

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 190**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/68** (2006.01)

**C02F 1/72** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2008 E 08744382 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2144854**

54 Título: **Sistema de tratamiento de residuos**

30 Prioridad:

**09.04.2007 US 697933**

**09.04.2007 US 697921**

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

**28.02.2014**

73 Titular/es:

**INNOVATION SERVICES, INC. (100.0%)**

**342 MAPLETREE DRIVE  
KNOXVILLE, TN 37922, US**

72 Inventor/es:

**DOOLEY, JOSEPH B.;  
HUBRIG, JEFFREY G. y  
LOWDEN, RICHARD A.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 445 190 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 residuos

5 **Campo técnico**

La divulgación se refiere a una unidad de tratamiento de residuos en línea y/o modular dirigida a proporcionar el tratamiento y/o desinfección de residuos infecciosos líquidos, incluyendo residuos médicos, domésticos, científicos, mortuorios o comerciales, para desinfectar y convertir los residuos en no infecciosos y menos tóxicos o menos biológicamente activos antes de derramar la corriente de residuos a un conducto de alcantarillado o directamente al medio ambiente.

**Antecedentes y sumario**

15 Hay una preocupación creciente respecto a las corrientes de residuos infecciosos biológicos de hospitales, mataderos y otras fuentes que puedan contener componentes biológicamente peligrosos o tóxicos y no se traten adecuadamente antes de descargar tales corrientes de residuos a sistemas de alcantarillado o directamente al medio ambiente. Actualmente, las grandes instalaciones de tratamiento municipales pueden no estar adecuadamente configuradas para elevadas concentraciones de materiales biológicos con origen en hospitales y  
20 otras fuentes. En consecuencia, hay una necesidad de sistemas y métodos mejorados para el tratamiento de corrientes de residuos antes de que las corrientes se descarguen a un sistema de alcantarillado o directamente al medio ambiente. Hay también una necesidad de sistemas modulares que se puedan desplegar fácilmente como un añadido a los sistemas de alcantarillado existentes en el origen de la corriente de residuos, reduciendo de ese modo el grado de la capacidad infecciosa del material que un sistema municipal debe tratar.

25 La presente invención proporciona un sistema de tratamiento de residuos tal como se establece en la reivindicación 1 y un método de tratamiento de corrientes de residuos como se establece en la reivindicación 6. A la vista de las necesidades precedentes y otras, una realización de ejemplo de la divulgación proporciona un sistema modular de desinfección de residuos para corrientes de residuos infecciosos sustancialmente líquidos y métodos para el  
30 tratamiento de tales corrientes de residuos. El sistema modular de desinfección de residuos puede incluir una cámara de generación de iones metálicos para la introducción de iones metálicos seleccionados en el material de residuo; una cámara de generación de oxidante en comunicación para fluidos con la cámara de generación de iones metálicos para la desinfección del material de residuo con un agente oxidante y una cámara de quelación en comunicación para fluidos con la cámara de generación de oxidante para la desactivación de los iones metálicos en  
35 el material de residuo.

Otra realización de ejemplo de la divulgación proporciona un método de tratamiento de un material de residuo de alcantarillado para proporcionar una corriente de residuos tratados. El método puede incluir la circulación de una corriente de residuos desde una conducción de alcantarillado al interior de un sistema de desinfección modular de  
40 residuos. El sistema modular de desinfección de residuos puede incluir una cámara de generación de iones metálicos para la introducción de los iones metálicos en el material de residuo para desinfectar parcialmente el material de residuo; una cámara de generación de oxidante en comunicación para fluidos con la cámara de generación de iones metálicos para la desinfección del material de residuo con un agente oxidante y una cámara de quelación en comunicación para fluidos con la cámara de generación de oxidante para la desactivación de los iones metálicos y los productos químicos de oxidación en el material de residuo.

De acuerdo con el método, la corriente de residuos puede ser macerada a un tamaño de partículas predeterminado y puede ponerse en contacto con un inhibidor de película y/o un inhibidor de espuma en la cámara de maceración. Los iones metálicos se pueden generar *in situ* en la cámara de generación de iones metálicos para su contacto con  
50 la corriente de residuos desde la cámara de maceración para desinfectar la corriente de residuos. La corriente de residuos se puede infundir en la cámara de generación de oxidante mediante los oxidantes generados *in situ*, para eliminar cualquier actividad biológica de los compuestos en la corriente de residuos. Los iones metálicos en la corriente de residuos pueden entonces quelarse (enlazarse) en la cámara de quelación para secuestrar y desactivar cualquier ion metálico restante y productos químicos oxidantes presentes en el flujo de residuos antes de descargar el flujo de residuos de tratamiento a un alcantarillado o directamente al medio ambiente.

Una ventaja del sistema y métodos descritos en el presente documento es que el sistema combina al menos dos técnicas de desinfección en una única unidad de tratamiento incrementando la efectividad de la desinfección de la corriente de residuos sobre el uso de una única técnica de desinfección. A diferencia de los sistemas convencionales, los ingredientes de desinfección activa se desactivan previamente a que la corriente de residuos se descargue desde la unidad de desinfección de modo que los ingredientes de desinfección y la corriente de residuos se puedan descargar al sistema de alcantarillado o directamente al entorno sin eliminar los ingredientes de desinfección de la corriente de residuos. Debido a la naturaleza modular del sistema, el sistema se puede configurar como una unidad móvil, o portátil, independiente o se puede proporcionar en una instalación no portátil  
60 sustancialmente fija que se puede insertar entre el origen del material de residuo y un desechado final del material de residuo. El sistema de tratamiento de residuos puede combinarse también y/o integrarse con un sistema de

recogida de residuos o se puede configurar como un sistema independiente para la descarga directamente al entorno. Adicionalmente, se pueden emplear partes del sistema modular si no se requiere la capacidad completa por la naturaleza de los residuos que se estén creando.

5 Otra realización de ejemplo proporciona un sistema modular de tratamiento de residuos para corrientes de residuos líquidos y métodos de tratamiento de corrientes de residuos líquidos. El sistema modular de tratamiento de residuos incluye una cámara de maceración para el tratamiento inicial y homogenización del material de residuo, una cámara de infusión de iones metálicos en comunicación para fluidos con la cámara de maceración, para la introducción de los iones metálicos en el material de residuo y una cámara de oxidación para la oxidación húmeda de la corriente de  
10 residuos. Se pueden realizar previsiones para reciclar los residuos a una o más de las cámaras para un tratamiento adicional si se requiere.

Otra realización de ejemplo más proporciona un método de tratamiento de materiales de residuo líquido para proporcionar una corriente de residuos tratados. El método puede incluir la circulación de una corriente de residuos a un sistema modular de tratamiento de residuos. El sistema modular de tratamiento residuos puede incluir una cámara de maceración para el tratamiento inicial y homogenización del material de residuo, una cámara de infusión de iones metálicos en comunicación para fluidos con la cámara de maceración, para la introducción de los iones metálicos en el material de residuo y una cámara de oxidación para la oxidación del material oxidable en la corriente de residuos. La corriente de residuos se macera hasta un tamaño de partículas predeterminado y se puede poner en  
15 contacto con un inhibidor de película en la cámara de maceración. Los iones metálicos se generan en la cámara de infusión de iones metálicos para su contacto con la corriente de residuos de la cámara de maceración para purificar y para promover el proceso de oxidación de la corriente de residuos. La corriente de residuos se oxida entonces en presencia de oxígeno para proporcionar una corriente tratada que está sustancialmente libre de tóxicos y de materiales biológicos activos.

25 Una ventaja de las diversas realizaciones descritas en el presente documento es que el sistema combina al menos dos técnicas de desinfección en una única unidad, incrementando de ese modo la eficacia del tratamiento de la corriente de residuos sobre el uso de una única técnica de desinfección. El sistema de oxidación usado es esencialmente sin llama y por lo tanto no introduce ningún producto de combustión en la atmósfera. Sin embargo, el calentamiento de tanto la corriente de residuos como la corriente de oxígeno puede promover grandemente la velocidad de reacción. El uso de oxígeno elemental también proporciona un sistema mucho más compacto que las unidades que usan aire (que contiene sólo aproximadamente el 20% en peso de oxígeno).

Debido a los componentes modulares del sistema, el sistema se puede configurar como una unidad móvil, o portátil, independiente o puede proporcionarse en una instalación no portátil sustancialmente fija que se puede insertar entre un origen del material de residuo y un desecho final del material de residuo. El sistema de tratamiento de residuos puede combinarse también y/o integrarse con un sistema de recogida de residuos. En otra realización, el sistema de  
35 tratamiento de residuos puede ser un sistema independiente para la descarga de los residuos tratados al medio ambiente.

Los objetivos y ventajas adicionales de la divulgación se establecen en parte en la descripción que sigue y/o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de la divulgación. Los objetivos y ventajas de la divulgación se pueden realizar y obtener también por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones adjuntas.

45 Se debe entender que tanto la descripción general precedente como la siguiente descripción detallada son solamente de ejemplo y explicativas y no son limitativas de la divulgación, tal como se reivindica.

**Breve descripción de los dibujos:**

50 Las ventajas adicionales de las realizaciones de ejemplo se pueden hacer evidentes mediante referencia a la descripción detallada de las realizaciones de ejemplo cuando se considera en conjunto con los siguientes dibujos que ilustran uno o más aspectos no limitativos de las mismas, donde los caracteres de referencia iguales designan elementos iguales o similares a todo lo largo de los diversos dibujos, como sigue:

55 La FIG. 1 es un diagrama de flujo de bloques de una realización de un método de la presente divulgación;

La FIG. 2 es una representación esquemática de un ejemplo no limitativo de una unidad de desinfección de residuos sustancialmente lineal de acuerdo con una realización preferida;

60 la FIG. 3 es una vista en perspectiva, en sección, no a escala, de una unidad de desinfección de residuos sustancialmente lineal de acuerdo con una realización de la divulgación;

65 la FIG. 4 es una vista en perspectiva, en sección, no a escala, de una unidad de desinfección de residuos sustancialmente vertical de acuerdo con otra realización de la divulgación;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo de bloques de un proceso de tratamiento de acuerdo con la divulgación;

la FIG. 6 es un dibujo esquemático global de un sistema modular de tratamiento de residuos sin llama de acuerdo con la divulgación;

5 la FIG. 7 es un dibujo esquemático ampliado de una parte del sistema de tratamiento de la FIG. 6 que incluye una cámara de reacción y una cámara de infusión de iones metálicos; y

10 la FIG. 8 es un dibujo esquemático ampliado de una parte del sistema de tratamiento de la FIG. 6 que incluye una cámara de oxidación.

### Descripción de las realizaciones de ejemplo

#### Realización de la unidad de desinfección de residuos en línea

15 Como se describe con más detalle a continuación, las realizaciones de la presente divulgación pueden proporcionar sistemas y métodos para la desinfección de corrientes de residuos infecciosos sustancialmente líquidos antes de la descarga de las corrientes de residuos a sistemas de alcantarillado o directamente al medio ambiente. La desactivación o destrucción de agentes infecciosos, tales como virus, bacterias, protistas, hongos, algas, priones u  
20 otras materias orgánicas infecciosas, a través de las realizaciones de la presente divulgación puede denominarse en el presente documento como “desinfección” o “actividad biocida”. Los sistemas y métodos se pueden adaptar para ser portátiles o para estar fijados de modo permanente a conducciones de alcantarillado existentes. Cada sistema puede ser sustancialmente autónomo de modo que el fluido descargado desde el sistema pueda ser adecuado para fluir a un alcantarillado existente o directamente al medio ambiente sin una desinfección adicional.

25 Los sistemas y métodos de la presente divulgación pueden generar agentes de desinfección reactiva *in situ* durante el curso de la operación. Las corrientes de residuos se pueden tratar con una combinación sinérgica de iones metálicos y oxidantes, tales como hipocloritos, peróxidos, o iones hidroxilo. Sin embargo, no es deseable la descarga de iones metálicos y oxidantes al sistema de alcantarillado. Por lo tanto, las corrientes de residuos se  
30 pueden tratar adicionalmente para asegurar la desactivación de los agentes reactivos y permitir la descarga de la corriente de residuos a través del sistema de alcantarillado o directamente al medio ambiente.

35 Los oxidantes se pueden generar electrolíticamente *in situ* a partir del agua que tenga mínimas cantidades de sal común (cloruro de sodio) presente o a partir de sales existentes en los tejidos orgánicos que puedan estar presentes en los residuos. Los iones metálicos pueden generarse de la misma forma *in situ* a través de reacciones redox cuando los electrodos que comprenden los metales apropiados se someten a una corriente eléctrica de polaridad, voltaje y tiempo de duración adecuados. La capacidad para generar tanto iones metálicos como componentes no metálicos reactivos *in situ* mediante reacciones redox electrolíticas proporciona una técnica de desinfección clave,  
40 que genera las especies biocidas hasta el punto en que sean necesarias. Cualquier agente desinfectante activo no desactivado químicamente como resultado del proceso de desinfección puede combinarse entonces y desactivarse mediante procesamiento posterior al final del ciclo de desinfección.

45 A diferencia de los sistemas de desinfección convencionales, el sistema descrito en el presente documento puede combinar y desactivar los iones metálicos usados para desinfección antes de la descarga de una corriente de fluido tratado al sistema de alcantarillado, en lugar de eliminar los iones metálicos por precipitación u otro mecanismo de reacción. El sistema actualmente divulgado puede cargar una cantidad suficiente de agente quelante, tal como EDTA o ácido cítrico, a una cámara de quelación, lo que puede combinar los iones metálicos y desactivarlos. La quelación puede servir también para combinar los oxidantes sin reaccionar que puedan estar presentes en la corriente. Esta técnica de combinación es similar al tratamiento usado por los médicos para tratar la ingestión de metales tóxicos para su excreción desde el cuerpo y puede permitir que los metales quelados se descarguen con seguridad en el sistema de alcantarillado o directamente al medio ambiente.

50 La presente divulgación puede aprovechar también las poderosas propiedades biocidas de los agentes oxidantes, tales como los hipocloritos y peróxidos. Los compuestos químicos anteriormente mencionados y relacionados, conocidos generalmente como oxidantes, son bien conocidos y establecidos como microbicidas altamente efectivos. La oxidación sirve también para descomponer las moléculas orgánicas, tales como los productos farmacéuticos, en compuestos menos inaceptables.

55 Los hipocloritos pueden mostrar también eficacia contra los virus por medio de su capacidad para atacar y desnaturalizar proteínas. Esta característica los hace efectivos contra los virus que puedan estar o bien recubiertos con una cubierta proteínica externa o bien sin cubrir. Los agentes oxidantes realizados o usados en el sistema por su actividad biocida se pueden desactivar o neutralizar también *in situ* mediante reacciones espontáneas con los compuestos orgánicos en el residuo, sin necesidad de eliminar estos productos químicos de la corriente de fluido tratado.

65

Aunque tanto los iones metálicos como los agentes oxidantes son conocidos como efectivos agentes biocidas individualmente, la combinación de los iones metálicos y oxidantes en un único sistema puede proporcionar un eficacia sinérgica mejorada en la actividad biocida que puede ser aproximadamente 100.000 veces mayor que la eficacia desinfectante de o bien los iones metálicos o bien los oxidantes en solitario.

5 Con referencia a la FIG. 1, una realización de un método de la presente divulgación proporciona un sistema 10 que incluye una serie de procesos continuos, en línea para la desinfección de una corriente de residuos infecciosos sustancialmente líquida, siendo descrita cada etapa del proceso adicionalmente con más detalle a continuación. Cada etapa del proceso puede representarse en el presente documento como una cámara física individual para proporcionar una comprensión más clara del concepto de proceso en línea. Sin embargo, la presente divulgación no se limita a cámaras individuales para cada etapa del proceso, como en una realización alternativa explicada a continuación. Las etapas del proceso actualmente descritas se pueden implementar o bien en cámaras individuales para simplificar el control o combinarse en cámaras comunes para conseguir una huella óptima para las dimensiones físicas y coste/beneficio para la configuración de diseño de la unidad.

15 El residuo infeccioso se recoge primero en una etapa 12 de recogida de residuos, donde se puede añadir agua si es necesario para asegurar que el material de residuo es sustancialmente líquido o está en una forma sustancialmente líquida para un tratamiento adicional. En consecuencia, el material de residuo se puede macerar también en una etapa 14 de maceración. La etapa 14 de maceración puede asegurar un tamaño de partícula homogéneo para cualquier material orgánico que pueda estar presente en el material de residuo sustancialmente líquido. La expresión "sustancialmente líquido" significa que cualquier sólido presente en el material de residuo permanecerá sustancialmente suspendido en una fase líquida para fluir a través del sistema 10.

25 Si el tamaño de partículas de cualquier materia orgánica presente es demasiado grande para que el residuo sea procesado en la siguiente etapa del proceso, el material de residuo se puede reciclar para un macerado adicional en la etapa 14 de maceración. A continuación, se pueden introducir iones metálicos en el material de residuo en una etapa 16 de generación de iones metálicos, donde la electrólisis de un electrodo de sacrificio puede generar concentraciones oligo-dinámicas de iones metálicos *in situ*. El material de residuo puede permanecer en, o ser reciclado a través de, esta etapa durante un periodo de varios minutos, para infundir una concentración adecuada de iones metálicos en el material de residuo y/o para permitir un tiempo suficiente para que los iones metálicos desinfecten al menos parcialmente el material de residuo.

35 En la siguiente etapa del proceso, el material de residuo se puede oxidar en una etapa 18 de oxidación, donde los iones de oxidación reactivos, por ejemplo hipoclorito, se pueden generar electrolíticamente. El material de residuo se puede tratar con los iones de oxidación durante un periodo de varios minutos, para permitir un tiempo suficiente para la producción de las concentraciones adecuadas de iones oxidantes en el material de residuo y/o para que los oxidantes desinfecten al menos parcialmente el material de residuo. Puede haber iones metálicos residuales de la etapa 16 de generación de iones metálicos presentes durante la etapa 18 de oxidación.

40 Después de la etapa 18 de oxidación, el material de residuo se puede pasar a continuación a una etapa 20 de quelación, donde cualquier ion metálico que permanezca en el material de residuo se puede combinar con un agente quelante, eliminando de ese modo dichos iones del material de residuo tratado. El material de residuo puede permanecer en esta etapa durante un periodo de varios minutos, para permitir un tiempo suficiente para que el agente quelante secuestre los iones metálicos. La quelación puede servir también para combinar los oxidantes sin reaccionar que puedan estar presentes en la corriente. Finalmente, el material de residuo se puede descargar o desechar a través de una etapa 22 de desechado de residuos a un sistema de alcantarillado o directamente al medio ambiente.

50 Para ilustrar adicionalmente aspectos de realizaciones de ejemplo de la divulgación, se hace referencia ahora a la FIG. 2. La FIG. 2 es una ilustración no limitativa, esquemática de un sistema modular 100 que incluye las etapas del proceso descritas anteriormente con referencia a la FIG. 1.

60 Como se muestra en la FIG. 2, una corriente de residuos infecciosos 112 sustancialmente líquida que comprende un residuo biológico se puede suministrar al interior de una cámara de retención 114. Se puede asociar un depósito de inhibidor de película 116 que incluye una bomba de dosificación del inhibidor de película 118, y un depósito de supresores 120, que incluye una bomba de dosificación de supresores 122, con la cámara de retención 114 para la alimentación de un inhibidor de película y/o un supresor, al interior de la cámara de retención. Se puede asociar también un macerador 124 con la cámara de retención 114, donde el material de residuo en la cámara de retención 114 se puede macerar mecánicamente para reducir el tamaño de cualquier material sólido en la cámara de retención y para combinar el residuo con agua u otra solución acuosa que se pueda introducir en la cámara de retención 114, según se necesite, a través de una línea de entrada 126 adicional. La cámara de retención 114 se puede construir de cobre o aleación de cobre para proporcionar una acción inherente bactericida suprimiendo de ese modo el crecimiento bacteriano no deseable. Se puede obtener una acción bactericida similar mediante plateado de cobre o usar una placa de suelo de cobre o aleación de cobre en la cámara de retención 114.

65

- La dosis medida de un inhibidor de película, tal como el lauril sulfato de sodio ("SLS") se cree que realiza dos funciones críticas. En primer lugar, el inhibidor de película puede iniciar un ataque químico para comenzar la descomposición y desnaturalización de tanto lípidos como proteínas complejas presentes en el residuo. En segundo lugar, las propiedades de detergente inherentes del inhibidor de película pueden permitir que la cámara de retención 114 permanezca "auto limpiada". Como característica adicional, el SLS es también bien conocido como agente desinfectante, y puede contribuir al efecto desinfectante sinérgico global del sistema 100 actual. Una cantidad de SLS que se puede medir al interior de la cámara de retención 114 puede variar desde aproximadamente el 0,1 por ciento a aproximadamente el 10,0 por ciento en volumen.
- El supresor de espuma, tal como un agente antiespumante basado en silicona, puede asegurar adicionalmente que se reduce la formación de burbujas de aire durante los ciclos de maceración, de modo que la captura del aire no inhiba la eficacia operativa de las especies desinfectantes reactivas generadas en las cámaras de desinfección posteriores. Una cantidad de supresor de espuma que se puede usar para suprimir la captura de aire en la cámara de retención 114 puede variar desde aproximadamente 0,05 a aproximadamente 1,0 por ciento en volumen.
- La cámara de retención 114 puede emplear uno o más maceradores 124 para trocear o mezclar el material dentro de la cámara 114 para macerar y mezclar la corriente de residuos 112 entrante con el agua y la solución de inhibidor de película y supresor de espuma. La maceración de la corriente de residuos 112 puede extender también el tiempo de contacto entre la corriente de residuos 112 y los iones metálicos o productos químicos oxidantes en el sistema 100. La maceración inicial puede ayudar a la descomposición de los sólidos orgánicos en la corriente de residuos 112 hasta un tamaño de partícula irregular homogeneizado y puede introducir agua u otro portador de solución acuosa necesario para establecer una corriente de residuos 128 que fluya al interior de la cámara posterior.
- Un tamaño de partícula adecuado en la salida de la cámara de retención 114 puede ser menor de aproximadamente 0,5 milímetros de diámetro y típicamente menor de 0,3 milímetros de diámetro después de la maceración. Por ejemplo, el tamaño de partícula máximo que sale del macerador 124 puede variar desde aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,5 milímetros de diámetro. El tamaño de partícula inicial de las partículas que entran en el macerador puede variar desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 milímetros de diámetro. El término "diámetro" se usa para indicar una dimensión de sección transversal media de las partículas en base a la sección transversal más grande de las partículas en la corriente de residuos 112 y no se pretende que indique que las partículas son necesariamente circulares o esféricas.
- La cámara de retención 114 puede comprender adicionalmente un orificio 130 de salida de fluido que comprende una válvula 132 unidireccional y/o una bomba para permitir que una corriente de residuos 128 suficientemente homogeneizada entre en una cámara de generación de iones metálicos 134 que pueda estar en comunicación para fluidos con la cámara de retención 114.
- La cámara de generación de iones metálicos 134 contiene al menos un par de electrodos 136, 138 que pueden conectarse eléctricamente a una fuente de alimentación 140. Los electrodos 136, 138 pueden comprender uno o más metales, incluyendo aluminio, plata, cobre, bismuto, oro o cinc. La composición metálica de los electrodos 136, 138 puede proporcionar una fuente para la generación electrolítica de los iones metálicos correspondientes.
- La fuente de alimentación 140 puede proporcionar energía eléctrica a los electrodos 136, 138. La aplicación de energía eléctrica a los electrodos 136, 138 puede hacer que los iones metálicos sean liberados desde los electrodos a través de una o más reacciones redox. Los iones metálicos liberados pueden quedar entonces disueltos en la suspensión de partículas de la mezcla de residuos en la cámara 134 de iones metálicos de modo que los iones puedan proporcionar la actividad desinfectante al residuo. La tensión y corriente aplicadas a los electrodos 136, 138 se puede regular externamente para ejercer un control sobre la concentración de iones metálicos que se puedan disolver en la suspensión de residuos en la cámara 134.
- Se pueden usar múltiples pares de electrodos 136, 138, comprendiendo cada electrodo una o más composiciones de metales y teniendo un flujo de tensión y corriente apropiados, para introducir varias concentraciones de uno o más iones metálicos en la suspensión de la mezcla de residuos. La cámara 134 de generación de iones metálicos puede por sí misma usarse como uno de los electrodos.
- Los iones metálicos disueltos pueden actuar oligo-dinámicamente dentro de la suspensión de residuos para desactivar o destruir bacterias, protistas, hongos, algas, priones y agentes infecciosos víricos presentes dentro del residuo. Se cree que una concentración de iones metálicos total de al menos varias partes por millón es adecuada para propósitos de desinfección.
- En una realización, se pueden producir tanto iones de plata como de cobre. Se cree que una concentración de iones de cobre que sea mucho mayor que una concentración de iones de plata es particularmente adecuada para la desinfección de líquidos de residuos. Aunque una relación de concentración de 10:1 de Cu a Ag se ha hallado que es altamente efectiva, puede comprobarse que otras relaciones sean adecuadas para esta aplicación. En consecuencia, se pueden producir iones de metales diferentes a diferentes niveles de concentración para proporcionar una concentración total de iones metálicos disueltos adecuada. En una realización, una concentración

- de iones de cobre adecuada puede variar desde aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 1000 ppm, siendo un ejemplo adecuado adicional aproximadamente 400 ppm de iones de cobre. De la misma manera, una concentración de iones de plata adecuada puede variar desde aproximadamente 10 ppm a aproximadamente 100 ppm, siendo un ejemplo adecuado adicional aproximadamente 40 ppm de iones de plata. Una concentración de iones metálicos total adecuada para la desinfección puede variar desde aproximadamente 110 ppm a aproximadamente 1100 ppm. Como un ejemplo adicional, una concentración de iones metálicos total adecuada puede variar desde aproximadamente 200 ppm a aproximadamente 800 ppm, y como otro ejemplo adecuado una concentración de iones metálicos total puede variar desde aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm.
- Un tiempo de exposición de iones metálicos que varíe desde aproximadamente 1 a aproximadamente 30 minutos puede ser adecuado para proporcionar la desinfección a la corriente de residuos, variando un ejemplo adecuado adicional desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 minutos de tiempo de exposición. Los residuos particularmente resistentes pueden requerir un tiempo adicional o concentraciones más altas de los iones metálicos. Las variaciones en la operación pueden adaptarse mediante el control del proceso usando un controlador programable como parte del sistema 100.
- Los electrodos 136, 138 usados para producir los iones metálicos pueden ser metales puros en los que se pueden usar múltiples pares de electrodos 136, 138 y tensiones y corrientes para cada par de electrodos 136, 138 regulados independientemente para controlar las diversas concentraciones de iones metálicos. Los electrodos 136, 138 pueden estar compuestos también de una mezcla de más de un metal, tal como una aleación metálica, para controlar la concentración de cada ion en la solución. Cada uno de los electrodos en el par de electrodos 136, 138 puede comprender una composición distinta e independiente.
- Los electrodos 136, 138 se pueden fabricar empleando una metalurgia de polvos. Una realización adicional que usa polvo de cobre y plata o "soldadura" de aleación de plata se puede emplear como un aglutinante. Los electrodos de metal en polvo 136, 138 se pueden fabricar de modo que la concentración de los metales expuestos tal como cobre o plata se pueda controlar cuidadosamente para producir la relación de concentración deseada de iones metálicos. Adicionalmente, la composición de cada electrodo 136 ó 138 y su contribución iónica correspondiente se puede controlar a través del tamaño de partículas y cantidad de cada fase, metal primario y "aglutinante" presente en el electrodo moldeado de polvo 136 ó 138. Por ejemplo, se pueden presionar granos esféricos grandes de cobre con polvo de soldadura de plata y sinterizar para formar un electrodo 136 con concentraciones superficiales más altas de cobre. Los estudios han mostrado que una combinación de iones de cobre y plata donde la concentración de los iones de cobre sea mucho más alta que la concentración de iones de plata puede ser muy efectiva en la desinfección de líquidos que contengan riesgos biológicos.
- En una realización adicional de la presente divulgación se pueden integrar uno o más electrodos 136, 138 en un dispositivo de mezcla o bomba de mezcla 142 en la que varias paletas u otras partes del dispositivo de mezcla pueden actuar también como un electrodo. En una realización alternativa, un dispositivo de mezcla 142 puede comprender un electrodo y puede usarse en combinación con los electrodos 136, 138.
- La cámara de generación de iones metálicos 134 puede comprender adicionalmente un medidor del nivel de fluido 144, un medidor de conductividad 146, un depósito de sal 148 y una bomba de dosificación salina 150. La cámara de generación de iones metálicos 134 puede comprender también un orificio de salida de fluido 152 que comprende una válvula y/o bomba 154 de flujo de fluido restringido direccionalmente. Por ello, la cámara de generación de iones metálicos 134 puede estar en comunicación para fluidos con al menos una cámara de tratamiento posterior. Un segundo orificio de salida de fluido 156 que comprende una válvula de reciclado 158 y/o bomba 160 puede permitir que al menos una parte 162 del residuo tratado en la cámara 134 de generación de iones metálicos sea devuelto a la cámara de retención 114 de modo que la parte 162 de residuo se puede reciclar a través del sistema 100 y desinfectar adicionalmente.
- La corriente de residuos 164 tratada con iones metálicos puede pasarse entonces a una cámara de generación de oxidante 166. La cámara de generación de oxidante 166 puede comprender un conjunto de electrodos 168, 170, compuesto cada uno de un material seleccionado de entre carbón, titanio, acero inoxidable y materiales relativamente inertes. Los electrodos 168, 170 están en conexión eléctrica con una fuente de alimentación 172. La aplicación de corriente eléctrica a los electrodos puede hacer que se genere hipoclorito u otro reactivo, desinfectante, especies oxidantes y fluya a través, y se disuelva en, la suspensión 174 de partículas de mezcla de residuos presente dentro de la cámara de generación de oxidante 166.
- Una concentración de oxidante adecuada puede variar desde aproximadamente 0,10 ppm a aproximadamente 10 ppm, con un ejemplo adicional de una concentración de oxidante adecuada variando desde aproximadamente 1 ppm a aproximadamente 5 ppm. Un tiempo de exposición al oxidante que varíe de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 minutos puede ser adecuado para proporcionar desinfección a la suspensión 174 de residuos, siendo un ejemplo adecuado adicional desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 minutos de tiempo de exposición. Los residuos particularmente resistentes pueden requerir un tiempo adicional o concentraciones más altas de los iones metálicos. Las variaciones en la concentración de oxidante se pueden adaptar mediante el control del proceso que usa un controlador programable.

- La cámara de generación de oxidante 166 comprende un sensor de nivel de fluido 176 y un mezclador 178. Un orificio de salida de fluido 180 que comprende una válvula 182 de flujo de fluido limitado direccionalmente y/o una bomba puede permitir que el residuo tratado con oxidante 184 se pase a una cámara posterior en comunicación para fluidos con la cámara de generación de oxidante 166. Un segundo orificio de salida de fluido 186 que  
 5 comprende una válvula de reciclado 188 y/una bomba 190 puede permitir que al menos una parte 192 de la suspensión de residuos 174 se pase a la cámara de retención 114 o a una cámara previa de modo que la parte 192 de suspensión de residuos 174 se pueda reciclar a través del sistema 100 y desinfectar adicionalmente.
- Los residuos tratados con oxidante 184 se pueden pasar entonces a una cámara de quelación 194 que comprende  
 10 un sensor de nivel de fluido 196, un depósito de agente quelante 198 y una bomba de dosificación 200 del agente quelante. Se puede proporcionar una cantidad de agente quelante al material de residuo 202 en la cámara de quelación 194 desde el depósito 198 mediante la bomba de dosificación 200 para facilitar la eliminación de los iones metálicos. Un dispositivo de mezcla 204 puede proporcionar una circulación y contacto continuo del residuo 202 con el agente quelante en la cámara de quelación 194. El residuo 202 puede procesarse en un ciclo de quelación  
 15 temporizado que puede permitir que los iones metálicos sean enlazados químicamente al agente quelante y puede asegurar que los oxidantes hayan reaccionado completamente con cualquier material orgánico presente en la suspensión.
- El ciclo de quelación temporizado puede variar en su duración desde aproximadamente 1 a aproximadamente 30  
 20 minutos, siendo otro ejemplo adecuado desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 minutos. La cantidad de agente quelante en la cámara de quelación 194 suficiente para enlazar químicamente cualquier ion metálico puede variar desde aproximadamente un equivalente molar de la concentración de ion metálico a aproximadamente una vez y media un equivalente molar de la concentración de ion metálico. Típicamente, la cantidad de agente quelante será aproximadamente un equivalente molar de la concentración de ion metálico en el residuo 202.  
 25
- Un agente quelante adecuado se puede seleccionar de entre EDTA, ácido cítrico, citrato de sodio, acetilacetona, etilendiamina, dietilentriamina, tetrametiletilendiamina, 1,2-etanodiol, 2,3-dimercaptopropanol, porfirinas, ácido glucónico o compuestos similares.
- A continuación de completado el ciclo de quelación temporizado, el residuo tratado 202 se puede descargar a través  
 30 de un orificio de salida de fluido 206, que comprende una válvula unidireccional 208 y/o bomba, en un sistema 210 de alcantarillado en un estado desinfectado y químicamente inerte bien mediante bombeo o bien por flujo de gravedad a la conducción de alcantarillado. Una conexión de descarga de alcantarillado 212 puede servir para mantener una comunicación para fluidos entre el sistema de desinfección y el sistema de alcantarillado. La cámara  
 35 de quelación 194 puede comprender adicionalmente un segundo orificio de salida de fluido 214 que comprende una válvula de reciclado 216 y/o bomba 218 que puede permitir que al menos una parte 220 del material de residuo 202 sea devuelto a la cámara de retención 114 o a una cámara previa de modo que la parte de residuos 220 se pueda reciclar a través del sistema 100 y desinfectar adicionalmente.
- Realizaciones de la presente divulgación pueden comprender también un controlador programable 230 (FIG. 1)  
 40 capaz de una interfaz con los sensores de nivel de fluido 144, 176 y 196, sensor de conductividad 146 y otros sensores que puedan estar presentes para coordinar las actividades de las bombas de dosificación 118, 122, 150 y 200, válvulas 132, 154, 158, 182, 188, 208 y 216, bombas 160, 190 y 218 y macerador 124, para estimar la cantidad de residuos que se está procesando, para controlar el voltaje y corriente de los electrodos responsables de la  
 45 producción de los agentes de desinfección activa y para controlar los intervalos de tiempo para cada etapa de procesamiento de residuos. El controlador 230 puede estimar también la cantidad de agente quelante requerido en la cámara de quelación en base a la realimentación del sensor.
- Se ilustran disposiciones compactas de los componentes del sistema 100, por ejemplo, en las FIGS: 3 y 4. La FIG. 3  
 50 es una disposición sustancialmente lineal de los componentes del sistema 100 descrito anteriormente. En la disposición lineal representada en la FIG. 3, la altura global del sistema 100 se minimiza de modo que el sistema se pueda instalar bajo un sumidero existente. En consecuencia, las dimensiones de un sistema de este tipo puede variar desde aproximadamente 61 cm (24 pulgadas) a aproximadamente 91 cm (36 pulgadas) de longitud, desde  
 aproximadamente 30 cm (12 pulgadas) a aproximadamente 41 cm (16 pulgadas) de ancho y desde  
 55 aproximadamente 38 cm (15 pulgadas) a aproximadamente 51 cm (20 pulgadas) de alto.
- Se ilustra en la FIG. 4 una disposición alternativa de los componentes del sistema. La FIG. 4 representa una  
 disposición sustancialmente vertical de los componentes del sistema. El sistema representado en la FIG. 4 puede tener una dimensiones globales que varían desde aproximadamente 61 cm (24 pulgadas) a aproximadamente 76 cm  
 60 (30 pulgadas) de cuadrado y desde aproximadamente 61 cm (24 pulgadas) a aproximadamente 91 cm (36 pulgadas) de alto. Son posibles otras disposiciones de los componentes del sistema de modo que se proporcione una altura reducida y una longitud reducida. Sin embargo, es deseable que los componentes se dispongan de una forma compacta de modo que el sistema 100 sea relativamente compacto y/o portátil.
- El sistema 100 se puede adaptar particularmente para tratamiento de corrientes de líquidos de residuos 112 que  
 65 contengan bacterias, residuos quirúrgicos, materiales biológicos o biológicamente tóxicos. Tales materiales pueden

incluir, pero sin limitarse a, residuos de ganadería lechera, residuos avícolas, residuos de plantas de procesamiento de leche, residuos del procesamiento de alimentos, residuos de industrias de vino y bebidas, residuos alimenticios, residuos de navíos, aguas residuales, residuos médicos y similares.

5 En una realización adicional, puede ser deseable una capacidad para invertir la dirección de los flujos de corriente eléctrica entre un par de electrodos, para impedir y eliminar un crecimiento de recubrimientos de tipo lodo de materiales orgánicos o un crecimiento de escamas minerales residuales que puedan formarse como subproducto de las reacciones electrolíticas usadas para generar los agentes desinfectantes. Dichos recubrimientos o escamas pueden impedir la generación de agentes desinfectantes adicionales a lo largo del tiempo. La capacidad para  
10 eliminar las escamas o recubrimientos minerales mediante una inversión del flujo de la corriente eléctrica puede permitir que los electrodos tengan una vida útil de generación de desinfectante efectiva más larga y puede proporcionar un beneficio económico al disminuir la frecuencia de la sustitución de electrodos.

15 En realizaciones de la presente divulgación, se pueden proporcionar electrodos sustituibles y cartuchos sustituibles de depósitos rellenables de agentes quelantes, inhibidores de película, supresores de espuma y solución salina. En una realización, los cartuchos o depósitos y los electrodos son accesibles desde el exterior del sistema para facilitar la comodidad de rellenado o sustitución por parte del usuario.

20 Las etapas individuales del proceso, explicadas anteriormente como que ocurren en una cámara separada para cada etapa, no están limitadas a una realización de ese tipo. Pueden tener lugar simultáneamente múltiples etapas en una única cámara física. Por ejemplo, en una realización alternativa, la cámara de generación de iones metálicos 134 y la cámara de generación de oxidantes 166 se pueden combinar en una única cámara de desinfección electroquímica, donde la generación simultánea de iones metálicos y agentes oxidantes *in situ* puede proporcionar una actividad desinfectante sinérgica mayor, y un proceso de desinfección más eficiente y eficaz en coste.

25 Se puede añadir un electrodo de compensación (no mostrado) a la cámara combinada para asegurar que el nivel de corriente se puede ajustar para proporcionar unos niveles de concentración adecuados de los iones metálicos activos y oxidantes. El electrodo de compensación puede estar en comunicación eléctrica con el controlador 230 y la fuente de alimentación.

### 30 Realización de la unidad modular de tratamiento de residuos sin llama

35 Como se describe con más detalle a continuación, algunas realizaciones de las descripciones proporcionan sistemas y métodos adicionales para tratamiento de corrientes de residuos antes de la descarga de las corrientes de residuos a un sistema de alcantarillado o directamente al medio ambiente. Los sistemas y métodos se pueden adaptar para ser portátiles o ser fijados a conducciones de alcantarillado existentes para múltiples localizaciones. Cada sistema puede ser autónomo de modo que el fluido descargado desde el sistema puede ser adecuado para fluir en un alcantarillado existente sin tratamiento adicional o para fluir directamente al medio ambiente sin tratamiento adicional.

40 Los sistemas y métodos de la presente divulgación pueden generar agentes de desinfección reactivos *in situ* durante el transcurso de la operación del sistema. Las corrientes de residuos se pueden tratar con una combinación sinérgica de iones metálicos y una etapa de oxidación húmeda. Debido a que los iones metálicos son efectivos a bajas concentraciones y debido a que se convierten en inertes durante la oxidación, no se requiere ningún  
45 tratamiento adicional para eliminar los iones metálicos. Se puede incluir un sensor de demanda de oxígeno para asegurar la efectividad del tratamiento antes de la descarga de la corriente tratada a un sistema de alcantarillado o al medio ambiente.

50 Mientras que los iones metálicos usados en combinación con los agentes oxidantes tales como el cloro son conocidos como agentes biocidas activos, la combinación de iones metálicos y la etapa de oxidación húmeda en un único sistema puede proporcionar una eficacia mejorada de modo sinérgico para la eliminación de la actividad biológica y la reducción del efecto tóxico de los componentes en la corriente de residuos.

55 Con referencia a la FIG. 5, una realización de la divulgación proporciona una unidad de tratamiento de residuos 310 para la realización de una serie de procesos continuos, en línea, siendo descrita cada etapa del proceso con más detalle a continuación. Cada etapa del proceso puede representarse en el presente documento como una cámara física individual para proporcionar una comprensión clara del concepto de proceso en línea.

60 Cómo se ilustra esquemáticamente, en la FIG. 5 se presenta una visión general del sistema de tratamiento 310. El sistema de tratamiento 310 incluye una etapa de recogida de residuos 312 para la recogida de líquidos de residuo a ser tratados. Después de la recogida, el líquido de residuos se macera en una etapa de maceración 314 para reducir el tamaño de partículas sólidas y homogenizar las partículas y el residuo en la corriente de residuos a un tamaño que se pueda tratar efectivamente con iones metálicos y oxidación húmeda en las etapas posteriores del proceso. Como se muestra, el líquido macerado se puede reciclar para mezclarlo con el líquido de residuos que se recoge en  
65 la etapa 312 para impulsar una mezcla y homogenización y para extender el tiempo de contacto con los productos químicos activos. Se puede añadir agua u otra solución acuosa al residuo recogido en la etapa 312 para facilitar el

flujo a través del sistema 310.

A continuación, se proporciona una etapa de infusión de iones metálicos 316 para generar o infundir de otra manera iones metálicos en el líquido de residuos para un tratamiento con iones metálicos del residuo líquido y para impulsar el proceso de oxidación. El líquido macerado se puede recircular a través de la etapa de infusión de iones metálicos en múltiples pasos para asegurar concentraciones adecuadas de iones metálicos.

El líquido tratado con iones metálicos se oxida a continuación en una etapa de oxidación húmeda 318. La etapa de oxidación húmeda se puede mejorar calentando el líquido tratado con iones metálicos en una etapa de precalentamiento 320 previamente a la etapa de oxidación húmeda 318. La etapa de oxidación húmeda 318 se realiza usando gas oxígeno 322, con una etapa de precalentamiento 324, en conjunto con los iones metálicos, para efectuar una reacción química a baja temperatura. De acuerdo con las realizaciones de la divulgación, el oxígeno puro es el gas oxígeno más deseable para realizar la etapa de oxidación del proceso 310 debido a que reduce sustancialmente los requisitos de volumen para tratamiento de los residuos. En base a las lecturas de un sensor de demanda de oxígeno, el residuo se puede reciclar o puede ser adecuado para su desecho de acuerdo con la etapa 326 del proceso 310.

Como se muestra en la FIG. 6, los componentes principales del sistema 310 incluyen una cámara de recepción 412, una cámara de infusión de iones metálicos 414 y una cámara de oxidación 416. Se puede asociar un macerador 418 con la cámara de recepción 412 o puede asociarse con la cámara de infusión de iones metálicos 414 o con ambas. Se pueden proporcionar productos químicos adicionales de proceso tales como anti-espumantes o un inhibidor de película al líquido de residuos en la cámara de recepción 412. Se proporciona un intercambiador de calor u otro medio de calentamiento 422 para precalentar el líquido tratado con iones metálicos previamente a la introducción del líquido tratado en la cámara de oxidación. El líquido tratado con iones metálicos se presuriza también con una bomba de presión 424 para su suministro al interior de una tobera de mezcla o rociado 426 para su introducción, junto con un agente oxidante, en la cámara de oxidación 416. Se proporciona una fuente de oxígeno 428 para el suministro de gas oxígeno a la cámara de oxidación 416. El gas oxígeno se puede precalentar también en un intercambiador de calor o por otros medios de calentamiento 430. La cámara de oxidación 416 se puede presurizar también mediante un compresor o una bomba de presión 432 asociada con la cámara 416. Una parte del material tratado con iones metálicos y oxidado en la cámara de oxidación 416 se puede recircular a través de la línea de recirculación 431 mediante la bomba de recirculación 433 a la cámara de infusión de iones metálicos 414. Se proporcionan detalles adicionales de los componentes del sistema 310 en las FIGS. 7 y 8 explicadas a continuación.

#### Cámara de recepción

Como se muestra en la FIG. 7, se puede suministrar una corriente de residuos 440 que comprende residuos biológicos al interior de la cámara de recepción 412 en donde se puede macerar mecánicamente en el macerador 418 y combinarse con la toma de agua 442 u otros fluidos acuosos tal como una solución salina para proporcionar un lodo que pueda bombearse. Dependiendo del contenido biológico o lípido de la corriente de residuos, se puede proporcionar una dosis medida de un inhibidor de película 444 de un complejo lípido/proteína a la cámara de recepción 412. Un inhibidor de película 444 adecuado puede ser una solución acuosa de lauril sulfato de sodio (SLS). Opcionalmente, se puede añadir también un supresor de espuma 446, tal como un compuesto órgano-siliconado, a la cámara de recepción 412 para reducir las tendencias espumantes de la corriente de residuos 440. En una realización alternativa, los iones metálicos de la solución de iones metálicos se pueden medir en la cámara de recepción usando una bomba de dosificación. La cámara de recepción 412 se puede construir de cobre o aleación de cobre para proporcionar una acción bactericida inherente, suprimiendo de ese modo un crecimiento bacteriano indeseable. Se puede obtener una acción bactericida similar mediante plateado de cobre o el uso de una placa de suelo de cobre o aleación de cobre en la cámara de recepción 412.

El inhibidor de película 444 se cree que realiza dos funciones críticas. Primero, el inhibidor de película 444 puede iniciar un ataque químico para comenzar la descomposición y desnaturalización tanto de los lípidos como de los complejos proteínicos presentes en el material de residuo 454. En segundo lugar, la capacidad detergente inherente del inhibidor de película puede permitir que la cámara de recepción 412 permanezca "auto limpiada". Una cantidad de inhibidor de película 444 que se puede usar en la cámara de recepción 412 puede variar desde aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10 por ciento en volumen.

El supresor de espuma 446 puede asegurar adicionalmente que se reduce la formación de burbujas de aire en el material de residuo 454 durante los ciclos de maceración, de modo que la captura del aire no inhiba la eficacia de la operación de las cámaras de tratamiento posteriores. Una cantidad de supresor de espuma 446 que se puede usar en la cámara de recepción 412 para suprimir la formación de burbujas de aire puede variar desde aproximadamente 0,05 a aproximadamente 1,0 por ciento en volumen.

La cámara de recepción 412 puede incluir un dispositivo de maceración 418, tal como una bomba, un álabe o pala rotativa, u otro medio de trocear o mezclar la corriente recirculada 450 desde la cámara 412 para macerar y mezclar la corriente de residuos 440 entrante con el agua 442, el inhibidor de película 444 y/o el supresor de espuma 446. La maceración puede descomponer de modo efectivo los residuos sólidos en el material de residuo 454 hasta un

tamaño de partícula en bruto común y para mezclar adecuadamente los sólidos de residuo en el material de residuo 454 con suficiente fluido para circular a las cámaras posteriores para procesamiento de residuos. Se pueden usar múltiples etapas de maceración para proporcionar un tamaño de partícula adecuado en el material de residuo 454 para su tratamiento posterior.

5 En consecuencia, el material de residuo 454 se macera para proporcionar una corriente sustancialmente líquida. La expresión "sustancialmente líquida" significa que cualquier sólido presente en el material de residuo permanecerá sustancialmente suspendido en una fase líquida para fluir a través del sistema 310.

10 Un tamaño de partícula adecuado que sale de la cámara de recepción 412 puede ser menor de aproximadamente 0,5 milímetros de diámetro y típicamente menor de 0,3 milímetros de diámetro después de la maceración. Por ejemplo, el tamaño de partícula máximo que sale del dispositivo de maceración 418 puede variar desde aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,5 milímetros de diámetro. El tamaño de partícula inicial de las partículas que entran en el dispositivo de maceración 418 puede variar desde aproximadamente 5 a  
15 aproximadamente 10 milímetros de diámetro. El término "diámetro" se usa para indicar una dimensión de sección transversal media de partículas en base a la sección transversal mayor de las partículas en el material de residuo 454 y no se pretende que indique que las partículas son necesariamente circulares o esféricas.

20 La cámara 412 puede incluir adicionalmente un orificio de entrada de fluido 456 que puede incluir una válvula de entrada unidireccional 458 o unidad de bombeo para permitir que la corriente de residuos 440 entre en la cámara 412. La cámara 412 puede tener un orificio de salida de fluido 460 que contenga una válvula de salida 462 unidireccional o unidad de bomba para permitir que la corriente de residuos 464 como un lodo o suspensión de sólidos salga de la cámara 412. Los orificios de entrada y salida 456 y 460 se pueden colocar en lados opuestos de la cámara de recepción 412, o se pueden configurar en otra forma para proporcionar un flujo entrante y saliente de la  
25 cámara 412 según se requiera para mantener un nivel predeterminado del líquido en la cámara 412. En ese sentido se puede usar un dispositivo de control de nivel adecuado para mantener un nivel predeterminado de fluido en la cámara 412.

#### Cámara de infusión de iones metálicos

30 La corriente de residuos 464 puede fluir entonces desde la cámara de recepción 412 al interior de la cámara de infusión de iones metálicos 414 en donde un conjunto de electrodos, que comprenden un ánodo 466 y un cátodo 468, compuesto cada uno de uno o más metales seleccionados de entre plata, cobre, cinc, bismuto, oro, aluminio y/u otros metales, se puede sumergir en la suspensión de material de residuo 470. La aplicación de energía eléctrica al ánodo 466 y al cátodo 468 puede hacer que los iones metálicos se liberen de los electrodos a través de una o  
35 más reacciones redox, mediante lo que los iones metálicos pueden quedar disueltos en la suspensión de material de residuo 470. El voltaje y corriente aplicados a los electrodos se puede regular externamente para ejercer un control sobre la concentración de iones metálicos que se pueden disolver en la suspensión de residuos 470.

40 Múltiples conjuntos de electrodos que comprenden una o más composiciones metálicas y que tienen una división de voltaje y flujo de corriente apropiada pueden introducir varias concentraciones de uno o más iones metálicos en la suspensión de residuos 470.

45 Los iones metálicos disueltos pueden actuar dentro de la suspensión de residuos 470 para desactivar o destruir bacterias, protistas, hongos y agentes infecciosos virales presentes dentro de la suspensión de residuos 470. La desactivación o destrucción de los agentes infecciosos de acuerdo con las realizaciones de la divulgación puede denominarse en el presente documento como "desinfección". Los iones metálicos particularmente adecuados para su uso como agentes de desinfección incluyen los iones de cobre y de plata. Se cree que una concentración de iones de cobre que sea mucho mayor que una concentración de iones de plata es particularmente adecuada para la  
50 desinfección de líquidos de residuos. Aunque se ha hallado que una relación de concentración de 10:1 de Cu a Ag es altamente efectiva; pueden comprobarse como adecuadas otras relaciones para esta aplicación. En consecuencia, se pueden producir iones de diferentes metales a diferentes niveles de concentración para proporcionar una concentración de iones metálicos disueltos total adecuada. En una realización, una concentración adecuada de iones de cobre puede variar desde aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 1000 ppm, siendo un ejemplo adecuado adicional el de aproximadamente 400 ppm de iones de cobre. De la misma manera, una concentración adecuada de iones de plata puede variar desde aproximadamente 10 ppm a aproximadamente 100 ppm, siendo un ejemplo adecuado adicional el de aproximadamente 40 ppm de iones de plata. Una concentración adecuada de iones metálicos total para la desinfección puede variar desde aproximadamente 110 ppm a aproximadamente 1100 ppm. Como ejemplo adicional, una concentración total adecuada de iones metálicos puede  
60 variar desde aproximadamente 200 ppm a aproximadamente 800 ppm y como otro ejemplo adecuado, una concentración total de iones metálicos puede variar desde aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm.

65 En consecuencia, se pueden producir iones de diferentes metales a diferentes niveles de concentración para proporcionar una concentración adecuada total de iones metálicos disueltos. Un tiempo de exposición a los iones metálicos que varíe desde aproximadamente 60 segundos a aproximadamente 30 minutos puede ser adecuada para proporcionar la desinfección a la corriente de residuos.

Los electrodos usados para producir los iones metálicos pueden ser metales puros en cuyo caso se usan múltiples electrodos y voltajes y corrientes para cada electrodo y se regulan para controlar las diversas concentraciones de iones metálicos. Los electrodos se pueden componer también de una mezcla de más de un metal, tal como una aleación metálica, para controlar la concentración de cada ion en la solución. Por ejemplo, un proceso para la producción de una concentración más alta de iones de cobre y una concentración más baja de iones de plata puede usar electrodos que contengan sustancialmente más cobre que plata.

En una realización adicional, los electrodos se pueden fabricar empleando una metalurgia de polvos. Una realización adicional que usa polvo de cobre y plata o "soldadura" de aleación de plata se puede emplear como un aglutinante. Los electrodos de metal en polvo se pueden fabricar de modo que se controle la concentración de los metales expuestos tal como cobre o plata para producir la relación de concentración deseada de iones metálicos. Adicionalmente, la composición de un electrodo y su contribución iónica correspondiente se puede controlar a través del tamaño de las partículas y cantidad de cada fase, metal primario y "aglutinante" presente en el electrodo moldeado de polvo. Por ejemplo, se pueden presionar granos esféricos grandes de cobre con polvo de soldadura de plata y sinterizar para formar un electrodo con concentraciones superficiales más altas de cobre.

En una realización adicional de la divulgación, los electrodos se pueden integrar en una bomba de mezcla en la que las paletas u otras partes metálicas de la bomba pueden actuar como electrodos.

La cámara de infusión de iones metálicos 414 puede estar equipada también con un orificio de entrada 472 para el flujo del fluido desde la cámara de recepción 412 al interior de la cámara de infusión de iones metálicos 414, y un primer orificio de salida 474 para el flujo de material tratado con iones 476 fuera de la cámara de infusión de iones metálicos 414. Se puede proporcionar un segundo orificio de salida 478 para la cámara de infusión de iones metálicos 414 para la recirculación de una parte 480 de la suspensión de material de residuo 470 de vuelta al interior de la corriente de residuos 464 que entra en la cámara de infusión de iones metálicos 414. Los orificios de salida 474 y 478 pueden incluir válvulas de flujo de fluido direccionalmente limitado 482 y 484 que proporcionan un flujo de fluido unidireccional a través de las válvulas 482 y 484. Se puede incluir una bomba de recirculación 486 para circular la parte 480 de la suspensión de material de residuo con iones metálicos 470 de vuelta al interior de la cámara de infusión de iones metálicos 414.

#### Cámara de oxidación

Como se muestra en la FIG. 8, el material tratado con iones metálicos 476 puede fluir entonces al interior de la cámara de oxidación 416 para oxidación húmeda del material de residuo. Se puede usar una bomba 488 (FIG. 7) para bombear el material tratado con iones metálicos 476 a través del intercambiador de calor u otro medio de calentamiento 422 y a través de la bomba de presurización 424 para proporcionar un material de residuo 490 presurizado al interior de la tobera de mezcla por rociado 426 y al interior de la cámara 416. El material tratado con iones metálicos 476 se precalienta típicamente a una temperatura que varía desde aproximadamente 100 °C a aproximadamente 200 °C previamente a la introducción del material 476 en la cámara de oxidación 416.

El suministro de oxígeno 428 proporciona oxígeno puro, o un gas que contenga oxígeno, tal como aire, a través de una válvula de regulación de presión 492 y el intercambiador de calor de oxígeno u otro medio de calentamiento 430 al interior de la tobera de mezcla por rociado 426 para una mezcla íntima con la neblina relativamente fina del material 490. Se puede usar el intercambiador de calor u otro medio de calentamiento 430 para calentar el oxígeno hasta una temperatura que varíe desde aproximadamente 100 °C aproximadamente 350 °C antes de la mezcla del oxígeno calentado con el material de residuo presurizado 490. La cámara de oxidación se puede presurizar adicionalmente mediante el compresor 432 para proporcionar una presión operativa de la cámara en el intervalo de desde aproximadamente 0,01 a aproximadamente 0,2 MPa por encima de la presión ambiente. La eliminación de los iones metálicos del material de residuo presurizado 490 previamente al flujo de material de residuo 490 al interior de la cámara de oxidación 416 es necesaria dado que los iones metálicos pueden ayudar adicionalmente en la etapa de tratamiento de oxidación del proceso.

En la cámara de oxidación 416, la demanda química de oxígeno (COD) y/o la demanda biológica de oxígeno (BOD) del líquido oxidado 494 formado en la cámara de oxidación 416 se puede supervisar con sensores, tales como el sensor de demanda de oxígeno 495 (FIG. 8), para determinar la cantidad de oxígeno requerido para tratar todo el material de residuo 490 entrante. Un resultado objetivo de la COD o de la COB para el material de residuo tratado 498 está en un intervalo definido por los requisitos normativos en una localización del usuario.

De acuerdo con la divulgación, la oxidación del residuo presurizado 490 tiene lugar en un entorno acuoso donde el agua es una parte integral de la reacción. El agua proporciona un medio para que el oxígeno disuelto reaccione con los materiales orgánicos y otros oxidables en el residuo 490. Se cree que la oxidación húmeda implica la formación de radicales libres, atacando los radicales derivados del oxígeno los compuestos orgánicos y dando como resultado la formación de radicales orgánicos.

Una notable característica de la química de oxidación húmeda es la formación de ácido carboxílico con la adición de CO<sub>2</sub> y agua. Otros productos de oxidación como resultado del tratamiento del material de residuo 490 en la cámara

de oxidación, pueden incluir, pero sin limitarse a, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y pentóxido de fósforo que se pueden disolver en el líquido oxidado 494. La producción de ácido carboxílico varía grandemente dependiendo del diseño del sistema y puede formarse con aproximadamente el 5 a aproximadamente el 10 por ciento en peso del carbón orgánico total (TOC) en el residuo 490. Los ácidos carboxílicos primarios formados como resultado de la oxidación húmeda incluyen el ácido acético, el ácido fórmico y el ácido oxálico. Dichos ácidos carboxílicos son típicamente biodegradables y se puede realizar un tratamiento posterior biológico convencional del líquido oxidado 494 para reducir las cantidades de ácidos en el líquido 494.

Se puede añadir agua adicional 496 u otro fluido acuoso tal como una solución salina al líquido oxidado 494 para proporcionar una corriente de salida de residuos 498 fluida. Se puede incluir una válvula de control de flujo 500 en la corriente de salida 498 para mantener un nivel de líquido adecuado en la cámara de oxidación 416.

El sistema 310 puede incluir también un microcontrolador programable 504 con capacidad de interfaz con los controladores automáticos, sensores de temperatura, sensores de oxígeno, sensores de nivel, sensores de conductividad, sensores de pH y sensores de COD y/o BOD para coordinar las actividades de válvulas, bombas, intercambiadores de calor u otros medios de calentamiento, reguladores de presión y maceradores, para estimar la cantidad de residuos que está siendo procesada y para controlar el voltaje y corrientes de los electrodos responsables de la producción de los agentes desinfectantes de iones metálicos. Puede ser deseable una capacidad para invertir la polaridad de los electrodos para impedir y eliminar el crecimiento de escamas de minerales residuales sobre los electrodos lo que puede impedir la generación de iones. Se pueden incluir cámaras de tratamiento adicionales con el sistema 10 para tratar adicionalmente la corriente de residuos 440 y/o 498 antes de la descarga al sistema de alcantarillado o al medio ambiente.

El sistema 310 puede estar particularmente adaptado para el tratamiento de corrientes líquidas de residuos 440 que contengan materiales de residuo de consumo e industriales. Dichos materiales pueden incluir, pero sin limitarse a, residuos de ganadería lechera, residuos avícolas, residuos de plantas de procesamiento de lácteos, residuos de procesamiento de alimentos, residuos de industrias del vino y bebidas, residuos alimenticios, residuos de navíos, residuos del petróleo, residuos del lavado de lana, aguas residuales, residuos médicos, destructores de papel y productos de papel, residuos de la producción del papel, residuos de goma, polvo de serrería y residuos del procesamiento de la madera, residuos plásticos y similares. Los materiales de residuo particularmente adecuados incluyen aquellos que contengan bacterias, residuos quirúrgicos, materiales biológicos o biológicamente tóxicos, productos farmacéuticos y del cuidado personal.

En otra alternativa, se puede incluir un macerador o mezclador 502 (FIG. 7) en la cámara de infusión de iones metálicos 414 para una reducción adicional del tamaño de cualquier sólido presente en la suspensión del material de residuo 466 o para proporcionar un contacto íntimo entre los iones metálicos y la suspensión del material de residuo 466.

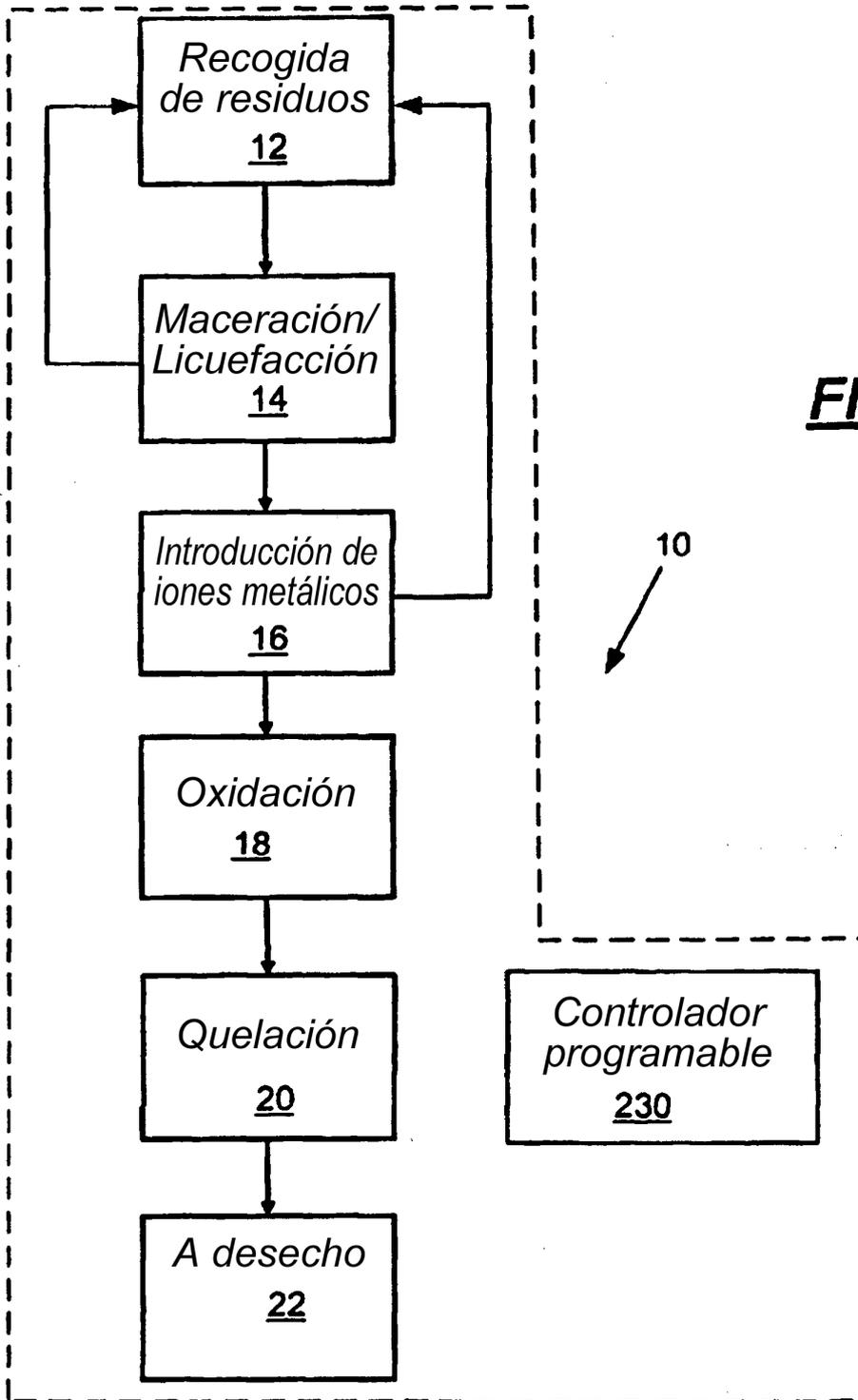
Como se usa a todo lo largo de la especificación y reivindicaciones, “un” y/o “uno” o “una” se pueden referir a uno o más de uno. A menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, propiedades tales como peso molecular, porcentaje, relación, condiciones de relación y así sucesivamente, usados en esta especificación y reivindicaciones se ha de entender que quedan modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. En consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la especificación y reivindicaciones son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener mediante la presente invención. Como poco, y no como un intento para limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada parámetro se debería interpretar al menos a la luz del número de cifras significativas indicadas y mediante la aplicación de técnicas de redondeo ordinarias. A pesar de que los intervalos numéricos y parámetros que exponen el amplio alcance de la invención son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos de la especificación se notifican tan precisamente como es posible. Cualquier valor numérico, sin embargo, contiene inherentemente ciertos errores resultantes necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus mediciones de ensayo respectivas.

Otras realizaciones de la presente divulgación serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la especificación y práctica de las realizaciones divulgadas en el presente documento. En consecuencia, las realizaciones no se pretende que se limiten a las ejemplificaciones específicas expuestas en el presente documento anteriormente. Al contrario, las realizaciones precedentes están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, incluyendo los equivalentes de las mismas disponibles como cuestión legal.

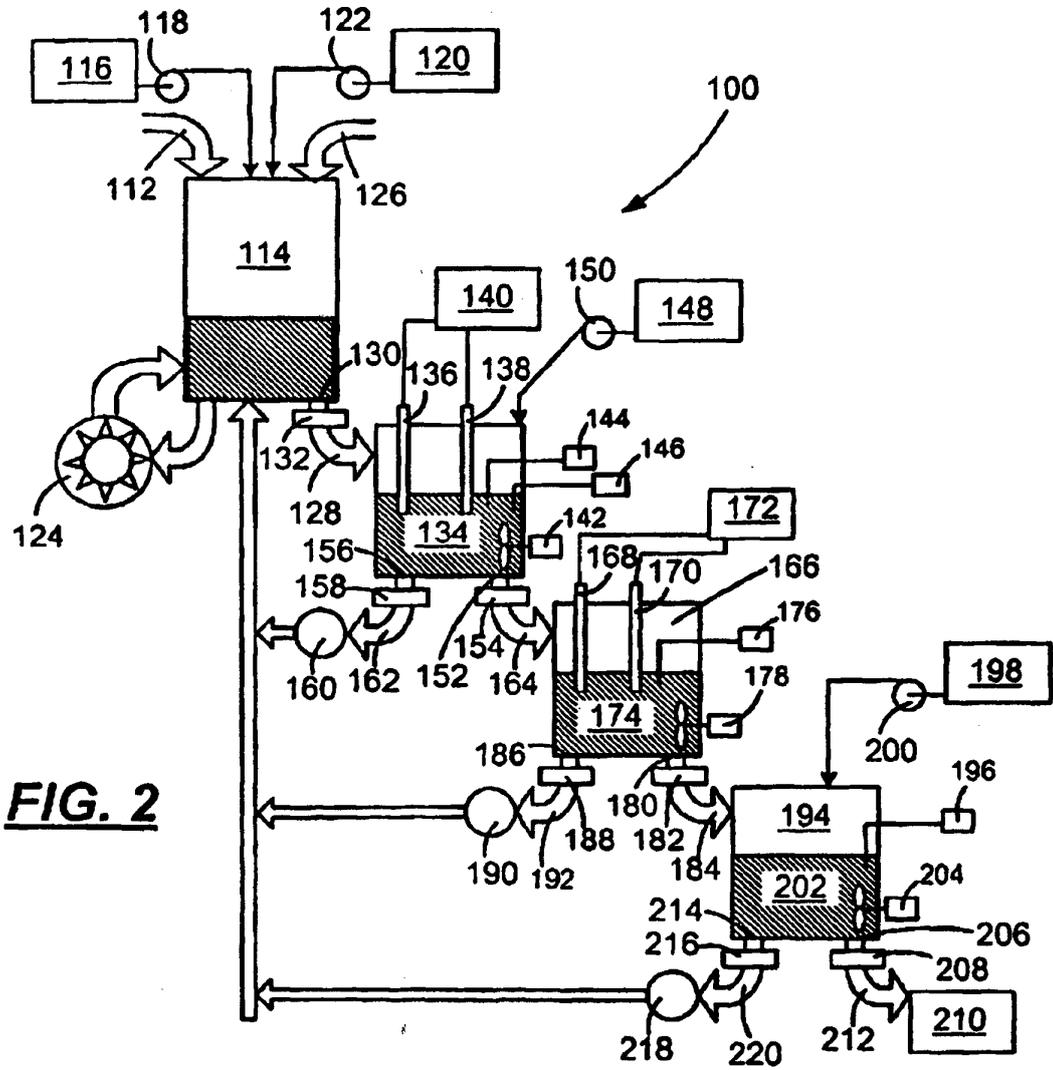
Los poseedores de la patente no intentan dedicar ningunas realizaciones divulgadas al público, y hasta el punto en que cualquier modificación o alteración divulgada pueda no caer literalmente dentro del alcance de la reivindicaciones, éstas se considera que son partes de la misma bajo la doctrina de equivalentes.

## REIVINDICACIONES

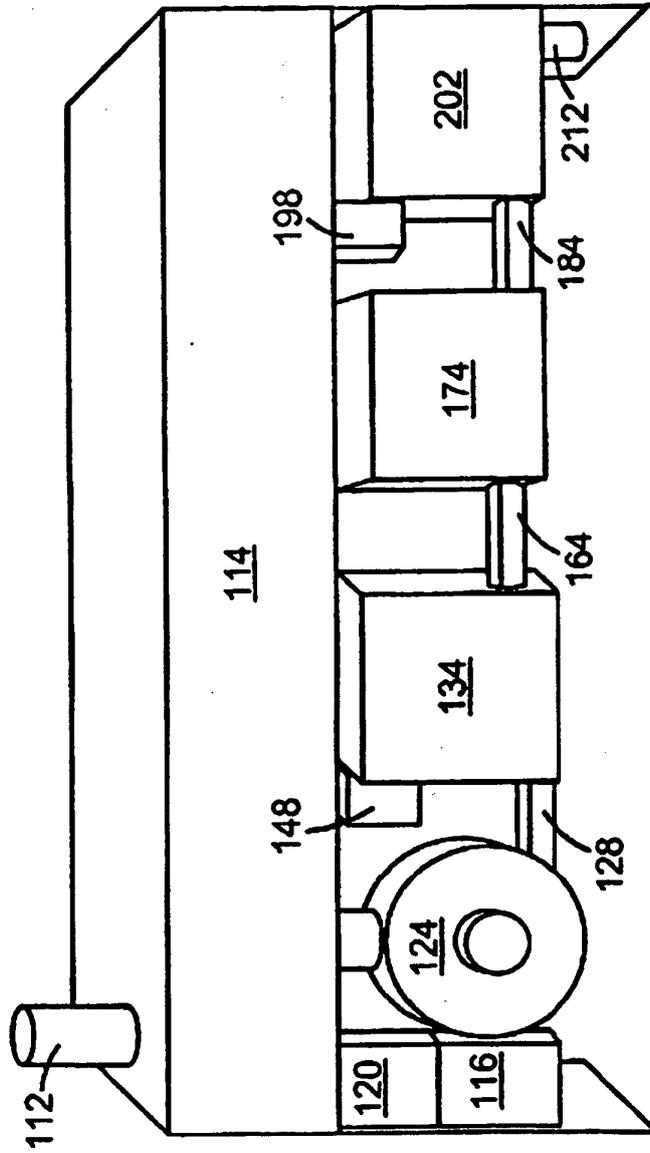
1. Sistema de residuos para tratamiento de una corriente de residuos sustancialmente líquida, que comprende:
  - 5 una cámara de generación de iones metálicos que contiene al menos un electrodo de generación de iones metálicos seleccionado de entre uno o más de cobre, aluminio, cinc, bismuto, oro y plata para la generación de iones metálicos *in situ* para la desinfección de la corriente de residuos;
  - una cámara de generación de oxidante que contiene uno o más agentes oxidantes en comunicación para fluidos con la cámara de generación de iones metálicos para la desnaturalización de la corriente de residuos; y
  - 10 una cámara de quelación en comunicación para fluidos con la cámara de generación de oxidante para la desactivación de los iones metálicos y los oxidantes en la corriente de residuos.
2. El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 1, donde la cámara de generación de oxidante comprende adicionalmente al menos un electrodo de generación de oxidante para la generación *in situ* de los uno o más agentes oxidantes, y donde el electrodo de generación de oxidante comprende uno o más metales seleccionados de entre el grupo que consiste en carbón, titanio, acero inoxidable y materiales relativamente inertes.
3. El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un dispositivo de maceración para proporcionar un tamaño de partícula reducido del material en la corriente de residuos.
- 20 4. El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 1, donde la cámara de quelación comprende un agente quelante en comunicación para fluidos con la cámara de generación de oxidante para la desactivación de los iones metálicos y los oxidantes en la corriente de residuos.
- 25 5. El sistema de tratamiento de residuos según la reivindicación 4, donde dos o más de la cámara de generación de iones metálicos, la cámara de generación de oxidante, el dispositivo de maceración y la cámara de quelación comprende una única cámara combinada para tratamiento de la corriente de residuos.
6. Un método para tratamiento de una corriente de residuos que comprende:
  - 30 la circulación de una corriente de residuos en un aparato de tratamiento de residuos;
  - la generación de iones metálicos seleccionados de entre uno o más de cobre, aluminio, cinc, bismuto, oro y plata en el aparato de tratamiento de residuos para el contacto con la corriente de residuos para desinfectar la corriente de residuos;
  - 35 la oxidación de la corriente de residuos con uno o más agentes oxidantes en el aparato de tratamiento de residuos para eliminar cualquier compuesto farmacéutico y actividad biológica en la corriente de residuos; y
  - la quelación de la corriente de residuos en el aparato de tratamiento de residuos para desactivar cualquier ion metálico y producto químico de oxidación que permanezcan en la corriente de residuos.
- 40 7. El método según la reivindicación 6, donde los uno o más agentes oxidantes se seleccionan de entre un grupo que consiste en hipocloritos, peróxidos, ozono, iones de cloro y radicales de cloro.
8. El método según la reivindicación 6, que comprende adicionalmente la quelación de la corriente de residuos con uno o más agentes quelantes en el aparato de tratamiento de residuos para desactivar cualquier ion metálico y producto químico de oxidación que permanezca en la corriente de residuos.
- 45 9. El método según la reivindicación 6, donde el agente quelante se seleccionan entre un grupo que consiste en EDTA, ácido cítrico, citrato de sodio, acetilacetona, etilendiamina, dietilentriammina, tetrametilendiamina, 1,2-etanodiol, 2,3-dimercaptopropanol, porfirinas y ácido glucónico.
- 50 10. El método según la reivindicación 6, que comprende adicionalmente la maceración de la corriente de residuos para reducir un tamaño de partículas del material en la corriente de residuos para formar una corriente de residuos que pueda fluir sustancialmente líquida.



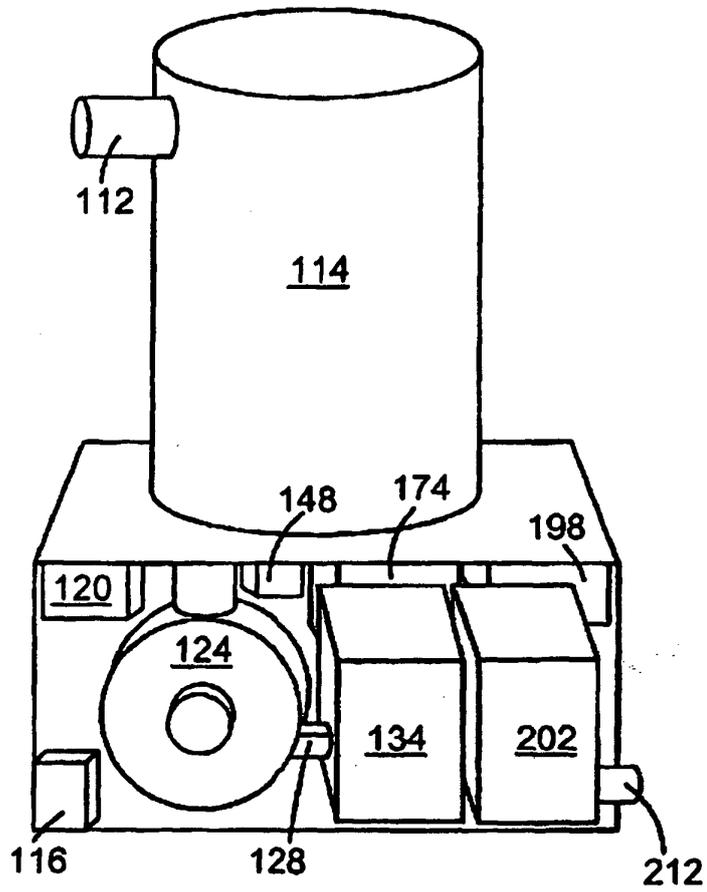
**FIG. 1**



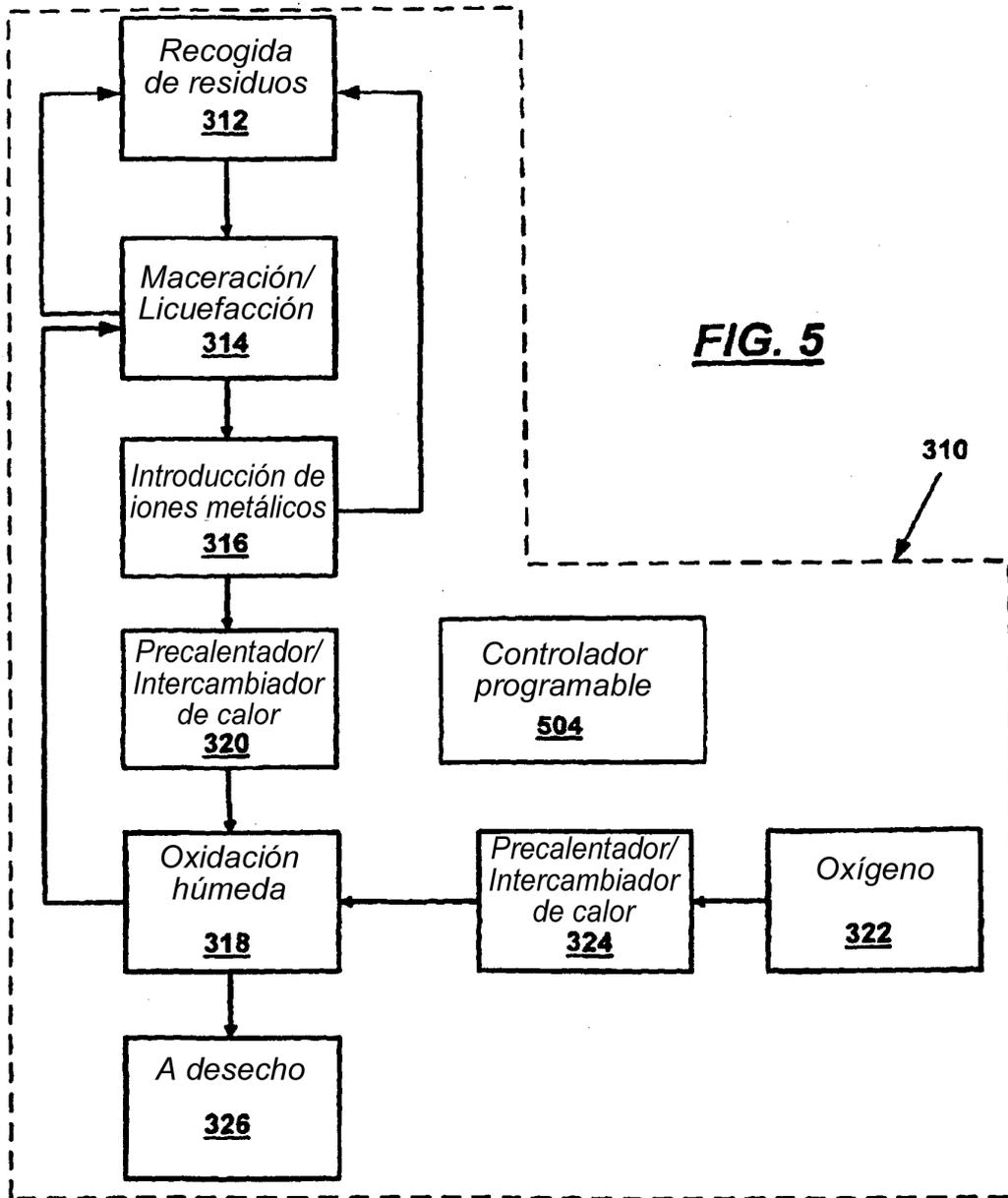
**FIG. 2**



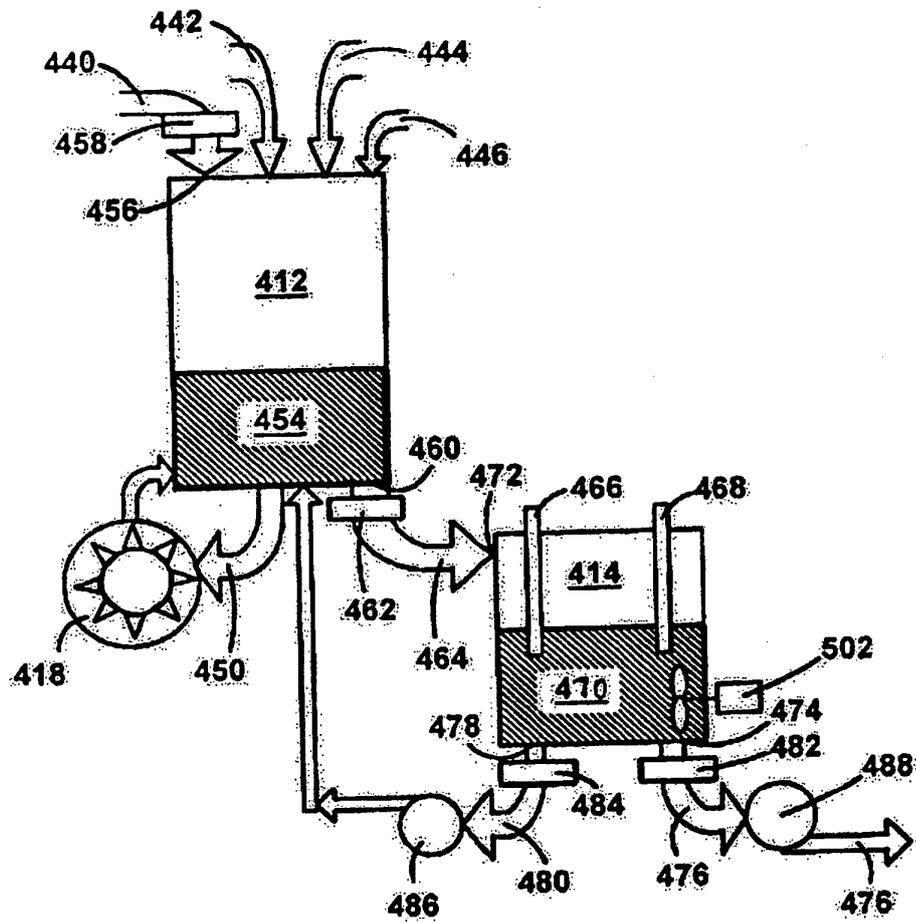
**FIG. 3**



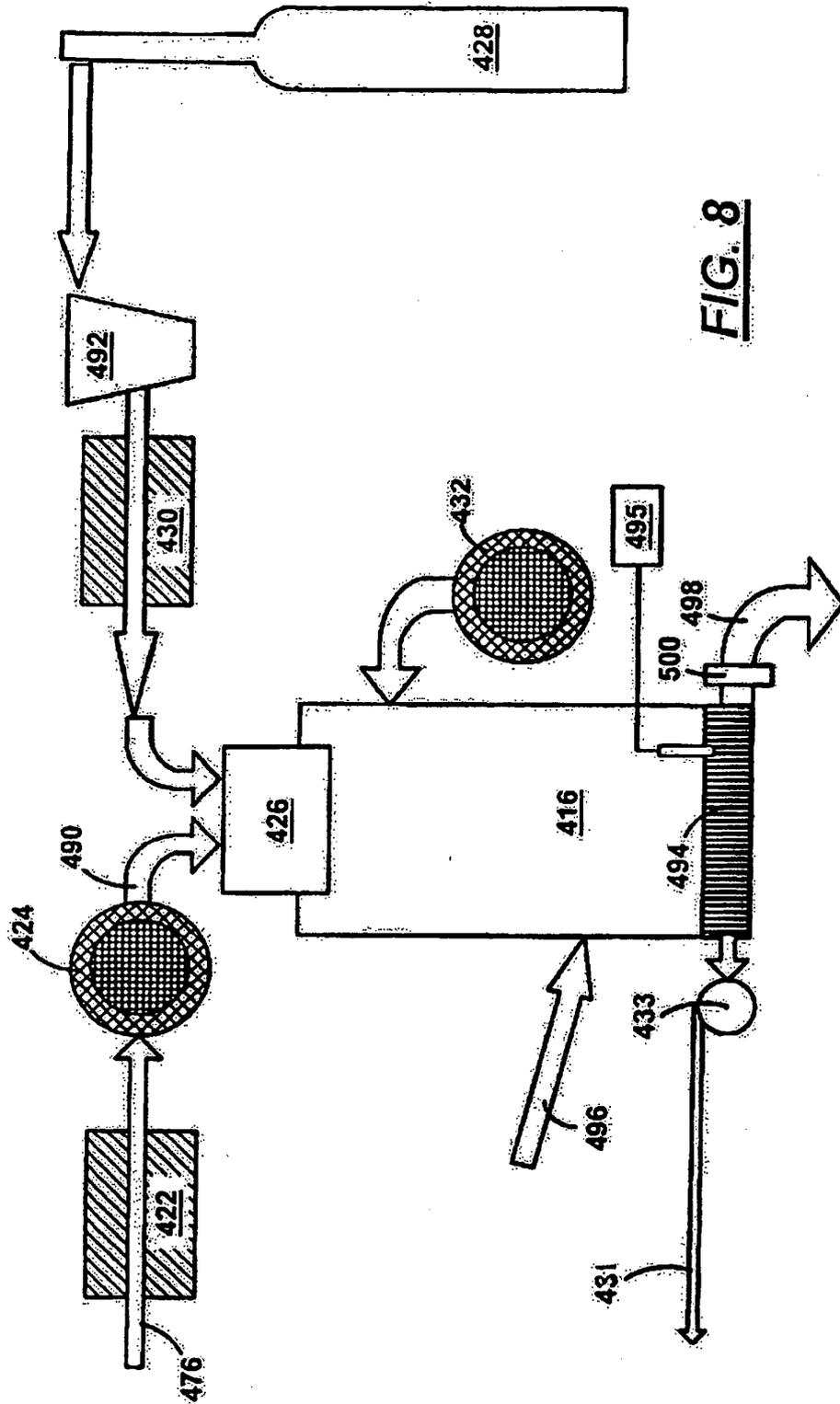
**FIG. 4**







**FIG. 7**



**FIG. 8**