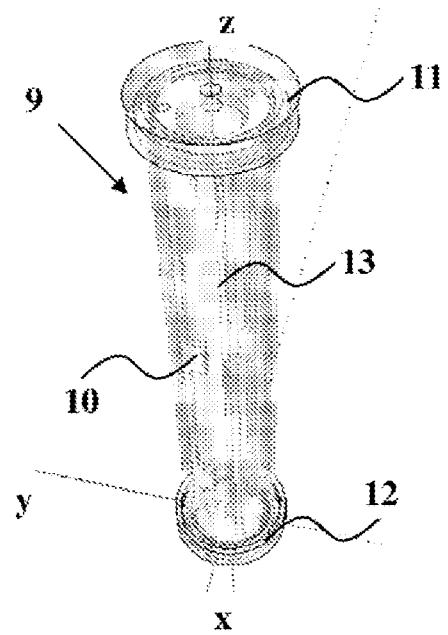


Fig. 4A

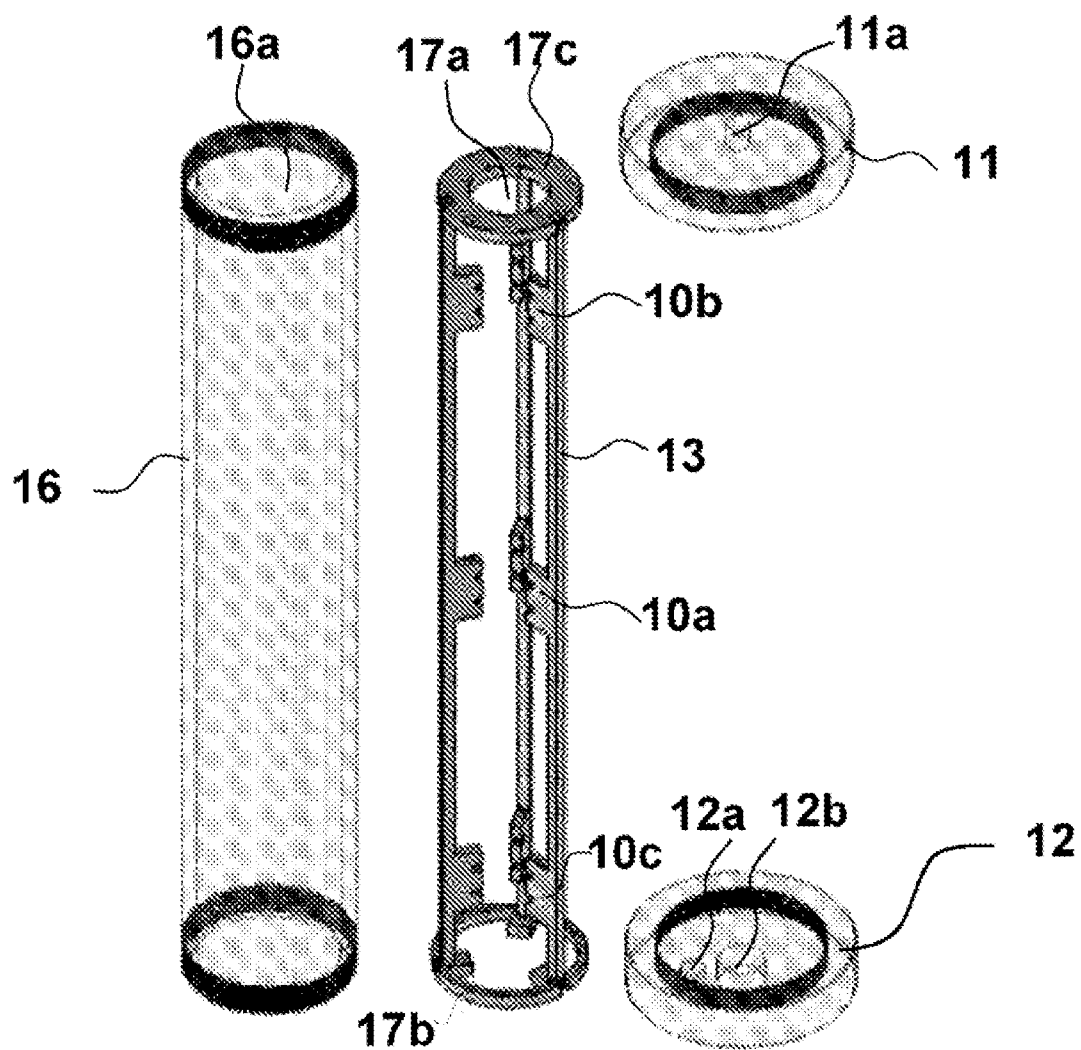


Fig. 5A

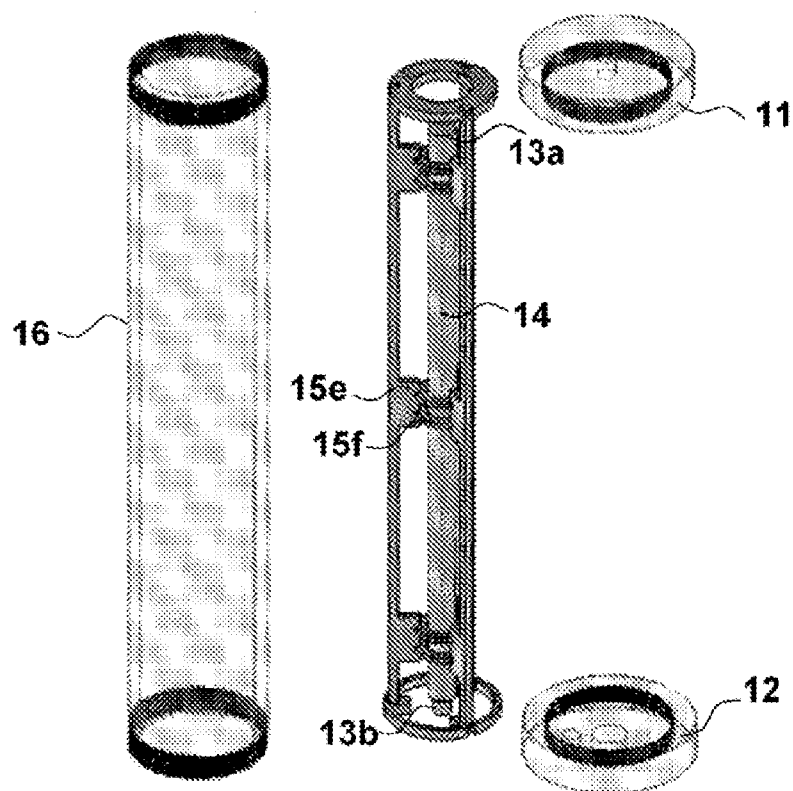


Fig. 5B

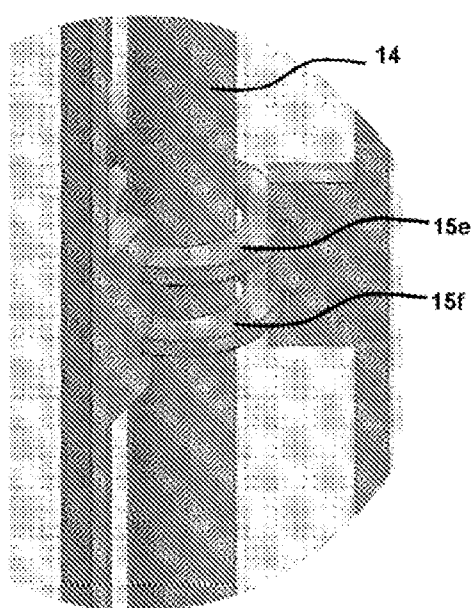


Fig. 5C

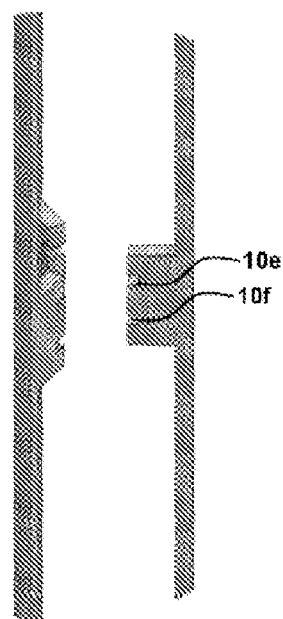


Fig. 5D

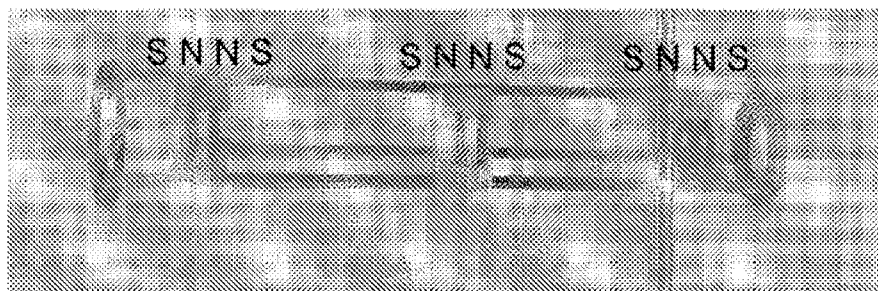


Fig. 6E

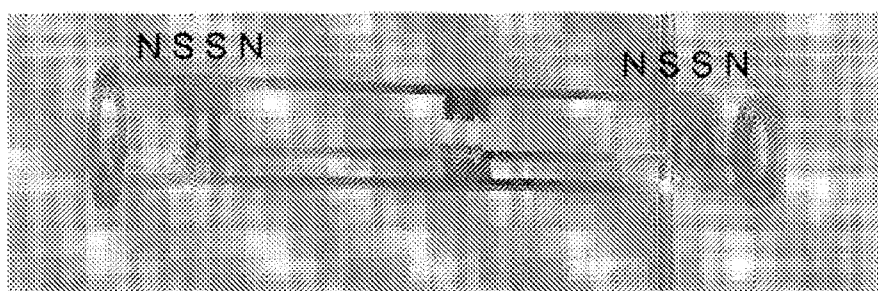


Fig. 6D

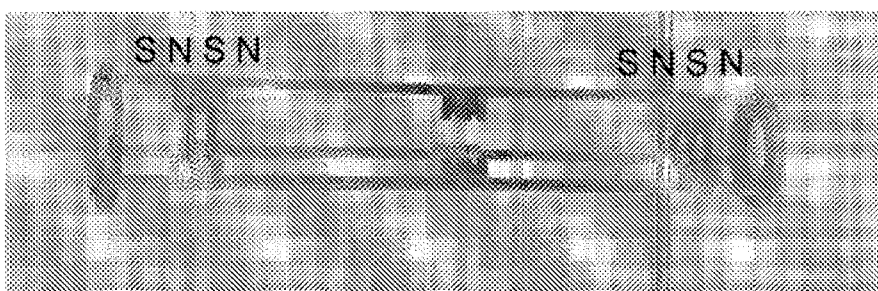


Fig. 6C

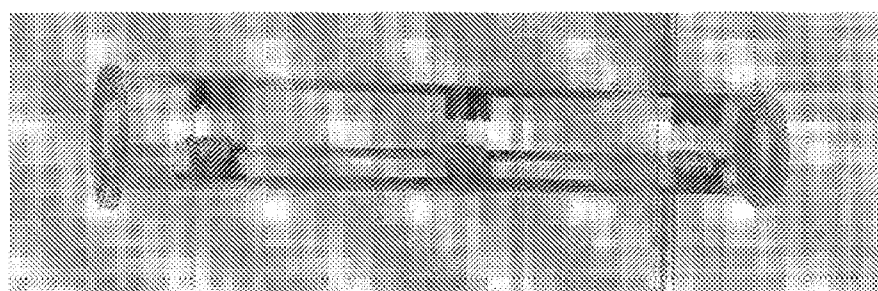


Fig. 6B

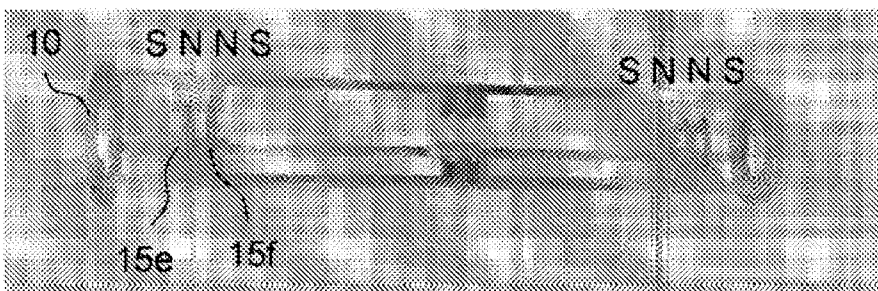


Fig. 6A

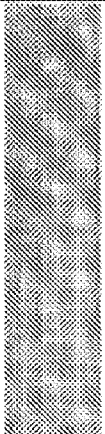
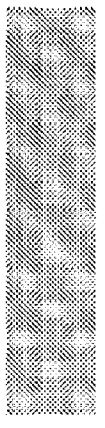




Caudal de compresión	Norte antisimétrico de anillos magnéticos R, 2 sitios	Campo no magnético T
F=4 Litro/min		
F=10 Litro/min		
F=14 Litro/min		

Fig. 7A

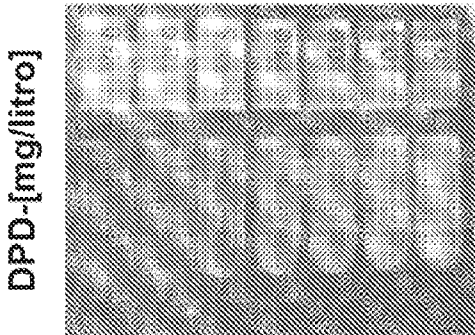


Fig. 7B

	4	10	14
■ Norte antisimétrico de anillos magnéticos	1.75	0.8	1.25
◆ Campo no magnético	0.2	0.45	0.6

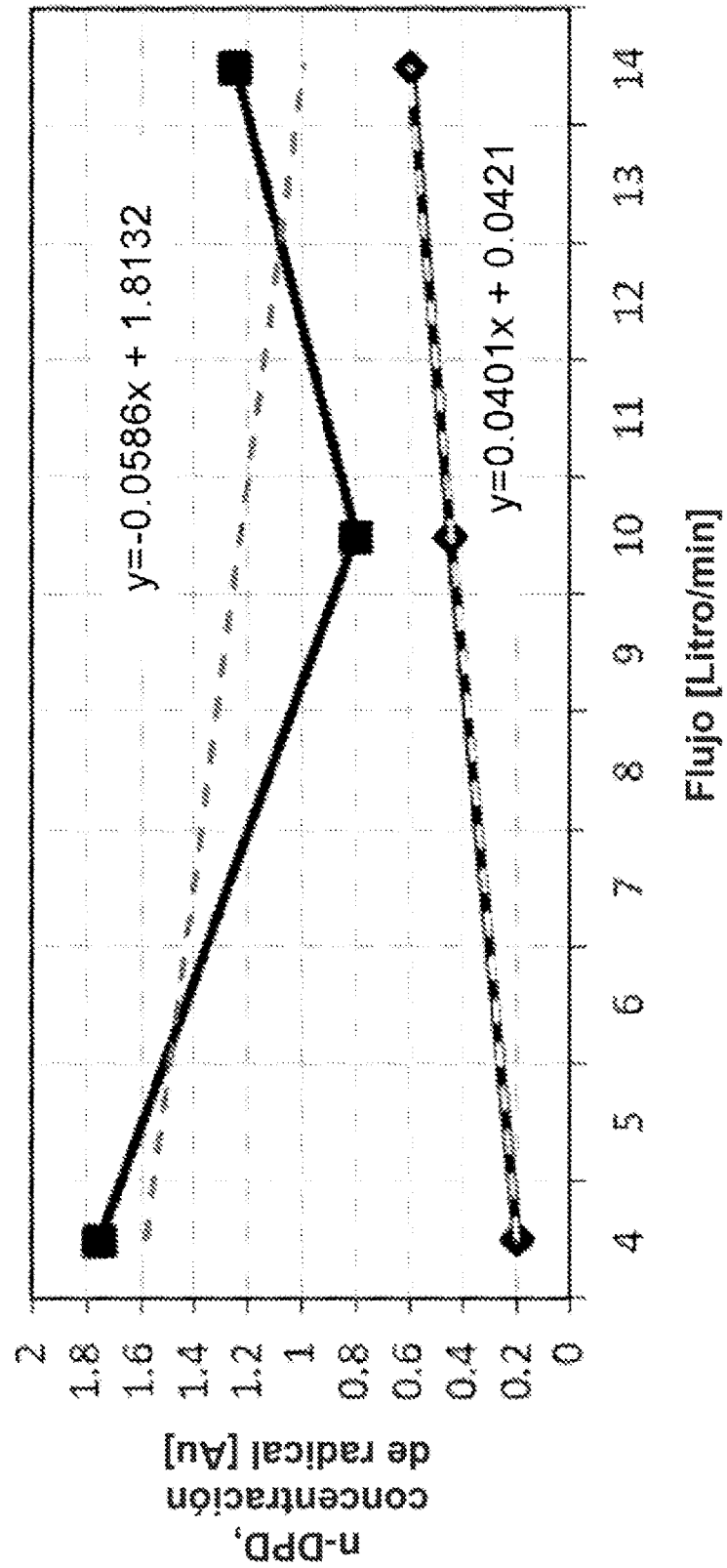


Fig. 8A

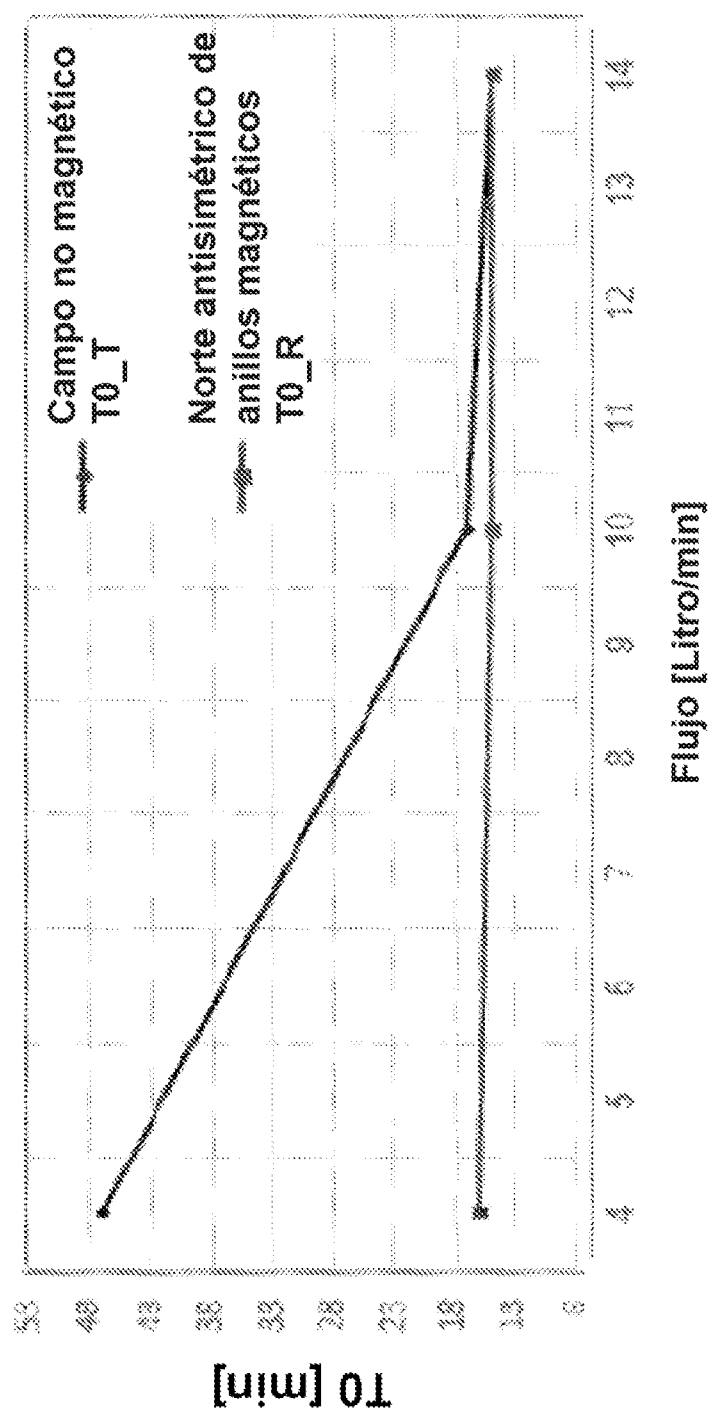


Fig. 8B

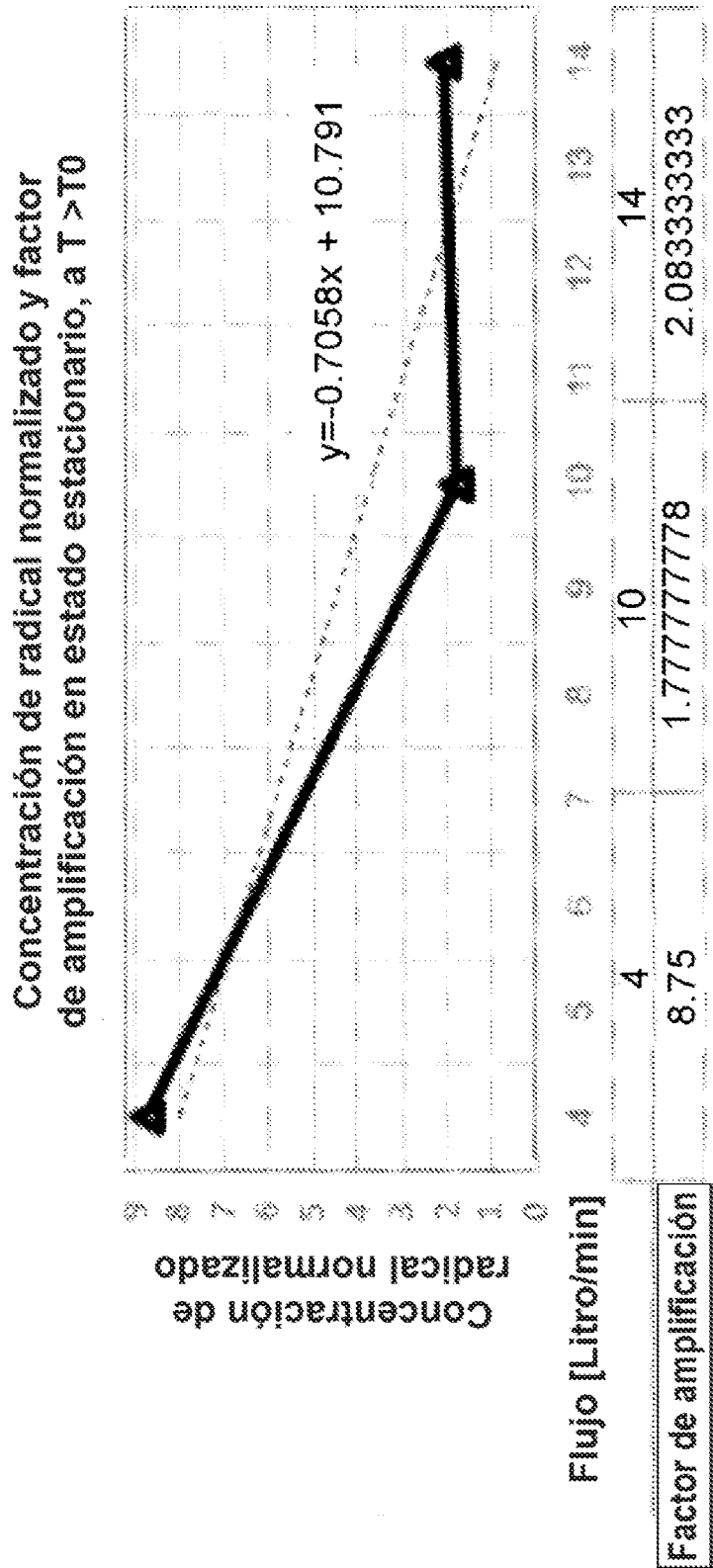


Fig. 9

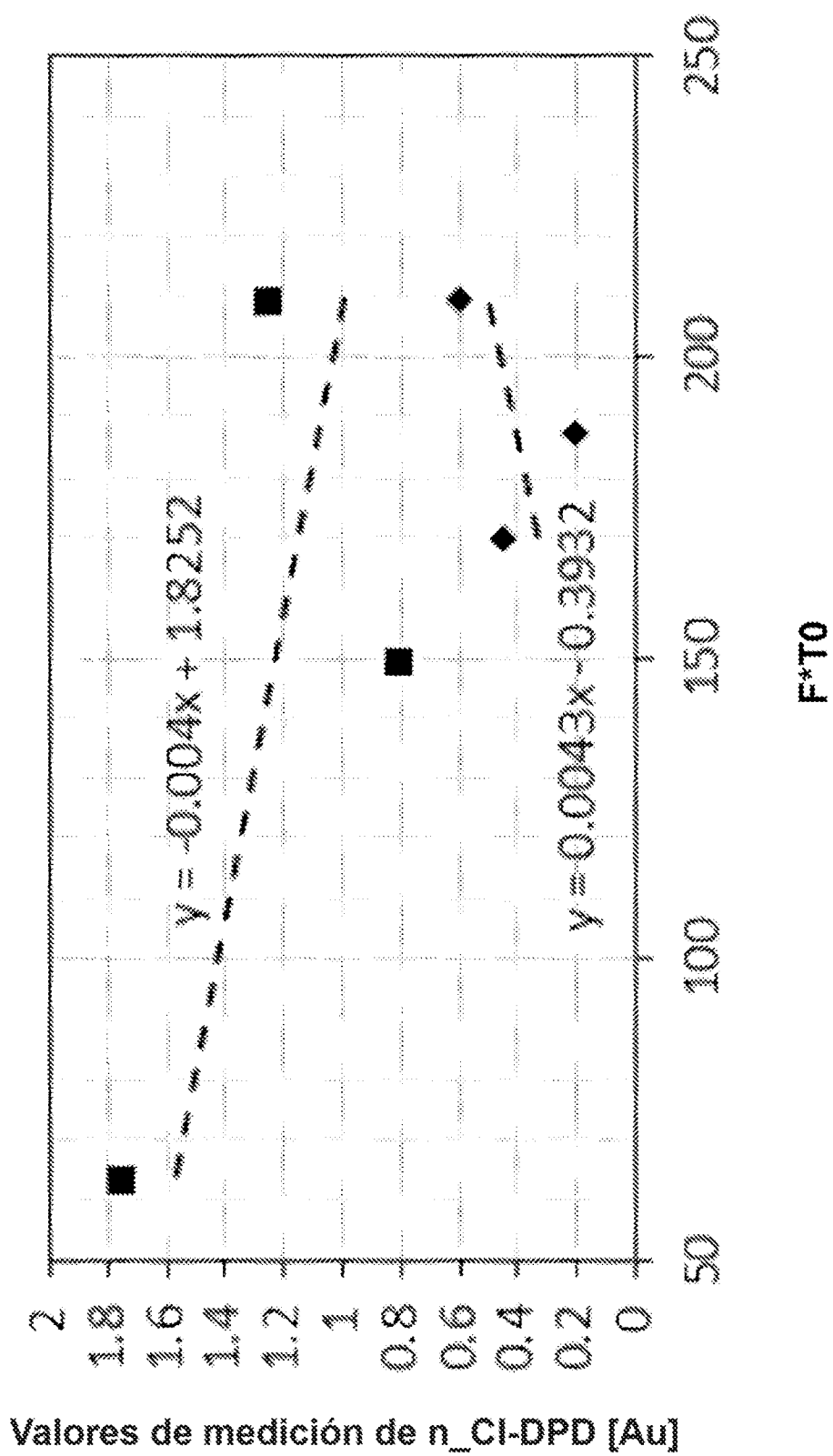


Fig. 10

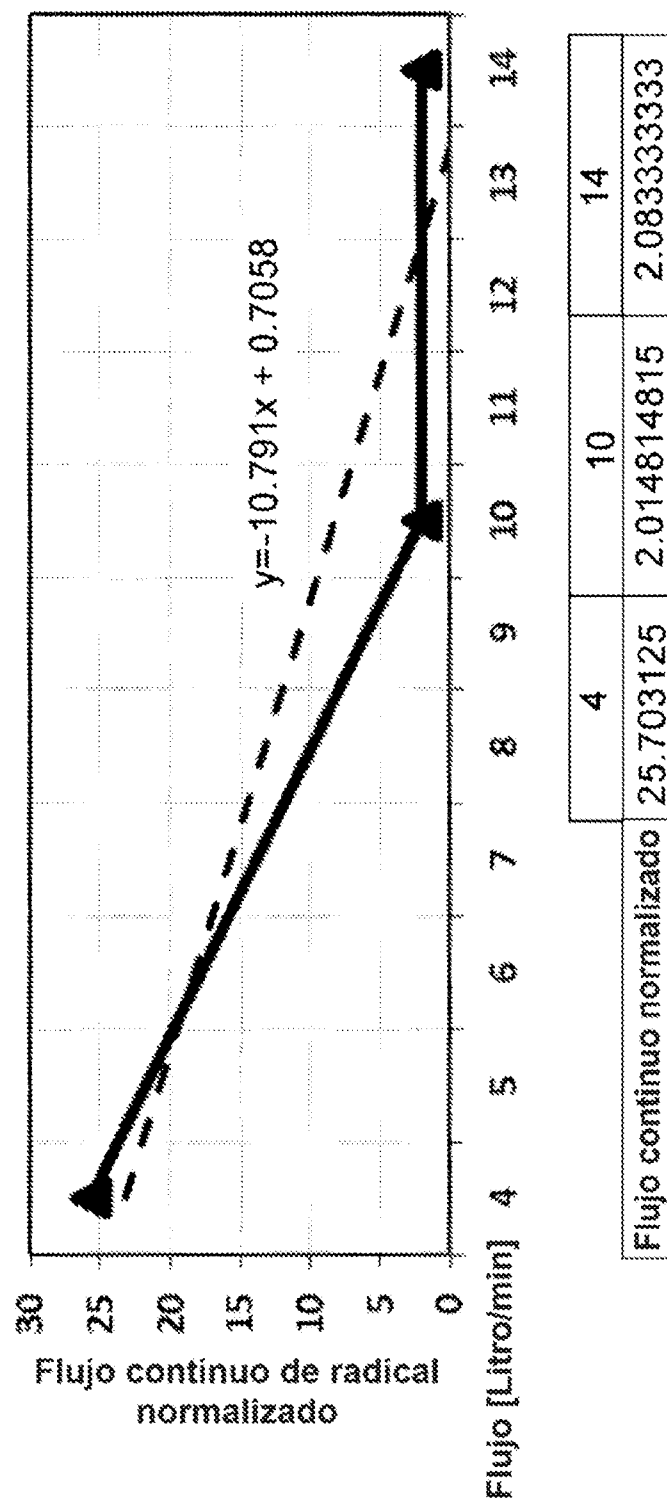


Fig. 11