

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 945**

51 Int. Cl.:

A61L 2/18 (2006.01)

A61L 2/03 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02790029 .9**

96 Fecha de presentación: **05.12.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1461474**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2004**

54 Título: **Método y aparato para producir agua con potencial de oxidación y reducción (ORP) negativo y positivo**

30 Prioridad:
05.12.2001 US 338376 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.04.2012

73 Titular/es:
**OCULUS INNOVATIVE SCIENCES, INC.
1129 MCDOWELL BOULEVARD
PETALUMA, CALIFORNIA 94954, US**

72 Inventor/es:
SUMITA, Osao

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 377 945 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).

DESCRIPCION

Método y aparato para producir agua con potencial de oxidación y reducción (ORP) negativo y positivo

Campo técnico

5 Desde un punto de vista general, la presente invención se refiere a agua con potencial de oxidación y reducción (agua ORP por sus siglas en inglés) ácida y alcalina y a métodos para electrolizar disoluciones salinas. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método y a un equipo para producir agua ORP negativa y positiva y al agua así producida, para su uso en esterilización, descontaminación, desinfección, limpieza de la piel y catálisis de la curación de heridas.

Técnica anterior

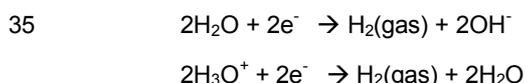
10 La producción de agua superoxidada es un proceso electroquímico o de oxidación-reducción. Comúnmente, éste se denomina una reacción electrolítica o redox, en la cual se usa energía eléctrica para producir un cambio químico en una disolución acuosa. La energía eléctrica se introduce en el agua y se transporta a través de ella mediante la conducción de la carga eléctrica de un punto a otro en forma de una corriente eléctrica. Con el fin de que la corriente eléctrica se establezca y subsista, debe haber portadores de carga en el agua y debe haber una fuerza que haga
15 que los portadores se muevan. Los portadores de carga pueden ser electrones, como en el caso de los metales y los semiconductores, o pueden ser iones positivos o negativos, como en el caso de las disoluciones.

Es difícil forzar la energía eléctrica, o la corriente, a través de agua pura, ya que no es portadora de carga y no es iónica como tal por sí misma. El agua absolutamente pura, si bien teóricamente es sencilla de conseguir, en la práctica es virtualmente imposible de obtener. Por lo tanto, el agua, en la forma que se encuentra normalmente,
20 puede conducir la energía eléctrica o corriente, y de hecho lo hace, debido a la presencia de iones disueltos. Cuanto mayor es la concentración de iones disueltos, mayor es la capacidad de conducir la corriente y mayor es la capacidad de producir un cambio químico en la disolución.

Puesto que el agua nunca es pura, puede contener numerosas sustancias disueltas. Invariablemente, contiene cantidades traza de H_3O^+ y OH^- procedentes de la disociación del agua. También puede contener gases disueltos,
25 como CO_2 y N_2 , que también puede ser reactivos. El agua contiene también diversos cationes y aniones. Como es bien sabido, la molécula H_2O es polar; es decir, tiene una distribución de carga desigual. Ello se debe a la estructura molecular y a la atracción desigual que sobre los electrones ejercen los átomos de hidrógeno y de oxígeno que forman la molécula. Esta polaridad aumenta de manera significativa la capacidad del agua para disolver numerosas sustancias, incluyendo compuestos iónicos, como el cloruro de sodio o sal común.

30 Las moléculas de agua se pueden o bien oxidar a O_2 mediante la eliminación de electrones o reducir a H_2 mediante la adición de electrones. En consecuencia, el agua se puede considerar siempre como un reactivo. Las reacciones típicas se producen bien en el cátodo o bien en el ánodo.

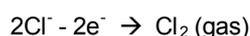
La reducción debe ocurrir en el cátodo. Son posibles muchas reacciones diferentes; sin embargo, las dos siguientes reacciones son las más probables:



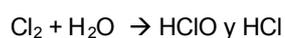
Hay varias otras posibles reacciones en el cátodo, ninguna de las cuales se puede predecir fácilmente. Es necesario considerar qué reactivo se reduce más fácilmente y cuál se reduce más rápidamente. No necesariamente el agente oxidante más fuerte es el más rápido. Se pueden producir complicaciones cuando la corriente eléctrica es muy
40 grande y la concentración de los reactivos es muy pequeña.

En presencia de NaCl , se tienen que considerar otras reacciones, como la evolución de cloro e hidrógeno gas y la producción de OH^- . El ion OH^- o hidroxilo puede provocar aumentos significativos en el pH. En la electrolisis del NaCl , las disoluciones muestran que el OH^- se acumula alrededor del cátodo. Los cationes se desplazan hacia el cátodo y los aniones hacia el ánodo.

45 La oxidación debe ocurrir en el ánodo. La reacción más común en presencia de disolución acuosa de NaCl produce gas cloro:



La reacción completa durante la electrolisis de disoluciones acuosas de NaCl muestra que la concentración de cloro disminuye y que la concentración de OH^- aumenta. A su vez, esta condición conduce a otras reacciones y a los productos subsiguientes. El gas cloro se disuelve parcialmente en la disolución y reacciona para producir ácido hipocloroso, según la ecuación siguiente:



El ácido clorhídrico resultante, HCl, puede provocar una caída significativa del pH. Existe también la posibilidad de que la formación de HCl de lugar a que se produzcan otras reacciones de manera simultánea, pero en un grado desconocido. Es posible la producción de oxígeno atómico; sin embargo, debido a su inestabilidad, no está presente durante mucho tiempo ni a concentraciones altas. Esta reactividad puede dar lugar a otros productos, como gas oxígeno, peróxido de hidrógeno y ozono.

Combinando las precedentes reacciones y los productos resultantes y variando las condiciones del proceso y las condiciones iniciales del mismo, como la cantidad y el tipo de corriente, el tipo y la concentración de los iones disueltos y la pureza del agua, se obtendrá agua de diferentes características.

Todas las reacciones previamente descritas, cuando se permite que ocurran en condiciones controladas y óptimas, pueden dar como resultado la producción de agua que contiene especies oxidadas, obteniéndose algo que se denomina "agua súper-oxidada". El agua súper-oxidada puede tener diversas características, entre las que se incluyen pH alto o bajo, distinto contenido de cloro y de compuestos de cloro y distintos grados de oxígeno y de compuestos de oxígeno.

La característica más fácilmente cuantificable del agua súper-oxidada es el pH. Según la configuración de la célula electrolítica, se puede producir agua de pH alto en la cámara del cátodo y agua de pH bajo en la cámara del ánodo. En este caso se puede hablar de agua de cátodo o de ánodo. El agua de ánodo de pH bajo (ácida) contiene también cloro presente en diversas formas: es decir, gas cloro, ion cloruro, ácido clorhídrico o ácido hipocloroso. También puede estar presente el oxígeno en diversas formas. El agua de cátodo alcalina puede tener gas hidrógeno junto con iones sodio. Las corrientes de agua de proceso procedentes de estas dos células electrolíticas o cámaras se pueden separar y analizar.

El trabajo realizado en Japón ha mostrado que cada uno de estos dos tipos de agua producida tiene propiedades únicas. Una de estas propiedades se denomina potencial de oxidación-reducción (ORP, por sus siglas en inglés). Este potencial se puede cuantificar utilizando las técnicas estándar de medida del potencial eléctrico en milivoltios, respecto de un electrodo de plata/cloruro de plata que es la referencia estándar. Se han medido valores de ORP de aproximadamente 1000 mV. Los espectros de absorción óptica y la resonancia de espín electrónica han mostrado la presencia de ácido hipocloroso.

Es ampliamente conocido en la técnica general de la esterilización que para eliminar microorganismos indeseados se pueden utilizar el calor, la filtración, la radiación y ciertos productos químicos. Sin embargo, solo recientemente existen desarrollos en la técnica de la electrolisis que proporcionan un método alternativo de desinfección y esterilización microbiana. Relativamente hace poco se ha concebido un aparato para optimizar las condiciones que favorecen la producción de ciertos productos finales, incluyendo tanto agua de cátodo como de ánodo de diferentes valores de ORP y contenidos de cloro residuales. El agua súper-oxidada tiene un tiempo de durabilidad limitado y su actividad decrece con el tiempo. Los datos muestran que el agua ORP puede ser eficaz cuando se usa para esterilización, descontaminación, desinfección, limpieza de la piel y catálisis de curado de las heridas.

Entre la técnica anterior relevante se incluye la patente de Estados Unidos número 5.932.171 atribuida a Malchelsky y publicada con fecha 3 de agosto de 1999, que describe un equipo de esterilización que utiliza disoluciones de catolito y anolito producidas por electrólisis de agua. El aparato incluye una bandeja con un área para recibir el artículo, de tal forma que un artículo que va a ser microbiológicamente descontaminado se coloca en el área de recepción y se cierra una tapa que bloquea los microbios sobre el artículo. Un equipo de electrólisis del agua recibe agua, divide el agua en dos corrientes separadas que pasan respectivamente a través de la cámara del ánodo y de la cámara del cátodo y expone las corrientes a un campo eléctrico lo que da como resultado la producción de una disolución de catolito para limpieza y una disolución de anolito para esterilización. El anolito y el catolito se hacen circular de manera selectiva a través del área de recepción del artículo mediante una bomba para limpiar y descontaminar microbiológicamente las superficies exteriores y los pasos internos de un artículo que este situado en dicha zona. El anolito o el anolito desactivado proporcionan una disolución estéril de enjuagado o aclarado. Un pocillo dispensador de reactivo alberga una ampolla o similar. La ampolla tiene compartimientos internos a los que se accede o que se abren de manera selectiva para repartir reactivos concentrados de detergente y/o concentrados de esterilizantes en las disoluciones de catolito y anolito circulantes. Un equipo de tratamiento de agua reparte bien sal o bien un agente de limpieza en el agua recibida de la fuente para variar la reacción de electrolisis o para preparar una disolución de limpieza a fin de limpiar el aparato de electrolisis, respectivamente.

La patente de Estados Unidos número 6.171.551 atribuida a Malchelsky *et al.* y publicada con fecha 9 de enero de 2001 enseña un método y un equipo para sintetizar electrolíticamente ácido peracético y otros oxidantes. La unidad de electrolisis tiene una barrera selectiva de iones para separar una cámara anódica de una cámara catódica. Un electrolito dentro de la unidad incluye un precursor, como acetato de potasio o ácido acético. Se aplica un potencial positivo a un ánodo dentro de la cámara anódica, lo que da como resultado la generación de diversas especies oxidantes, de vida corta o de vida larga, como ácido peracético, peróxido de hidrógeno y ozono. En una realización preferida, se transporta una disolución que contiene las especies oxidantes a un emplazamiento en el que se van a descontaminar artículos como instrumentos médicos. Las especies oxidantes se generan según se necesitan, evitando la necesidad de almacenar descontaminantes peligrosos.

La patente de Estados Unidos número 5.507.932, atribuida a Robinson y emitida con fecha 16 de abril de 1996 enseña un aparato para fluidos electrolizantes. Aparentemente, el dispositivo produce fluidos electrolizados que son particularmente adecuados para tratar materiales fisiológicos como sangre completa, plasma o aislados celulares, con el fin de disminuir el efecto de los microorganismos dañinos. Un depósito mantiene el fluido y una fuente de alimentación proporciona una fuente de corriente eléctrica a un ánodo y a un cátodo colocados dentro del depósito. El ánodo comprende un material de base escogido entre titanio y niobio. Una capa exterior de platino se enlaza a la base. El ánodo tiene una forma cilíndrica. El cátodo se conecta también a la fuente de alimentación, comprende titanio y tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El cátodo se coloca concéntricamente respecto del ánodo. El espaciado entre el cátodo y el ánodo no es mayor de una cantidad preferida. Además, el potencial (voltaje) entre el cátodo y el ánodo no es mayor de una cantidad preferida.

Finalmente, y más estrechamente relacionada con la presente invención, la patente de Estados Unidos número 6.296.744 atribuida a Djelranishvill *et al.*, enseña un aparato para el tratamiento electroquímico de un medio líquido. El aparato contiene al menos una célula electrolítica intermedia con electrodos unipolares de polaridad negativa y positiva, que están conectados a una fuente de corriente eléctrica continua y colocados en lados opuestos de un diafragma o membrana semipermeable que divide la célula en las cámaras de los electrodos (ánodo y cátodo). Las cámaras tienen tuberías unidas a sus boquillas. Las tuberías incluyen una tubería de alimentación para el medio líquido que se va a tratar, una tubería de salida catódica con un punto de descarga para transportar el medio líquido desde la cámara del cátodo, una tubería de salida anódica para transportar el medio líquido desde la cámara del ánodo hacia el reactor catalítico para descomponer el cloro activo, una línea de salida conectada al reactor y un punto de descarga para transportar el medio líquido hacia el lugar de recogida.

Mientras que es bien conocido el uso de una barrera selectiva de iones entre las cámaras del ánodo y del cátodo de una unidad de electrolisis, hasta la fecha no se sabe proporcionar una fuente de disoluciones iónicas que fluyen en una cámara intermedia entre las cámaras del ánodo y del cátodo para facilitar la producción de agua con potencial de oxidación-reducción (ORP).

El documento de la patente de Estados Unidos número US-A-5.616.221 describe un aparato para producir agua con potencial de oxidación-reducción (ORP) positivo y negativo según la parte preambular de la reivindicación 1. En particular, este documento describe un electrolizador de tres compartimientos que comprende una cámara del ánodo, una cámara del cátodo y una cámara intermedia que comprende numerosas líneas de entrada para proporcionar agua que entre a la cámara del ánodo, a la cámara del cátodo y a la cámara intermedia para producir agua ionizada electrolítica.

El documento de la patente de Estados Unidos número US-A-5.635.053 describe un aparato de electrolisis de tres cámaras usado para producir agua purificada para limpiar componentes electrónicos como, por ejemplo, sustratos de semiconductores, en el que se suministra agua de alta pureza a cada cámara a través de entradas de agua desionizada.

El documento de la patente de Estados Unidos número US-A-5.720.869 describe un electrolizador de tres componentes para producir agua de alta pureza utilizada para limpiar obleas de semiconductores, en el que las tres cámaras se alimentan con agua desionizada.

Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar un medio más eficaz, eficiente y económico de producir electrolíticamente agua con potencial de oxidación-reducción a partir de disoluciones acuosas de sal para usarla en desinfección, esterilización, descontaminación, limpieza de heridas y procesos similares.

Este objetivo se consigue con el aparato según la reivindicación 1 y mediante el método según la reivindicación 11.

La invención proporciona una unidad de electrolisis que tiene una célula de tres compartimientos novedosa que comprende una cámara del cátodo, una cámara del ánodo y una cámara de disolución salina interpuesta entre las dos anteriores. Dos membranas de comunicación separan las tres cámaras. La cámara central incluye una entrada y una salida de flujo de fluido y contiene material aislante que asegura que no viaje a través de la cámara una corriente continua debida a la diferencia de potencial. Una alimentación de agua fluye a través de las cámaras del ánodo y del cátodo a los lados respectivos de la cámara salina. La disolución salina fluye a través de la cámara central, bien mediante la circulación de una disolución acuosa previamente preparada que contiene especies iónicas o, de forma alternativa, mediante la circulación de agua pura o de una disolución acuosa de, por ejemplo, cloruro de hidrógeno acuoso e hidróxido de amonio, sobre material aislante en partículas revestido con un electrolito sólido. La corriente eléctrica es proporcionada por las membranas de comunicación que separan las cámaras, provocando de este modo una reacción electroquímica que produce agua ORP tanto oxidante (positiva) como reductora (negativa) que tienen niveles de pH que varían de aproximadamente 8 a 12. El agua reductora se entrega a un depósito principal con cámara de recogida, que contiene atmósfera inerte (preferentemente de nitrógeno), un sistema de agitación mediante ultrasonidos y un calentador de inducción. El agua oxidante se vacía a una segunda cámara de almacenamiento.

El agua reductora del depósito principal se puede usar para desinfectar y descontaminar artículos o bien puede ser

envasada y preparada para su expedición a fin de ser usada en hospitales, compañías de dispositivos médicos o para otros intereses que tienen protocolos de higiene estrictos. El agua oxidante se puede usar en aplicaciones tan diversas como insecticida en agricultura ecológica o en la fabricación de placas de microchips y circuitos integrados.

5 Nota: Tal y como se usa en este texto y en los dibujos anexos, el término agua ORP es intercambiable por el término agua electrolizada (EW, por sus siglas en inglés).

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de los componentes esenciales del equipo para producir agua ORP con potencial reductor y oxidante negativo y positivo de la presente invención.

10 La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra el sistema de la invención que usa agua del grifo como una fuente de agua y que incluye un regulador interruptor de conmutación y un controlador.

La figura 3 ilustra la célula electrolítica y las especies electrolíticas generadas en la reacción cuando el sistema de la invención se usa para electrolizar agua pura que pasa a través de un material aislante en partículas revestido o electrolito sólido poroso.

15 La figura 4 ilustra las especies electrolíticas generadas en la reacción cuando el sistema de la invención se usa para electrolizar cloruro de hidrógeno e hidróxido de amonio en disolución acuosa.

La figura 5 ilustra las propiedades del agua ORP producida por el equipo de la invención.

La figura 6 muestra la estabilidad del agua ORP en función del tipo de célula en la cual se produce la misma.

La mejor manera de llevar a cabo la invención.

20 En referencia a las figuras 1 a 6, en las cuales el mismo numeral de cada figura se refiere al mismo componente en las diversas vistas, la figura 1 es un diagrama esquemático del equipo de la invención para producir agua ORP positivo y negativo de la presente invención. Esta vista muestra que el dispositivo de la invención, denominado de manera general número 10, comprende un sistema de electrolisis único, el cual utiliza una unidad o célula de electrolisis de tres cámaras adaptada específicamente para producir agua ORP. El sistema incluye un depósito de entrada de agua número 12 en comunicación de fluidos con una unidad de electrolisis número 14 que tiene una
25 cámara del ánodo número 16, una cámara del cátodo número 18 y una cámara de la disolución salina número 20, situada entre las cámaras del cátodo y del ánodo.

30 Considerando ahora las figuras 1, 3 y 4, las tres cámaras de la unidad de electrolisis están encerradas en una carcasa número 22 en la cual se insertan una membrana electrodo ánodo metálica número 25 frente a la cámara del ánodo, una primera membrana de intercambio iónico número 24 unida o emparejada al electrodo del ánodo y que separa la cámara del ánodo de la cámara de la disolución salina, una membrana electrodo cátodo metálica número 26 y una segunda membrana de intercambio iónico número 27 emparejada y unida al electrodo del cátodo y que separa la cámara del cátodo de la cámara de la disolución salina. Preferentemente, los electrodos metálicos son generalmente planos, están colocados junto a las membranas de intercambio de iones, superficie contra superficie, y generalmente se ajustan al área de la superficie de la sección transversal de las membranas de intercambio de
35 iones. Sin embargo, los electrodos incluyen numerosos conductos o aberturas o, en caso contrario están configurados de modo que expongan una parte sustancial de la superficie de las membranas de intercambio iónico al fluido que está en sus respectivas cámaras.

40 La cámara de la disolución salina incluye un material aislante en partículas (preferentemente cerámico) que permite el flujo de la disolución a través de la cámara salina en una cantidad de al menos 10 litros/minuto, pero evita que viaje una corriente continua debida a la diferencia de potencial entre las dos membranas o la migración de las especies iónicas entre las cámaras del cátodo y del ánodo.

45 Se bombea agua pura, ultrapura o desionizada desde el depósito número 12 a través de la bomba número 13 a la cámara del ánodo a través de una línea de entrada de agua al ánodo número 15a y a la cámara del cátodo a través de la línea de entrada de agua al cátodo número 17a. (Según se usa en el presente documento, el término línea significa tubos, tuberías o en general elementos adecuados para transportar líquidos y gases). El suministro de agua desde el depósito número 12 puede consistir en agua destilada, purificada o ultrapura. El caudal a cada una de las cámaras se regula mediante caudalímetros, números 19 y 21. De manera alternativa, como se ilustra en la figura 2, el suministro de agua puede ser un suministro convencional de agua de grifo, número 12'.

50 Se conecta una fuente de potencial eléctrico número 23 a las membranas metálicas del ánodo y del cátodo números 25 y 26, de tal modo que se induce una reacción de oxidación anódica en la cámara del ánodo número 16 y una reacción de reducción catódica en la cámara del cátodo número 18. Las aguas resultantes oxidante (con potencial de oxidación- reducción positivo o agua con ORP positivo) y reductora (con ORP negativo) se dirigen desde la unidad de electrolisis, la primera fluyendo a través de la línea de salida del ánodo número 15b y la última a través de la línea de salida del cátodo número 17b. El agua reductora con ORP negativo se transporta a un depósito principal

número 28 y a partir de allí está disponible para diversos usos como descontaminación, desinfección, esterilización, limpieza antimicrobiana y similares. El agua oxidante con ORP positivo se envía, a través del desagüe número 30 a otro depósito de almacenamiento número 42 (figura 2) para otros usos diversos, entre los que se incluyen empleo como insecticida o pesticida en agricultura orgánica o como limpiador en fabricación de equipos electrónicos. Con el fin de aumentar la estabilidad y alargar la vida útil del agua, el depósito principal se mantiene en una atmósfera inerte (preferentemente de nitrógeno) que se proporciona a través de un suministro de gas número 38, que pasa, preferentemente, a través de un calentador de gas número 40 antes de su introducción en el depósito. El depósito principal incluye también un sistema de agitación ultrasónico y un calentador inductivo, que no se muestran en el esquema pero que son bien conocidos en la técnica.

10 Durante la electrolisis, la disolución salina (preferentemente NaCl acuoso) se bombea mediante una bomba intermedia número 33 en un flujo cíclico a partir de un depósito intermedio número 32, a través de una línea de entrada intermedia número 21a, de la cámara de la disolución salina número 20 y luego de vuelta a través de una línea de salida intermedia número 21b hasta el depósito intermedio número 32.

15 Después de ser recogida en el depósito principal número 28, el agua con ORP se puede reciclar para procesados sucesivos tras circular a través de un depósito tampón de pH alto número 34 y uno o varios filtros de partículas de un montaje de los mismos número 36 en una línea tampón número 37 que conecta el depósito tampón a la unidad electrolítica. La línea incluye preferentemente una bomba tampón número 39. De forma alternativa, se puede hacer circular agua pura o una disolución acuosa a través de la cámara de la disolución salina y hacerla pasar a través de un electrolito sólido, poroso, contenido en ella, para formar una disolución acuosa que contiene especies iónicas (véanse las figuras 3 y 4). El electrolito sólido se puede proporcionar como un revestimiento sobre un material aislante en partículas, tales como vidrio o porcelana.

20 Se sitúan válvulas de compuerta, identificadas de S/V 1 a S/V 10 a lo largo de las líneas de fluidos según conviene para la regulación de los flujos de fluidos hacia los depósitos, filtros y célula electrolítica o a través de ellos.

25 Se puede variar el caudal de cada agua electrolizada pero, preferentemente, está comprendido entre 1,0 l/min y 20 l/min, dependiendo de la capacidad del dispositivo.

De manera resumida, según se ilustra en su mayor parte de forma general en las figuras 1 y 2, el equipo novedoso para producir agua con potencial reductor y oxidante, positivo y negativo (agua con ORP) de la presente invención comprende un suministro de agua, una célula electrolítica de tres compartimientos novedosa, un circuito para el fluido de disolución salina, una fuente de corriente eléctrica, un depósito para recogida de agua ORP y un circuito de control. La célula para producir agua electrolizada incluye un compartimiento del ánodo, un compartimiento intermedio (para la disolución salina) y un compartimiento del cátodo. Se hace pasar agua pura o agua del grifo a través de un compartimiento anódico y de un compartimiento catódico. Dentro de un compartimiento intermedio, se proporciona un flujo de una disolución acuosa de NaCl o, de manera alternativa, se transporta agua o una disolución acuosa a través del compartimiento intermedio y sobre un material aislante en partículas y un compuesto iónico, bien sea depositado sobre el material aislante o en forma de partículas sin combinar. La célula de tres compartimientos se adapta para la producción eficiente de una disolución altamente oxidante y de una disolución altamente reductora mientras disminuye la concentración de la disolución acuosa.

30 Los flujos del sistema se dividen en dos grupos dependiendo de los procesos de control. En el sistema representado en la figura 2, se ajusta la polaridad de los electrodos. Sin embargo, como alternativa, se pueden cambiar de manera automática el agua oxidante y el agua reductora invirtiendo la polaridad de los electrodos. La eficacia de la esterilización se mejora lavando con agua alcalina y reductora antes de lavar con agua oxidante y ácida.

35 Se instala un controlador número 52 para controlar el flujo de fluidos a través del sistema electrolítico y se incorpora un regulador de conmutación compacto número 54 en el dispositivo como fuente eléctrica. Se pueden incorporar sensores de flujo (número 44), sensores de pH (número 46), sensores de ORP (número 48) y sensores de nivel (número 50), en comunicación electrónica con el controlador, de acuerdo con las preferencias del cliente. En este sistema no se incluye un dispositivo de lavado.

40 El equipo de la invención produce dos tipos de agua electrolizando agua pura o agua del grifo. En primer lugar, agua oxidante y ácida, con pH de 3 y ORP > 1100 mV (frente a Ag/AgCl) y, en segundo lugar, agua reductora y alcalina con pH entre 11 y 12 y ORP < -800 mV. Estudios de irritación ocular y de la piel de exposición única ISO en conejos muestran que el agua ORP que tiene un pH de 12,44 no es irritante para el tejido dérmico u ocular del conejo.

45 Tomando como referencia ahora la figura 5, una gráfica (número 60) que ilustra las propiedades del agua ORP producida por el equipo de la invención, se apreciará que tanto el agua ORP oxidante como el agua reductora producidas por el sistema de la invención tienen propiedades aplicables industrialmente. El agua número 62 con ORP positivo producida (en el ánodo) mediante el uso de un electrolito soporte y que tiene un pH comprendido entre 1,0 y 6,0 y un valor de ORP comprendido entre 0,75 y 1,5 V_{CS} NHE se puede emplear para la eliminación de contaminantes metálicos y orgánicos, para la oxidación de superficies y para la esterilización. El agua de ánodo número 64 producida mediante la electrolisis de agua desionizada y que tiene un pH comprendido entre 5 y 7 y un valor de ORP comprendido entre 0,75 y 1,25 se puede emplear para evitar la contaminación metálica, para eliminar

contaminantes orgánicos, para la oxidación de superficies y para la esterilización. El agua número 66 con ORP negativo producida en el cátodo de la presente invención con un electrolito soporte y que tiene un pH comprendido entre 4 y 14 y un valor de ORP comprendido entre 0,0 y -1,25 es útil para la eliminación de partículas y para la prevención de la oxidación de superficies. El agua de cátodo número 68 producida utilizando agua desionizada y que tiene un pH comprendido entre 6 y 8 y un valor de ORP comprendido entre -0,25 y -0,75 se puede emplear de manera útil para evitar la contaminación por partículas y la oxidación de superficies.

La figura 6 es un diagrama (número 70) que muestra la estabilidad del agua ORP en función del tipo de célula en la cual se produce.

Especificación del equipo de agua ORP

10 A continuación se describe una especificación para una realización preferida del equipo de la invención:

a. Especificaciones de la línea de suministro de agua

Caudal máximo	5 l/min
Temperatura	inferior a 40 ° C
Presión	0,2 Mpa

15 b. Especificaciones de la línea de la disolución del compartimiento intermedio

Caudal máximo	5 l/min
Temperatura	inferior a 40 ° C
Presión	0,05 Mpa

c. Medidas

20	pH	1 ≈ 14
	ORP	1999 ≈ -1999 mV
	Caudal	1 ≈ 5

Especificación de componentes

25 Los dispositivos de electrolisis se dividen en dos grupos dependiendo del caudal de agua electrolizada: comúnmente están disponibles caudales de 1, 2 y 4 litros por minuto. Las células de tres compartimentos contenidas en las realizaciones del equipo de la invención se dividen en células de tipo A y de tipo B. Las células de tipo A son adecuadas para producir agua electrolizada a un caudal de un litro por minuto. Las células de tipo B son adecuadas para electrolizar a un caudal de dos l/min. Los caudales de dos y cuatro litros/min son posibles mediante una combinación en paralelo de células de tipo A y de tipo B.

30 Con el fin de producir agua electrolizada a valores constantes de pH y ORP, se debe mantener constante la corriente de electrolisis. En general, solo se puede controlar el voltaje cuando se emplean reguladores de conmutación. Sin embargo, se puede proporcionar un MCS-1. Este es un regulador de conmutación controlado por corriente. Además, la corriente de electrolisis se puede regular mediante control con un microordenador.

Las especificaciones de estos dispositivos se resumen en la tabla 1.

35 **Tabla 1: Resumen de especificaciones**

Número	Tipo de célula	Número de célula	Caudal	Corriente	Voltaje	Fuente eléctrica	Tipo de PCB	Control de corriente
1	Tipo A	1	1	10	15	HK-150A	Pequeño	Ninguno
2	Tipo A	1	1	10	17	MCS-1	Pequeño	Posible
3	Tipo A	1	1	10	17	MCS-1	Grande	Posible
4	Tipo A	2	2	10	15	HK-150A * 2	Pequeño	Ninguno
5	Tipo A	2	2	10	17	MCS-1 * 2	Pequeño	Posible
6	Tipo A	2	2	10	17	MCS-1 * 2	Grande	Posible

ES 2 377 945 T3

Número	Tipo de célula	Número de célula	Caudal	Corriente	Voltaje	Fuente eléctrica	Tipo de PCB	Control de corriente
7	Tipo A	2	2	13	24	RWS300A	Grande	Posible
8	Tipo B	1	2	21	15	RWS300A	Grande	Posible
9	Tipo B	2	4	24	28	SR660	Grande	Posible
10	Tipo B	2	4	21	15	RWS300A * 2	Grande	Posible

Las figuras 1, 2 y 3 son diagramas esquemáticos de la configuración del sistema del equipo de la invención. La disposición de los componentes operativos y estructurales se puede describir como sigue a continuación:

(1) Exterior:

5 Dimensiones: 270 x 350 x 300 mm
 Material: acero inoxidable SUS304

(2) Célula:

a. Tipo A:

10 Número: 1 o 2
 Estructura: Tipo de 3 compartimientos
 Electrodo:
 Área: 60 x 80 mm
 Material: titanio revestido con platino + malla de platino
 Marco:
 Material: PVC
 15 Temperatura: máxima 45 ° C
 Presión: 0,2 Mpa
 Condiciones de electrolisis:
 Agua de entrada:
 20 Ánodo: agua pura, agua de grifo
 Cátodo: agua pura, agua de grifo
 Intermedio: disolución de electrolito, disolución saturada de NaCl
 Caudal: normalmente 1 l/min
 Corriente de
 Electrolisis: máxima de 10 A

25 b. Tipo B:

Número: 1 o 2
 Estructura: Tipo de 3 compartimientos
 Electrodo:
 Área: 60 x 160 mm
 30 Material: titanio revestido con platino + malla de platino
 Marco:

ES 2 377 945 T3

- | | | |
|--|--------------|---------------|
| | Material: | PVC |
| | Temperatura: | máxima 45 ° C |
| | Presión: | 0,2 Mpa |
- Condiciones de electrolisis:
- | | | |
|----|------------------|--|
| 5 | Agua de entrada: | |
| | Ánodo: | agua pura, agua de grifo |
| | Cátodo: | agua pura, agua de grifo |
| | Intermedio: | disolución de electrolito, disolución saturada de NaCl |
| | Caudal: | normalmente 2 l/min |
| 10 | Corriente de | |
| | Electrolisis: | máxima de 20 A |
- (3) Depósito del compartimiento intermedio:
- | | | |
|----|-----------|----------|
| | Número: | 1 |
| | Volumen: | 2 litros |
| 15 | Material: | PE |
- (4) Bomba de circulación:
- | | | |
|--|----------|------------------|
| | Número: | 1 |
| | Entrada: | AC 100 V 3 W |
| | Salida: | 1,5 m, 3,5 l/min |
- 20 (5) Regulador de conmutación:
- Se pueden emplear cuatro modelos de regulador de conmutación.
- a. HK-150
- | | | |
|--|----------|----------------|
| | Entrada: | AC 100 V 320 W |
| | Salida: | DC 15 V 10 A |
- 25 b. MCS-1
- | | | |
|--|----------|-----------------------------------|
| | Entrada: | AC 100 V |
| | Salida: | DC 17 V 11 A control de corriente |
- c. RWS200A:
- | | | |
|----|----------|---|
| | Entrada: | AC 100 V 400 W |
| 30 | Salida: | DC 15 V 21 A (controlable por microordenador) |
- d. SR660C
- | | | |
|--|----------|---|
| | Entrada: | AC 100 V 1600 W |
| | Salida: | DC 28 V 24 A (controlable por microordenador) |
- (6) Panel de control (placa del circuito impreso):
- 35 Hay disponibles dos modelos de paneles de control: PCB (placa del circuito impreso, por sus siglas en inglés) pequeño y PCB grande.
- a. Funciones del PCB pequeño (el panel de control se muestra en la figura 4):

ES 2 377 945 T3

	Funcionamiento:	marcha / paro de la electrolisis
	Visualización:	corriente de electrolisis, voltaje de electrolisis, pH, ORP, caudal
	Seguridad:	
5	Corriente de electrolisis:	alta y baja
	Nivel del depósito del compartimiento intermedio:	temperatura baja en el caso de que el caudal alto baje
	b. Funciones del PCB grande (panel de control mostrado en la figura 5):	
10	Funcionamiento:	marcha / paro de la electrolisis; lavado automático (esterilizar); selección de agua de reducción /oxidación; paro del paso de agua a través del dispositivo; marcha del paso de agua a través del dispositivo; ajuste del tiempo de lavado
	Visualización:	
15	Ánodo:	pH ORP Caudal
	Cátodo:	pH ORP Caudal
20	Seguridad:	
	Corriente de electrolisis:	Alta y baja
	Nivel del depósito del compartimiento intermedio:	Bajo
	Nivel del depósito de lavado:	Bajo
	Concentración de hidrógeno:	Alto
25	Caudal:	Bajo
	Temperatura:	Alta

REIVINDICACIONES

1. Un equipo para producir agua con potencial de oxidación y reducción (ORP) negativo y positivo, que comprende:
 - 5 una unidad de electrolisis de tres cámaras (número 14) que tiene una cámara para el ánodo (número 16) y una cámara para el cátodo (número 18), al menos un suministro de agua en comunicación de fluidos con dichas cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18) de dicha unidad de electrolisis (número 14);
 - una línea de entrada al ánodo (número 15a) que conecta dicho suministro de agua con dicha cámara del ánodo (número 16);
 - 10 una línea de entrada al cátodo (número 17a) que conecta dicho suministro de agua con dicha cámara del cátodo (número 18);
 - una fuente de potencial eléctrico (número 23) conectada a un electrodo del ánodo metálico (número 24) y a un electrodo del cátodo metálico (número 26);
 - una línea de salida del ánodo (número 15b) para transportar agua con ORP positivo desde dicha cámara del ánodo (número 16);
 - 15 una línea de salida del cátodo (número 17b) para transportar agua con ORP negativo desde dicha cámara del cátodo (número 18) y
 - al menos un recipiente de recogida para recoger el agua ORP transportada desde dicha unidad de electrolisis (número 14);
 - dicho equipo está caracterizado porque comprende además:
 - 20 una cámara de disolución salina (número 20) interpuesta entre dichas cámaras del ánodo y del cátodo (números 16, 18), de forma que dicha cámara del ánodo (número 16) está separada de dicha cámara de disolución salina (número 20) por dicho electrodo del ánodo metálico (número 24) y una primera membrana de intercambio iónico (número 25) y de forma que dicha cámara del cátodo (número 18) está separada de dicha cámara de disolución salina (número 20) por dicho electrodo del cátodo metálico (número 26) y una segunda membrana de intercambio iónico (número 27) y de modo que dicha cámara de la disolución salina (número 20) incluye un material aislante en partículas que permite el flujo de disolución a través de la cámara de la disolución salina (número 20), pero evita que viaje una corriente continua debida a la diferencia de potencial entre las dos membranas (números 25 y 27) o la migración de especies iónicas entre las cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18);
 - 25
 - 30 al menos un suministro fluido de disolución salina para que circule a través de dicha cámara de disolución salina (número 20);
 - una línea de entrada intermedia (número 21a) que conecta dicha cámara de disolución salina (número 20) con dicho suministro fluido de disolución salina y
 - 35 una línea de salida intermedia (número 21b) para transportar el fluido desde dicha cámara de disolución salina (número 20) a dicho suministro de fluido.
2. El equipo de la reivindicación 1, en el que dicho recipiente de recogida es un depósito (número 28) para recoger agua con potencial de oxidación reducción negativo transportada desde dicha cámara del cátodo.
3. El equipo de la reivindicación 1, que incluye además un suministro de gas inerte (número 38) en comunicación de fluidos con dicho recipiente de recogida para proporcionar una capa de gas inerte sobre el agua ORP producida por dicho aparato.
- 40
4. El equipo de la reivindicación 1, en el que dicho recipiente de recogida incluye un sistema de agitación por ultrasonidos y un calentador inductivo.
5. El equipo de la reivindicación 1, en el que dicho recipiente de recogida es un depósito (número 42) para recoger agua con ORP positivo enviada desde dicha cámara del ánodo (número 16).
- 45
6. El equipo de la reivindicación 1, que incluye dos recipientes de recogida, incluyendo un depósito (número 28) para recoger agua con ORP negativo transportada desde dicha cámara del cátodo (número 18) y un depósito (número 42) para recoger agua con ORP positivo transportada desde dicha cámara del ánodo (número 16).
7. El equipo de la reivindicación 1, en el que dichos electrodos (números 24 y 26) son de manera general planos e incluyen numerosos orificios que exponen dichas membranas de intercambio iónico (números 25 y 27) al fluido en sus respectivas cámaras del ánodo o del cátodo (números 16 y 18).
- 50

8. El equipo de la reivindicación 1, que incluye además al menos un caudalímetro que regula el caudal de agua a cada una de dichas cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18) cuando dicho equipo está en uso.
9. El equipo de la reivindicación 1, que incluye además un depósito tampón de pH alto (número 34) y una línea tampón (número 37) en comunicación de fluidos con dicho recipiente de recogida y con dicha unidad de electrolisis (número 14).
10. El equipo de la reivindicación 9, en el que dicha línea tampón (número 37) incluye al menos un filtro de partículas (número 36) dispuesto entre dicho depósito tampón (número 34) y dicha unidad de electrolisis (número 14).
11. Un método para producir agua ORP, es decir agua con potencial de oxidación y reducción negativo y positivo que comprende las etapas de:
- (a) proporcionar una unidad de electrolisis de tres cámaras (número 14) según la reivindicación 1 que tiene una cámara del ánodo (número 16), una cámara del cátodo (número 18) y una cámara de la disolución salina (número 20) interpuesta entre dichas cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18), en la que dicha cámara del ánodo (número 16) está separada de la cámara de la disolución salina (número 20) por un electrodo de ánodo metálico (número 24) y una primera membrana de intercambio iónico (número 25), en el que la cámara del cátodo (número 18) está separada de la cámara de la disolución salina (número 20) por un electrodo del cátodo metálico (número 26) y una segunda membrana de intercambio iónico (número 27) y en el que la cámara de la disolución salina (número 20) incluye un material aislante en partículas;
 - (b) proporcionar un flujo de agua hacia las cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18) y a través de ellas desde al menos un suministro de agua en comunicación de fluidos con las cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18);
 - (c) proporcionar un flujo de fluido de disolución salina circulante hacia la cámara de la disolución salina (número 20) y a través de ella desde al menos un suministro de fluido, en el que la cámara de la disolución salina (número 20) incluye un material aislante en partículas que permite el flujo de disolución a través de la cámara de la disolución salina (número 20) en una cantidad de al menos 10 l/min, pero evita que viaje una corriente continua debida a la diferencia de potencial entre las dos membranas (números 25 y 27) o la migración de especies iónicas entre las cámaras del ánodo y del cátodo (números 16 y 18),
 - (d) simultáneamente con las etapas (b) y (c), proporcionar corriente eléctrica a los electrodos del ánodo y del cátodo (números 24 y 26) procedente de una fuente de potencial eléctrico (número 23) conectada al electrodo del ánodo (número 24) y al electrodo del cátodo (número 26) y
 - (e) recoger el agua ORP producida por la reacción electrolítica en la unidad de electrolisis.

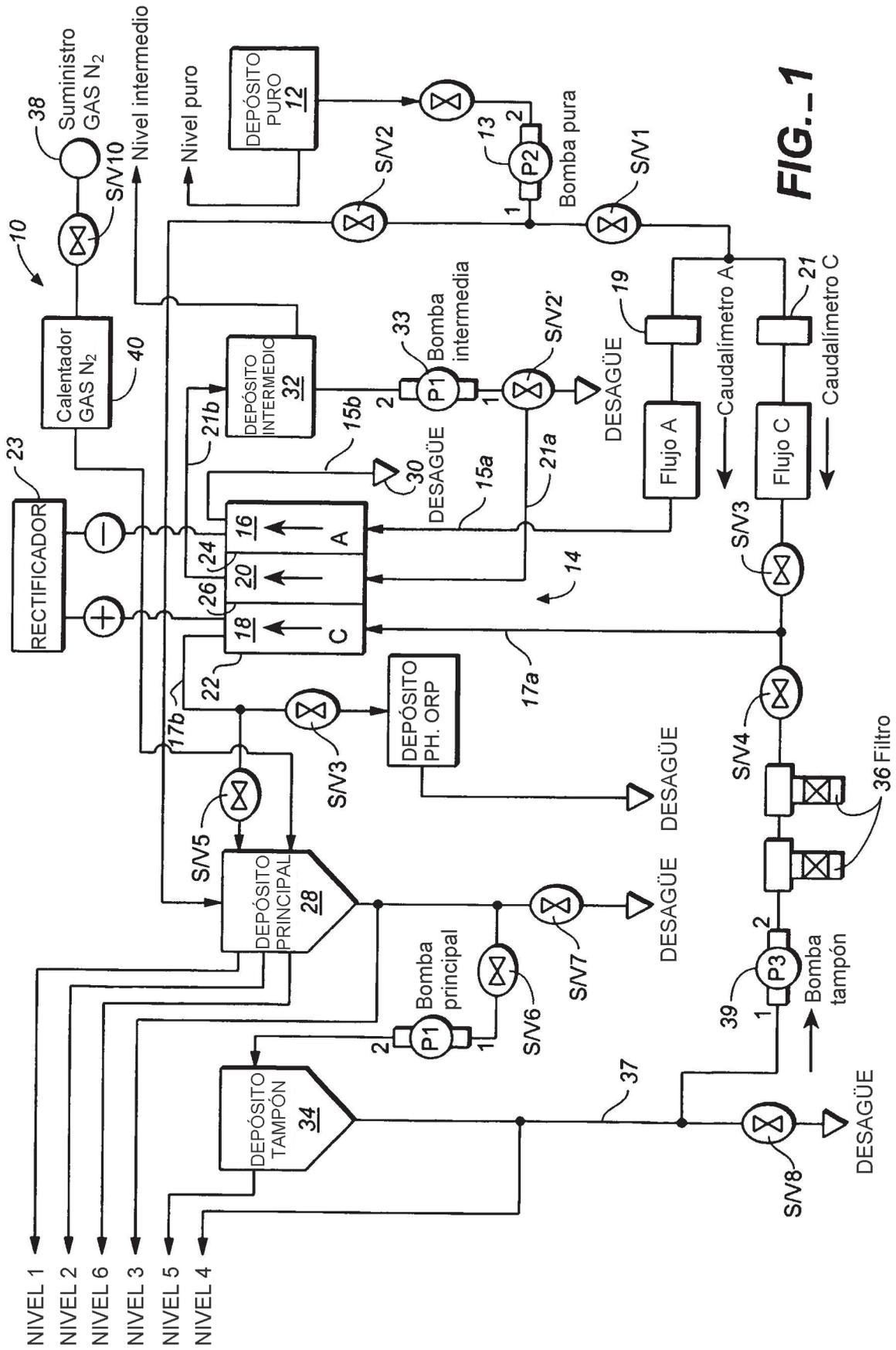


FIG. 1

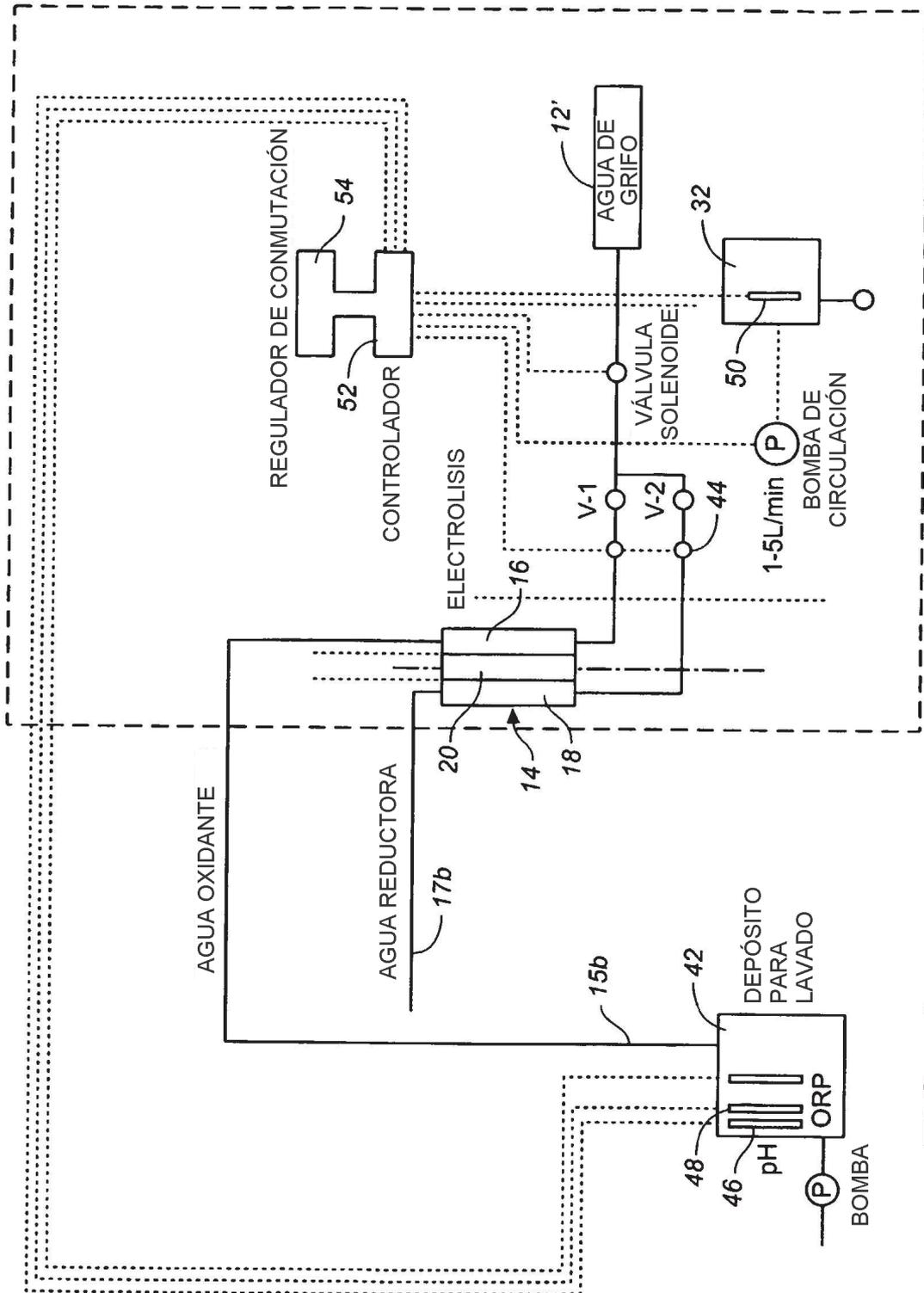


FIG.-2

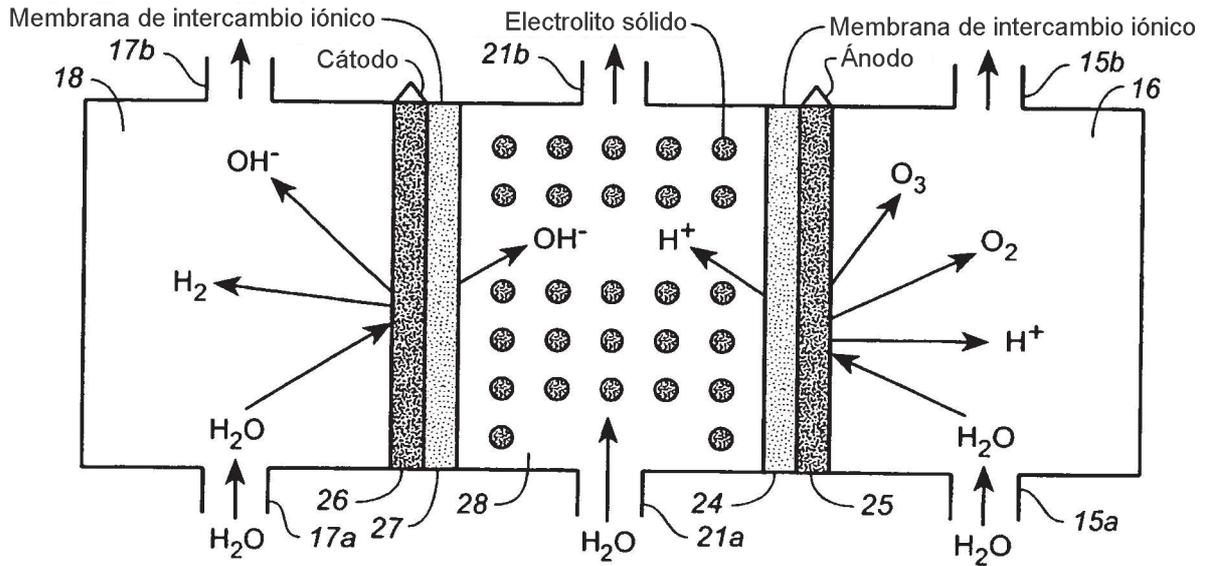


FIG. 3

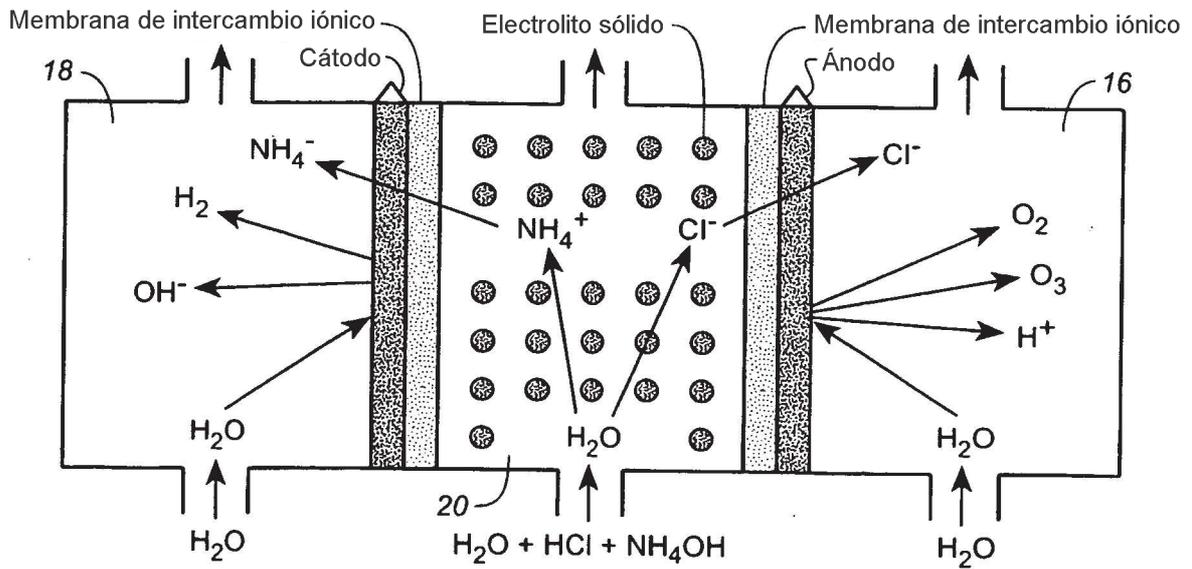


FIG. 4

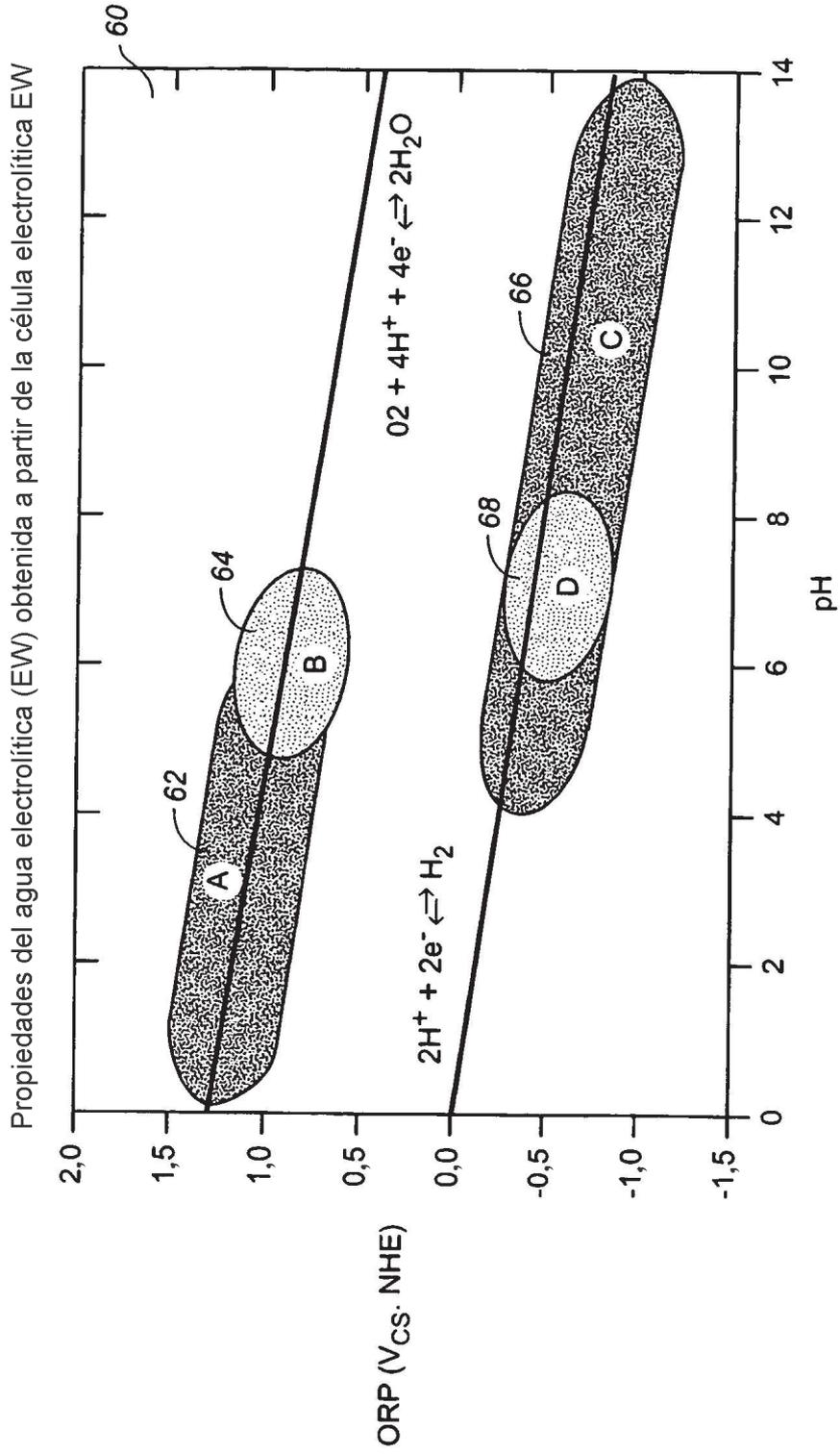


FIG.-5

Estabilidad a lo largo del tiempo del agua electrolítica

70

Tipo de célula	pH del agua electrolítica		Concentración de Cl del agua electrolítica (ppm)	ORP (mV/Ag/AgCl)	Estabilidad a lo largo del tiempo	
	Agua de ánodo	Agua de cátodo			Recipiente cerrado	Recipiente abierto
TIPO 1	2,3 - 3,5	11,5 - 12,2	10 - 100	1050 - 1180	3 meses	10 días
TIPO 2	3,0 - 4,0	7,5 - 9,5	0,4 - 2,0	1000 - 1140	24 horas	3 horas
TIPO 3	5,6 - 6,0	7,5 - 9,5	0	900 - 1050	1 hora	20 minutos

- * La estabilidad del agua de electrolisis depende del tipo de célula, del electrolito y del agua desionizada
- * Se utilizaron botellas de PET y PP

FIG._6