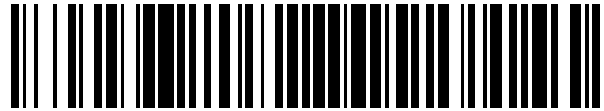


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 530**

51 Int. Cl.:

C02F 1/78 (2006.01)

B01F 5/06 (2006.01)

C02F 1/32 (2006.01)

C02F 103/00 (2006.01)

C02F 101/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2011 E 11764673 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2609041**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el tratamiento de líquidos mediante ozono**

30 Prioridad:

25.08.2010 DE 102010035519

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

01.09.2015

73 Titular/es:

**XYLEM IP HOLDINGS LLC (100.0%)
1133 Westchester Avenue
White Plains, NY 10604, US**

72 Inventor/es:

**WIELAND, ARNE;
KAMPMANN, MARTIN;
SCHEIDELER, JENS y
RIED, ACHIM**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 544 530 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

Dispositivo y procedimiento para el tratamiento de líquidos mediante ozono

5 La invención se refiere a un dispositivo para el tratamiento de líquidos mediante ozono con las características del preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para el tratamiento de líquidos mediante ozono con las características del preámbulo de la reivindicación 10.

10 Existen requisitos cada vez más elevados en cuanto a la calidad del agua potable y del agua industrial. Las contaminaciones por sustancias orgánicas se consideran crecientemente perjudiciales para la salud, de modo que se requiere eliminarlas. Por otra parte, cada vez más sustancias de este tipo llegan a las aguas subterráneas y a las aguas superficiales. Un ejemplo de ello es la creciente concentración de residuos de medicamentos en las aguas superficiales.

15 Estas contaminaciones se reducen con diversos medios. Uno de estos medios es la oxidación de contaminaciones orgánicas. Esta se realiza de manera especialmente eficaz en el llamado "proceso de oxidación avanzada" (POA) en el que en el agua contaminada se introducen ozono y peróxido de hidrógeno que reaccionan entonces formando un radical hidroxilo. Dicho radical hidroxilo constituye un oxidante muy eficaz.

20 Por el documento US5578205 se dio a conocer el modo de añadir a una corriente de agua contaminada en primer lugar peróxido de hidrógeno e inyectar después, corriente abajo, ozono en un solo paso. De esta manera se degradan al menos en parte impurezas en el agua tratada. El documento EP0561458A1 describe un procedimiento para el tratamiento de agua contaminada, en el que en primer lugar se incorporan al agua oxígeno y ozono en un recipiente de reacción bajo alta presión. El peróxido de hidrógeno se puede añadir más tarde en un recipiente de reacción, corriente abajo del punto de incorporación de ozono. El documento EP1021377B1 describe un procedimiento para el tratamiento de agua contaminada en el que ozono y peróxido de hidrógeno se incorporan directamente a la corriente principal de agua y después ambas sustancias a la vez se disuelven y se distribuyen en el agua completamente en un plazo de pocos segundos en un dispositivo mezclador altamente eficaz. De esta manera, se pretende evitar la formación de bromato. El bromato es sospechoso de tener un efecto carcinógeno. Por ello, existe un límite superior para el contenido de bromato admisible en el agua potable. El procedimiento mencionado pretende minimizar la formación de bromato en caso de la existencia de iones bromuro en el agua que ha de ser tratada.

35 El documento US7595003B2 describe un procedimiento para la desinfección de agua de lastre a bordo de barcos mediante ozono. Para evitar altas concentraciones en bromato se vigilan las concentraciones de bromuro y bromato y la inyección de ozono es controlada en función de ello.

La presente invención tiene el objetivo de seguir minimizando la formación de bromato en agua que contiene iones bromuro y que se trata con ozono.

40 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento y un dispositivo con las características de las reivindicaciones independientes.

45 Dado que el dispositivo de incorporación prevé la alimentación de ozono a la corriente de agua en exactamente un punto y, corriente abajo del punto de alimentación, están previstos varios mezcladores para mezclar el ozono con el agua, estando dispuestos los mezcladores a una distancia entre ellos, de tal forma que entre los mezcladores queda formada al menos una zona de reacción en la que el ozono disuelto puede reaccionar con las contaminaciones presentes en el líquido, estando elegida la distancia entre los mezcladores y la velocidad de corriente del líquido de tal forma que el tiempo de permanencia para un volumen de agua entre la salida de un mezclador y la entrada en el mezclador siguiente se sitúa entre 0,5 segundos y 30 segundos en una de las zonas de reacción, el ozono se mezcla por etapas con la corriente de agua, de manera que la cantidad absoluta del ozono incorporado al agua se incrementa con cada etapa de mezcla. De esta manera, se evita que se produzcan altas concentraciones de ozono localmente disueltas que conducirían a una formación de bromato.

55 Puede estar previsto que los mezcladores sean respectivamente mezcladores estáticos sin piezas móviles.

El dimensionamiento del dispositivo de incorporación prevé preferentemente que la distancia entre los mezcladores y la velocidad de flujo del agua se elige de tal forma que un volumen de agua tarde entre 1 y 10 segundos entre la salida de un mezclador y la entrada al mezclador siguiente.

60 En una forma de realización preferible, el sistema de incorporación está dispuesto dentro de un tubo que presenta varias piezas parciales rectas y piezas de unión en forma de U dispuestas entre estas. En relación con la siguiente

descripción, este modo de construcción se denomina de forma simplificada "tubo doblado en forma de bucle".

Para procesos POA puede estar previsto que corriente arriba del punto de alimentación de ozono esté prevista una alimentación de peróxido de hidrógeno o de otros reactivos.

5 Finalmente, el dispositivo puede estar realizado de tal forma que entre dos mezcladores o después del último mezclador esté prevista la irradiación de ondas electromagnéticas, especialmente radiación UV.

10 A continuación, se describen en detalle ejemplos de realización de la presente invención con la ayuda del dibujo. Muestran:

la figura 1: un sistema de incorporación según la invención en una forma de realización lineal horizontal o vertical, en una representación esquemática;

15 la figura 2: una construcción de un sistema de incorporación según la invención en disposición en bucle que ahorra espacio;

la figura 3: un sistema de incorporación con una unidad de irradiación representada esquemáticamente, así como la figura 4: la evaluación de la eficiencia de incorporación del ozono a lo largo de la longitud del sistema de incorporación de la figura 1.

20 En la figura 1 está representado esquemáticamente un sistema de incorporación para ozono gaseiforme a la corriente de agua contaminada. El sistema de incorporación está dispuesto dentro de un tubo 1 entre una entrada 2 y una salida 3. El tubo 1 está fabricado de manera conocida en un material que no es atacado por oxidantes (por ejemplo, acero inoxidable o PVC). Las instalaciones situadas antes de la entrada 2 y después de la salida 3 son conocidas por el estado de la técnica. Se trata de las instalaciones habituales de una central abastecedora de agua o de una planta de tratamiento de aguas. La disposición del sistema de incorporación representado en la figura 1 puede realizarse en orientación horizontal y vertical.

30 En la figura 1, la dirección de corriente es de izquierda a derecha, es decir, de la entrada 2 a la salida 3. De forma directamente contigua a la entrada 2 está previsto un punto de alimentación de ozono 4 representado esquemáticamente que está realizado como lanza de tobera, abeja de inyección o elemento de entrada cerámico y que está dispuesto en la corriente principal del agua.

35 Corriente abajo del punto de alimentación de ozono 4 está dispuesto un primer mezclador 5a. Se trata preferentemente de un llamado mezclador estático que trabaja sin componentes móviles y que mediante la sola formación de turbulencias pone el ozono inicialmente gaseiforme en contacto íntimo con el agua que corre, haciendo de esta manera que una parte del ozono gaseiforme se disuelve. El mezclador 5a está realizado de tal forma que el ozono incorporado no se disuelve completamente, sino inicialmente sólo en un porcentaje de aprox. 20 a 30%. Por lo tanto, entre 70 y 80% del ozono gaseiforme permanecen en forma no disuelta en la corriente principal del agua que ha de ser tratada dentro del tubo 1. Corriente abajo del primer mezclador 5a está prevista una primera zona de reacción 6a. En esta zona de reacción, el agua con el ozono en parte disuelto corre por el tubo 1 sustancialmente sin perturbación durante un tiempo de entre 0,5 segundos y aprox. 30 segundos, preferentemente entre 1 y 10 segundos. Entonces llega a un segundo mezclador 5b situado corriente abajo que a su vez hace que se disuelva un 20% aproximadamente del ozono gaseiforme. Después del segundo mezclador 5b está dispuesta una segunda zona de reacción 6b en la que a su vez el 50% aproximadamente de ozono gaseiforme se transporta con la corriente principal, mientras que el ozono disuelto puede reaccionar con las contaminaciones presentes en el agua. El tiempo de permanencia en la segunda zona de reacción 6b oscila a su vez entre 0,5 segundos y aproximadamente 30 segundos, preferentemente entre 1 y 10 segundos. Corriente abajo de la zona de reacción 6b está previsto un tercer mezclador 5c que trabaja como el primer mezclador 5a y el segundo mezclador 5b. A continuación del tercer mezclador se encuentra una tercera zona de reacción 6c, después de esta se encuentran un cuarto mezclador 5d y una cuarta zona de reacción 6d, un quinto mezclador 5e y una quinta zona de reacción 6e así como un sexto y último mezclador 5f que está dispuesto directamente delante de la salida 3.

55 En este ejemplo de realización, los mezcladores 5a a 5f y las zonas de reacción 6a a 6e están construidas y dimensionadas de la misma manera. Es decir, en primer lugar, partiendo de la entrada 2, se añade en el punto de alimentación de ozono 4 la cantidad completa de ozono gaseiforme. Los mezcladores 5a a 5f mezclan el ozono gaseiforme con la corriente principal durante el paso de la corriente principal de tal forma que se disuelve en parte. En la zona de reacción 6a a 6e siguiente el ozono disuelto puede reaccionar entonces con las contaminaciones oxidables.

60 Los elementos de mezcla están fabricados de manera conocida en un material que no es atacado por oxidantes (por ejemplo, acero inoxidable o PVC). El número de elementos de mezcla puede adaptarse a la tarea específica,

pero el número no debería ser inferior a dos elementos de mezcla.

La realización y la disposición de los mezcladores y de las zonas de reacción hace que la concentración de ozono disuelto aumente sólo ligeramente de una zona de reacción a otra zona de reacción. Esta incorporación cuidadosa del ozono evita altas concentraciones de ozono disuelto localmente y evita de esa manera la formación de bromato.

A la corriente principal del agua que ha de ser tratada se puede añadir antes de la entrada 2 además otra sustancia adecuada para la degradación de sustancias nocivas, por ejemplo peróxido de hidrógeno. También en este caso, se produce el efecto de que el ozono sigue estando presente en gran parte en estado gaseiforme detrás del primer mezclador y no reaccionará con dichas sustancias. En caso de la adición de peróxido de hidrógeno, esto conduce a que no se forma inmediatamente la cantidad total posible de radicales hidroxilo, sino que la cantidad absoluta de radicales hidroxilo aumentará con el paso por cada zona de reacción siguiente.

Igualmente, existe la posibilidad de que el peróxido de hidrógeno no se introduzca en la corriente de agua corriente abajo del punto de alimentación de ozono, sino después de la primera zona de reacción 6a. La mezcla del peróxido de hidrógeno se realiza entonces a través del mezclador 5b. Mediante este modo de funcionamiento resulta la ventaja de que las sustancias que reaccionen directamente con ozono se han degradado ya en la primera zona de reacción 6a. Esto se realiza por la alta concentración local de ozono que se produce después del primer mezclador 5a por la mezcla parcial de ozono gaseiforme. La zona de reacción 6a se puede dimensionar de tal forma que todas las sustancias que reaccionen directamente con ozono se degraden hasta el mezclador 5b y que ya no se pueda detectar la cantidad de ozono disuelto. Las sustancias que reaccionan con radicales hidroxilo se degradan entonces en las zonas de reacción siguientes.

La evolución temporal de la concentración de ozono en forma disuelta y la secuencia de zonas de reacción en las que el ozono o los radicales hidroxilo reaccionan con las sustancias oxidables contenidas en el agua hacen que se consigan unas tasas de producción especialmente bajas para productos secundarios de oxidación indeseables, especialmente para bromato. En sistemas en los que el ozono ya se ha disuelto completamente en un primer mezclador altamente eficaz, la formación de bromato es mayor.

Otro ejemplo de realización de la presente invención se ilustra en la figura 2. En esta, el tubo 1 está doblado entre la entrada 2 y la salida 3. Después de la entrada está previsto el dispositivo de alimentación de ozono 4. A continuación, en la dirección de corriente, se encuentran el primer mezclador 5a y la primera zona de reacción 6a. Un codo de tubo 7 desvía la corriente principal 180° en la dirección contraria. Después, la corriente principal entra en el segundo mezclador 5b y en la segunda zona de reacción 6b. A continuación, se encuentra a su vez un codo de tubo 7 que desvía en una dirección paralela a la corriente principal que ha entrado inicialmente. Siguen el tercer mezclador 5c y la tercera zona de reacción 6c. A continuación de estos se encuentra a su vez un codo de tubo 7 que conduce al cuarto mezclador 5d y a la cuarta zona de reacción 6d. Finalmente, está previsto un último codo de tubo 7 que conduce al quinto mezclador 5e y a la quinta zona de reacción 6e. Esta desemboca finalmente en la salida 3. Para el tratamiento de agua resulta aproximadamente la misma estructura y el mismo modo de acción que en el ejemplo de realización en la figura 1. Sin embargo, por el plegado queda formado un llamado reactor de bucles que está dispuesto de forma mucho más compacta. El reactor de bucles según la figura 2 puede estar dispuesto de forma horizontal o vertical. La pieza parcial del tubo 1 en la que están dispuestos el primer mezclador 5a, la primera zona de reacción 6a y el punto de alimentación de ozono 4 o bien puede estar orientada hacia arriba con la dirección de corriente principal, de manera que el ozono gaseiforme suba con la dirección de corriente principal por el empuje vertical de las burbujas de gas y se mueva en corriente paralela. Si la primera pieza parcial se extiende hacia abajo con la dirección de corriente principal, la dirección de corriente principal arrastra las burbujas de gas ozono, pero entonces la dirección del empuje vertical es contraria a la dirección de corriente principal, de manera que se reduce la velocidad de migración de las burbujitas de ozono y se incrementa el tiempo de permanencia del ozono gaseiforme en dicha zona.

La figura 3 muestra otro ejemplo de realización en el que adicionalmente a la oxidación descrita anteriormente están previstas una primera zona de irradiación 10 y una segunda zona de irradiación 11. Las zonas de irradiación 10 y 11 sirven para la incorporación de radiación electromagnética a la corriente principal del agua que ha de ser tratada, en concreto, en la zona entre los mezcladores 5b y 5c que constituye la segunda zona de reacción 6b, así como en la zona entre los mezcladores 5d y la salida 3. Esta zona constituye la cuarta zona de reacción 6d en este ejemplo de realización. Asimismo, es posible instalar una zona de irradiación después de la última zona de reacción.

En las zonas 10 y 11, en el tubo 1 puede estar incorporado respectivamente un reactor UV tal como se conoce por ejemplo por la desinfección de agua potable. Un reactor UV presenta un tubo de acero inoxidable que con bridas

correspondientes se incorpora en una tubería existente. En el espacio interior del reactor están dispuestos entonces uno varios radiadores UV que irradian el líquido que corre con una radiación UV en una dosis definida. Preferentemente, se usan radiadores de baja presión de mercurio o radiadores de presión media de mercurio.

5 Mediante la combinación de la radiación UV con el proceso de oxidación es posible eliminar sustancias nocivas denominadas fotosensitivas (por ejemplo, ND-MA) paralelamente a la combinación ozono + H₂O₂. Mediante la irradiación con rayos UV de ozono disuelto se pueden generar radicales hidroxilo. De esta manera, resulta la ventaja de que además de sustancias que reaccionan directamente con ozono o que se consideran fotosensitivas, se reducen también sustancias que pueden ser reducidas únicamente por radicales hidroxilo. Mediante la
10 irradiación con rayos UV de peróxido de hidrógeno disuelto igualmente se pueden generar radicales hidroxilo. De esta manera, resulta la ventaja de que además de las sustancias consideradas fotosensitivas se reducen también sustancias que pueden ser reducidas únicamente por radicales hidroxilo. Sin embargo, esta combinación es aplicable únicamente para bajas concentraciones específicas de sustancias. También existe la posibilidad de usar en un proceso paralelamente la etapa de ozono, la dosificación de peróxido de hidrógeno y la irradiación UV. En
15 total, mediante estas disposiciones resulta la ventaja de que por las diferentes posibilidades de combinación durante el funcionamiento del sistema es posible reaccionar a variaciones de sustancias y de concentraciones de sustancias. De esta manera, se consigue un proceso eficiente.

Para los tres ejemplos de realización descritos se prevé un sistema de medición y de regulación para el control del sistema. Este sistema de control de orden superior incluye la regulación de la cantidad de ozono necesaria, de la
20 cantidad necesaria de peróxido de hidrógeno y la medición de las concentraciones de ozono en la fase de gas y la fase de agua así como de la concentración de peróxido de hidrógeno en la fase de agua. La regulación de la cantidad de ozono necesaria se realiza mediante la adaptación de la concentración de ozono en el gas de productos y la adaptación del flujo de gas de productos. La cantidad de ozono necesaria se calcula mediante la
25 definición de la dosis de ozono necesaria en el control y la corriente volumétrica del agua que ha de ser tratada. La cantidad necesaria de peróxido de hidrógeno se realiza igualmente mediante la definición de la dosis de peróxido de hidrógeno en el control y la corriente volumétrica del agua que ha de ser tratada. Mediante esta forma de control, las cantidades necesarias de ozono y de peróxido de hidrógeno pueden adaptarse a través del control del sistema a la cantidad de agua que ha de ser tratada.

30 La determinación de la cantidad de ozono disuelta en el agua se realiza mediante un aparato de medición adecuado. La medición se puede realizar o bien directamente después de cada mezclador 5a a 5f y de cada zona de reacción 6a a 6e, o bien, en total al final del trayecto de mezcla y de reacción. La determinación de la cantidad de ozono disuelta ofrece la ventaja de que mediante esta medición, la cantidad de ozono necesaria se puede
35 adaptar al consumo real de ozono. Si la cantidad disuelta de ozono sobrepasara un valor que ha de ser definido, se puede o bien reducir la cantidad de ozono producido, aumentar la dosis de peróxido de hidrógeno o aumentar o conectar la irradiación UV. La medición al final del trayecto de mezcla y de reacción sirve para que ya no debiera estar presente ozono no disuelto en el proceso. En caso de sobrepasar el valor que ha de ser definido, también es posible reducir a través del control la cantidad de ozono necesaria.

40 La determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno puede realizarse después de la mezcla con la corriente principal y sirve para comprobar la dosis real de peróxido de hidrógeno. Igualmente, la concentración de peróxido de hidrógeno se puede determinar al final del trayecto de mezcla y de reacción para poder determinar la eficiencia del proceso.

45 Mediante el control y la determinación de los parámetros mencionados anteriormente, el sistema puede reaccionar automáticamente a variaciones de la cantidad de agua y de la composición del agua que ha de ser tratada. De esta manera, se proporciona un proceso eficiente en el que se incorporan sólo las cantidades realmente necesarias de ozono y peróxido de hidrógeno. De esta manera, se consigue reducir los costes de explotación.

50 En la figura 4 se ilustra en un diagrama esquemático la evolución de la eficiencia de la incorporación del ozono a lo largo de la longitud l del tubo 1 de la figura 2. Partiendo de la longitud 0 que coincide con la entrada 2, la cantidad de ozono incorporada es inicialmente de 0. La incorporación de la cantidad total de ozono gaseiforme en el lugar del punto de alimentación 4 se señala por el punto de medición 12. Antes de alcanzar el primer mezclador 5a, prácticamente no se transfiere ozono a la fase de agua. Después de pasar por el primer mezclador 5a se transfiere
55 aprox. 30% de ozono gaseiforme a la fase de agua, y en la zona de reacción 6a siguiente que en el diagrama se señala por la zona 14, el valor aumenta hasta aprox. 35%, porque con el paso del tiempo, el ozono gaseiforme se disuelve en agua incluso sin la influencia de elementos mezcladores. Dentro de la zona de reacción 6a, el ozono transferido puede reaccionar con las sustancias oxidables contenidas en el agua, de manera que antes de entrar en el segundo elemento mezclador 5b ha reaccionado una gran parte del ozono incorporado. Tras pasar por el
60 mezclador 5b, la parte del ozono incorporada de forma efectiva al agua aumenta hasta 55% y en la zona de

- reacción 6b siguiente aumenta hasta 60%. Dentro de la zona de reacción 6b vuelve a reaccionar con las sustancias contenidas en el agua una gran parte del ozono incorporado. Tras pasar por el mezclador 5c, la parte del ozono transferido aumenta hasta 75% y al pasar por la zona de reacción 18 aumenta hasta aprox. 80%. Tras pasar por el elemento mezclador 5d y la zona de reacción 6d, la parte del ozono incorporada de forma efectiva es de aprox. 95%. En el paso por el quinto mezclador 5e, finalmente, se alcanza la cantidad de ozono incorporada de forma efectiva al 100%. Esto significa que el ozono añadido a la corriente principal en el punto de alimentación de ozono 4 como ozono gaseiforme, en el quinto mezclador 5 se ha transferido a la corriente principal y ha reaccionado en su totalidad.
- Se puede ver que, en la primera zona de reacción 6a, la cantidad de ozono disponible para la reacción con las sustancias oxidables igualmente disueltas en el agua se sitúa sólo entre 30 y 35% y por tanto no existe un exceso elevado de ozono. La formación de sustancias indeseables como el bromato se mantiene reducida de esta manera. Además, el sistema de incorporación para ozono sigue siendo sencillo con un solo punto de alimentación 4 y no requiere ninguna regulación compleja tal como es necesaria por ejemplo en el caso de varios puntos de alimentación.

Signos de referencia

1. Tubo
2. Entrada
3. Salida
4. Punto de alimentación de ozono
- 5a. Elemento mezclador
- 5b. Elemento mezclador
- 5c. Elemento mezclador
- 5d. Elemento mezclador
- 5e. Elemento mezclador
- 6a. Zona de reacción
- 6b. Zona de reacción
- 6c. Zona de reacción
- 6d. Zona de reacción
7. Codo de tubo
8. Salida
10. Zona de irradiación
11. Zona de irradiación
12. Punto de medición
13. Punto de medición
14. Zona de reacción 6a
15. Punto de medición
16. Zona de reacción 6b
17. Punto de medición
18. Zona de reacción 6c
- C. Eficiencia de incorporación
- I. Longitud

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo para el tratamiento de líquidos mediante ozono, con un tubo (1) en el que una corriente principal del líquido se conduce desde una entrada (2) hasta una salida (3) en una dirección de corriente, con un punto de incorporación de ozono (4) en el que se puede incorporar ozono gaseiforme a la corriente principal, así como con al menos dos mezcladores (5a...5f) situados corriente abajo del punto de incorporación de corriente (4), **caracterizado porque** está prevista la alimentación de ozono a la corriente de agua en exactamente un punto, y porque los mezcladores (5a...5f) están dispuestos a una distancia entre ellos, quedando formada entre los mezcladores (5a...5f) al menos una zona de reacción (6a...6e) en la que el ozono disuelto puede reaccionar con las contaminaciones presentes en el líquido, estando elegidas la distancia entre los mezcladores (5a...5f) y la velocidad de flujo del líquido de tal forma que el tiempo de permanencia para un volumen de agua entre la salida del mezclador y la entrada al mezclador siguiente oscila entre 0,5 segundos y 30 segundos, en una de las zonas de reacción (6a...6e), y porque los mezcladores (5a...5f) están realizados de tal forma que disuelven en la corriente principal respectivamente sólo una parte del ozono gaseiforme incorporado.
- 10 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los mezcladores son respectivamente mezcladores estáticos sin piezas móviles.
- 15 3.- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tiempo de permanencia para un volumen de agua entre la salida de un mezclador y la entrada al mezclador siguiente oscila entre 1 segundo y 10 segundos en una de las zona de reacción (6a...6e).
- 20 4.- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el mezclador (5a...5f) y las zonas de reacción (6a...6e) están dispuestos dentro de un tubo plegado en forma de bucle.
- 25 5.- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los mezcladores (5a...5f) y las zonas de reacción (6a...6e) están dispuestos en orientación vertical.
- 30 6.- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** está prevista una alimentación de peróxido de hidrógeno o de otros reactivos.
- 35 7.- Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la alimentación está prevista corriente arriba del punto de alimentación de ozono (4).
- 40 8.- Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la alimentación está prevista corriente abajo del punto de alimentación de ozono (4) entre los dos mezcladores (5a...5f).
- 45 9.- Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre al menos dos mezcladores (5a...5f) o después del último mezclador (5a...5f) está prevista una zona (10,11) para la irradiación de ondas electromagnéticas, especialmente de radiación UV.
- 50 10.- Procedimiento para el tratamiento de líquidos contaminados en una corriente mediante ozono, **caracterizado porque** el ozono se alimenta en forma de gas a la corriente en exactamente un punto y después se mezcla por etapas con la corriente mediante mezcladores (5a...5f) que se suceden en la dirección de corriente, de tal forma que la concentración del ozono disuelto en la corriente se incrementa después de cada mezclador hasta alcanzar una eficiencia de incorporación superior al 95%, estando elegidas la distancia entre los mezcladores (5a...5f) y la velocidad de flujo del líquido de tal forma que el tiempo de permanencia para un volumen de líquido entre la salida de un mezclador y la entrada al mezclador siguiente oscila entre 0,5 segundos y 30 segundos en una de las zonas de reacción (6a...6e).
- 55 11.- Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el tiempo de permanencia para un volumen de líquido entre la salida de un mezclador y la entrada al mezclador siguiente oscila entre 1 y 10 segundos en una de las zonas de reacción (6a...6e).
- 60 12.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 y 11 anteriores, **caracterizado porque** se realiza la alimentación de peróxido de hidrógeno o de otros reactivos al líquido.
- 13.- Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la alimentación se realiza corriente arriba del punto de alimentación de ozono (4).
- 14.- Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la alimentación se realiza corriente abajo del

punto de alimentación de ozono (4).

15.- Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la alimentación se realiza en una de las zonas de reacción (6a...6e).

- 5 **16.-** Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado porque** entre al menos dos mezcladores o después del último mezclador (5a...5f) se realiza una irradiación de ondas electromagnéticas, especialmente de radiación UV.

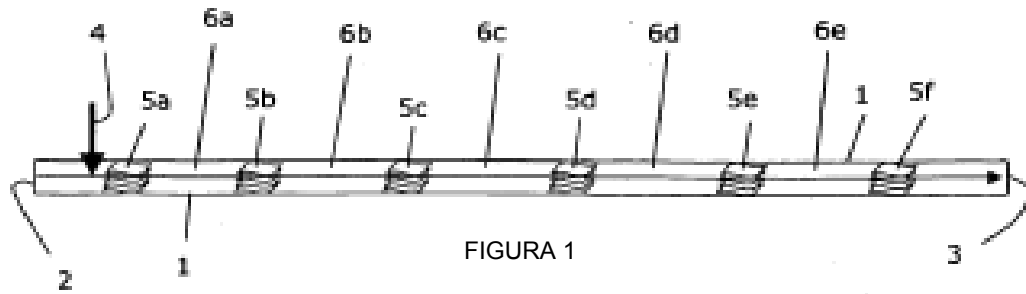


FIGURA 1

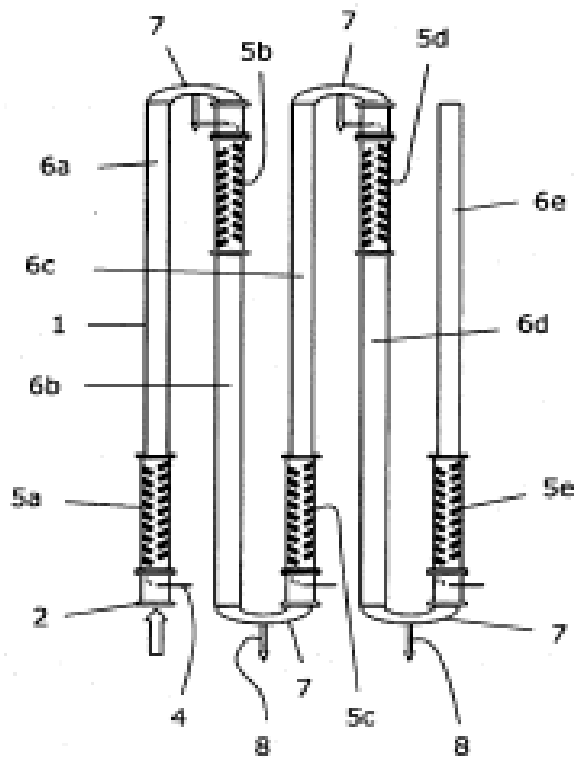


FIGURA 2

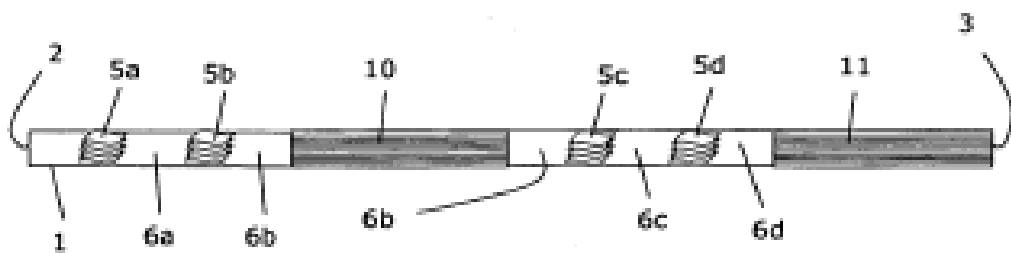


FIGURA 3

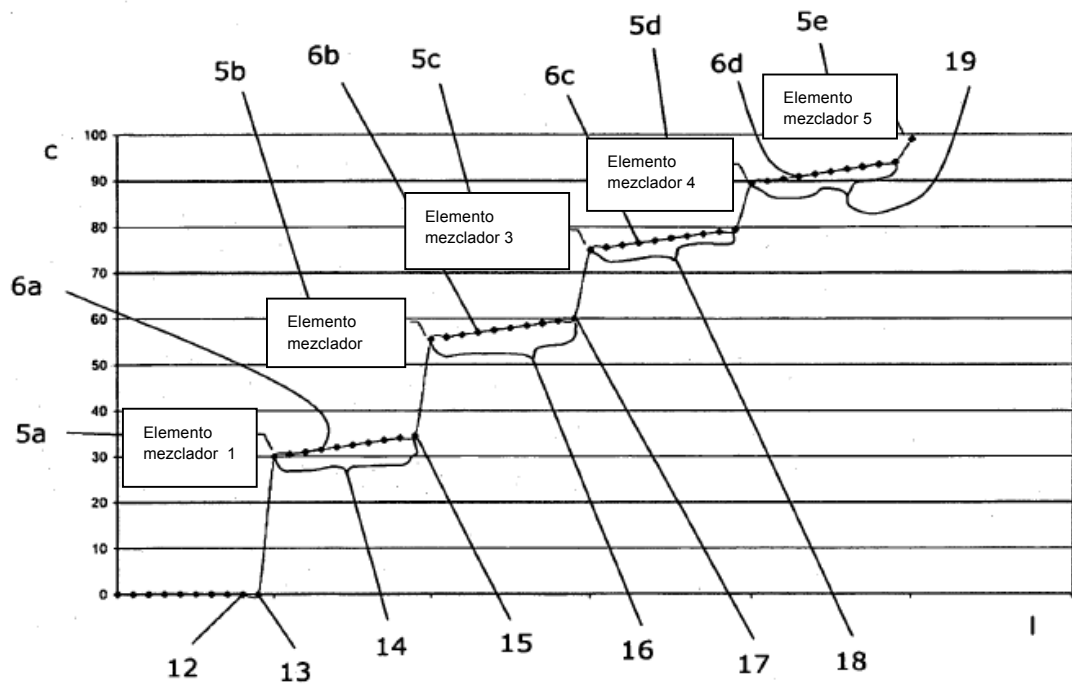


FIGURA 4