

CARTUCHO ELECTROLÍTICO, SISTEMAS Y MÉTODOS PARA SU USO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud de la patente reivindica el beneficio de la
5 Solicitud de la Patente de E.U.A No. 62/111,980, presentada
el 4 de Febrero 4, 2015, que se incorporan como referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se conocen sistemas que electrolizan agua que contiene sales
10 alcalinas para producir agua electrolizada ácida y agua
electrolizada alcalina. El agua electrolizada ácida, que
típicamente tiene un pH entre alrededor de 2.0 y alrededor de
3.5, generalmente comprende un desinfectante que se utiliza
cada vez más en una variedad de aplicaciones desinfectantes
15 incluyendo en las industrias médica, agrícola y de
procesamiento de alimentos en otros ambientes
institucionales. El agua electrolizada básica o alcalina
también tiene un desinfectante así como también un efecto
detergente y es útil en aceite de limpieza y manchas de
20 grasa. El cloruro de sodio se usa comúnmente como la sal
alcalina que se disuelve en el agua ya que produce ácido y
bases que son ambientalmente amigables, potentes y bajas en
costo.

Ciertos sistemas de electrolización de agua

comercialmente disponibles son ensamblados "secos", lo que puede llevar a arrugas de la(s) membrana(s) selectiva(s) de iones utilizadas con los sistemas. Cuando se presentan, las membranas arrugadas causan resistencia eléctrica incrementada en la producción electrolítica de agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina. Con la finalidad de mantener la producción del sistema, el operador debe incrementar el voltaje para mantener la corriente eléctrica en la resistencia incrementada.

Otra preocupación del uso de ciertos sistemas de electrolización de agua comercialmente disponibles se origina del pH del agua electrolizada ácida, típicamente de alrededor de pH 2 a alrededor de pH 3.5. El agua electrolizada ácida en el intervalo de pH típico tiende a limitar la concentración del desinfectante en el agua electrolizada ácida. La operación de un cierto sistema de electrolización de agua comercialmente disponible suministrado con agua suavizada que era inicialmente razonablemente "dura", por ejemplo, que contiene una concentración razonablemente alta de calcio y/o magnesio soluble, tiende a proporcionar al sistema con un suministro de agua amortiguada, que puede a veces proporcionar un pH para producir agua electrolizada ácida que tiene una concentración óptima de desinfectante. Sin embargo, los resultados benéficos generalmente no se logran si el agua

es inicialmente razonablemente suave.

Los usuarios preferirían tener un sistema que produzca una solución ácida acuosa y solución alcalina acuosa que requiera la menor cantidad de producción de energía (es
5 decir, voltaje de corriente directa) en el sistema. Con la finalidad de disminuir la producción de energía, el sistema debería intentar minimizar la resistencia eléctrica mientras se mantiene la corriente eléctrica adecuada para producir la cantidad o concentración deseada de la solución ácida acuosa
10 y/o solución alcalina acuosa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Se proporciona un cartucho electrolítico. El cartucho electrolítico comprende un electrodo que se puede conectar a
15 un suministro eléctrico. Una membrana selectiva de iones está dispuesta en un lado del electrodo con la finalidad de definir un espacio adyacente a al menos una porción del electrodo. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de iones en un lado opuesto al espacio. Una placa de enlace
20 está dispuesta en el inserto permeable en un lado opuesto al lado de frente de la membrana selectiva de iones. El espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en una entrada del espacio y en comunicación con una salida del espacio. El espacio se sella de manera que, cuando el

cartucho electrolítico se sumerja en la solución salmuera que comprende iones, el único camino para los iones de la solución salmuera para ingresar al espacio se a través de la membrana selectiva de iones.

5 Se proporciona un sistema de electrolización para electrolizar una solución salmuera de agua e iones de una sal alcalina para producir agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina. El sistema proporciona una batea colectora que comprende una cámara interna para contener la
10 solución salmuera, que comprende cationes y aniones, y que define un baño de salmuera. Un primer cartucho electrolítico se configure en la cámara interna de la batea colectora con el primer cartucho electrolítico sumergido en el baño de salmuera. El primer cartucho electrolítico comprende un
15 primer electrodo que está conectado a un suministro eléctrico que carga positivamente al primer electrodo. Una membrana selectiva de aniones está dispuesta en un lado del primer electrodo con la finalidad de definir un primer espacio adyacente a al menos una porción del primer electrodo en la
20 cual los aniones de la solución salmuera puede ingresar a través de la membrana selectiva de aniones. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de aniones en un lado opuesto al primer espacio. Una placa de enlace está dispuesta en el inserto permeable en un lado opuesto al lado que hace

frente a la membrana selectiva de aniones. El primer espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en una entrada del primer espacio y en comunicación con una salida del primer espacio. El primer espacio está sellado del baño de salmuera de manera que el último camino para los aniones de la solución salmuera ingresen al primer espacio pase a la membrana selectiva de iones. Un segundo cartucho de electrolito está configurado en la cámara interna de la batea colectora con el segundo cartucho de electrolito sumergido en el baño de salmuera. El Segundo cartucho de electrolito comprende un segundo electrodo que está conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente al segundo electrodo. Una membrana selectiva de cationes está dispuesta en un lado del segundo electrodo con la finalidad de definir un segundo espacio adyacente a al menos una porción del segundo electrodo y en el cual los cationes de la solución salmuera pueden ingresar a la membrana selectiva de cationes. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de cationes en un lado opuesto al segundo espacio. Una placa de enlace está dispuesta en el inserto permeable en un lado opuesto al lado de frente a la membrana selectiva de cationes. El segundo espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en una entrada del segundo espacio y en comunicación con una salida del segundo espacio. El segundo

espacio está sellado del baño de salmuera de manera que el único camino para los cationes de la solución salmuera para ingresar al segundo espacio es a través de la membrana selectiva de cationes.

5 Se proporciona un método de producción de agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina de una solución salmuera que comprende cationes y aniones. El método comprende sumergir un primer cartucho electrolítico, un
10 segundo cartucho electrolítico, un cartucho catódico en la solución salmuera. El primer cartucho electrolítico comprende un primer electrodo conectado a un suministro electrónico que carga positivamente el primer electrodo. El primer cartucho electrolítico además comprende una membrana selectiva de aniones que está apoyada relativa al primer electrodo con la
15 finalidad de definir un primer espacio adyacente a al menos una porción del primer electrodo. El primer espacio está sellado de la solución de salmuera de manera que el único camino para que los aniones de la solución de salmuera entren al primer espacio es a través de la membrana selectiva de
20 aniones. El segundo cartucho electrolítico comprende un Segundo electrodo conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente el segundo electrodo. El segundo cartucho electrolítico además comprende una membrana selectiva de cationes que está apoyada relativa al segundo electrodo con

la finalidad de definir un segundo espacio adyacente a al menos una porción del segundo electrodo. El segundo espacio está sellado de la solución salmuera de manera que el único camino para que los cationes de la solución salmuera entren al segundo espacio es a través de la membrana selectiva de cationes. El cartucho de cátodo, que también es un cartucho electrolítico, comprende un tercer electrodo conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente al tercer electrodo. El cartucho de cátodo además comprende una membrana selectiva de cationes que está apoyada relativa al tercer electrodo con la finalidad de definir un tercer espacio adyacente a al menos una porción del tercer electrodo. El tercer espacio está sellado de la solución salmuera de manera que el único camino para que los cationes de la solución salmuera pasen al tercer espacio sea a través de la membrana selectiva de cationes. El agua dulce fluye a través del primero, segundo y tercer espacios mientras el primero, segundo y tercer electrodos se cargan, de este modo creando un primer producto, un segundo producto, y un tercer producto fluyendo de cada espacio respectivo. Al menos una parte del tercer producto fluye a través del primer espacio mientras al menos el primero y segundo electrodos se cargan, de este modo ajustando el pH del primer producto.

Aún se proporciona otro método. El método comprende

producir solución alcalina acuosa por medio de un cartucho electrolítico sumergido en una solución salmuera y teniendo un electrodo cargado negativamente. Al menos una porción de la solución acuosa alcalina producida por el cartucho electrolítico que tiene el electrodo negativamente cargado se alimenta a un cartucho electrolítico sumergido en la solución salmuera y que tiene un electrodo cargado positivamente. La solución acuosa de ácido hipocloroso que tiene un pH de alrededor de 4 a alrededor de 6 es producida por medio del cartucho electrolítico sumergido en la salmuera y que tiene el electrodo cargado positivamente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIGURA 1 Es un dibujo esquemático de un sistema de electrolización ejemplar de acuerdo con la presente invención.

La FIGURA 2 Es una vista despiezada de un cartucho electrolítico de acuerdo con la presente invención.

La FIGURA 2A es una vista frontal de un cartucho electrolítico ensamblado según la invención.

La FIGURA 2B es una vista de sección transversal del cartucho electrolítico ensamblado de la FIGURA 2A.

La FIGURA 2C es una vista detallada de la sección transversal de la vista lateral del cartucho electrolítico

ensamblado de las FIGURAS 2A y 2B.

La FIGURA 3 es una vista despiezada de un cartucho electrolítico de acuerdo a la presente invención.

La FIGURA 4 es un dibujo esquemático de un sistema de
5 electrolización de ejemplificación de acuerdo a la presente invención.

La FIGURA 5 es un dibujo esquemático de una modalidad de ejemplificación más específica de un esquema de electrolización de acuerdo a la presente invención.

10 La FIGURA 6 es una vista despiezada de la serie de cartuchos electrolíticos del sistema de electrolización de la FIGURA 5.

La FIGURA 7 es otra vista despiezada de una serie de cartuchos electrolíticos de un sistema de electrolización
15 alterno.

La FIGURA 8 es una vista despiezada de una serie de cartuchos electrolíticos de la FIGURA 6 ensamblada usando tuercas y tornillos.

20 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Aunque las modalidades que abarcan los conceptos inventivos generales pueden adoptar diversas formas, se muestra en los dibujos y se describirán a continuación varias modalidades ilustrativas y preferidas con el entendimiento de que la

presente descripción debe considerarse una ejemplificación y no está destinada a ser limitada a las modalidades específicas.

Se proporciona un cartucho electrolítico. El cartucho electrolítico comprende un electrodo que se conecta a un suministro eléctrico. Una membrana selectiva de iones está dispuesta en un lado del electrodo con la finalidad de definir un espacio adyacente a al menos una porción del electrodo. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de iones en un lado opuesto al espacio. Una placa de enlace está dispuesta en el inserto permeable un lado opuesto al lado que da frente a la membrana selectiva de iones. El espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en una entrada del espacio y en comunicación con una salida del espacio. El espacio está sellado de manera que, cuando el cartucho electrolítico está sumergido en una solución salmuera que comprende iones, el único camino para que los iones de la solución salmuera pasen al espacio es a través de la membrana selectiva de iones.

Se proporciona un sistema de electrolización para electrolizar una solución salmuera de agua e iones de una sal alcalina para producir agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina. El sistema comprende una batea colectora que comprende una cámara interna que contiene la

solución salmuera, que comprende cationes y aniones, y que define un baño de salmuera. Un primer cartucho electrolítico se configure en la cámara interna de la batea colectora con el primer cartucho electrolítico sumergido en el baño de salmuera. El primer cartucho electrolítico comprende un primer electrodo que está conectado a un suministro eléctrico que carga positivamente al primer electrodo. Una membrana selectiva de aniones está dispuesta en un lado del primer electrodo con la finalidad de definir un primer espacio adyacente a al menos una parte del primer electrodo y en el cual los aniones de la solución salmuera pueden ingresar a través de la membrana selectiva de aniones. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de aniones en un lado opuesto al primer espacio. Una placa de enlace está dispuesta en el inserto permeable en un lado opuesto al lado que da frente a la membrana selectiva de aniones. El primer espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en un lado del primer espacio y en comunicación con una salida del primer espacio. El primer espacio está sellado del baño de salmuera de manera que el único camino para que los aniones de la solución salmuera entren al primer espacio es a través de la membrana selectiva de aniones. Un Segundo cartucho de electrolito está configurado en la cámara interna de la batea colectora con el segundo cartucho electrolítico sumergido en

el baño de salmuera. El segundo cartucho electrolítico comprende un segundo electrodo que está conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente al segundo electrodo. Una membrana selectiva de cationes está dispuesta
5 en un lado del segundo electrodo con la finalidad de definir un segundo espacio adyacente a al menos una parte del segundo electrodo y en el cual los cationes de la solución salmuera pueden entrar a través de la membrana selectiva de cationes. Un inserto permeable cubre la membrana selectiva de cationes
10 en un lado opuesto al segundo espacio. Una placa de enlace está dispuesta en el inserto permeable en un lado opuesto al lado que da frente a la membrana selectiva de cationes. El segundo espacio está en comunicación con un suministro de agua dulce en una entrada del segundo espacio y en
15 comunicación con una salida del segundo espacio. El segundo espacio está sellado del espacio de salmuera de manera que el único camino para que los cationes de la solución salmuera entren al segundo espacio sea a través de la membrana selectiva de cationes.

20 Refiriéndonos a la FIGURA 1 de los dibujos, se muestra una modalidad ilustrativa del sistema de electrolización110 construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El sistema de electrolización ilustrado 110 es operable para electrolizar una solución de agua y una sal

alcalina para producir agua electrolizada ácida y/o alcalina (es decir, base) agua electrolizada. Tanto el agua electrolizada ácida (es decir, desinfectante ácido) y agua electrolizada alcalina (es decir, limpiador base) tienen
5 propiedades benéficas desinfectantes y de limpieza haciéndolas útiles en una variedad de aplicaciones incluyendo médica, agrícola, de procesamiento de alimentos e institucional. De acuerdo a una modalidad, la solución de agua y sal es una solución salina o salmuera que comprende
10 agua y cloruro de sodio. Dependiendo de las condiciones del proceso, la electrolisis de una solución salmuera que comprende agua y cloruro de sodio produce solución de ácido hipocloroso acuosa (por ejemplo, un desinfectante ácido) y una solución de hidróxido de sodio acuosa (por ejemplo, un
15 limpiador base), cada una siendo una solución química acuosa. Observar que, aunque la FIGURA 1 ha sido dibujada para mostrar los fluidos fluyendo a y de los cartuchos 14 a través de las paredes y fuera del baño de salmuera 112, tal fluido generalmente fluirá a través de conductos flexibles (por
20 ejemplo, mangueras) que están configuradas de manera que las mangueras entrarán o saldrán, cuando sea necesario, por medio de una abertura superior del baño de salmuera 112.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el sistema de electrolización 110 incorpora baño de salmuera 112

en el cual al menos un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 y al menos un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado negativamente 16 están sumergidos en salmuera, con sustancialmente todos los lados de los cartuchos 14 abiertos a la salmuera. Como se usa en la presente, una celda electrolítica consiste de un par de cartuchos electrolíticos 14, con un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 y otro cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado negativamente 16. El uso de un baño de salmuera abierto 112 con cartuchos electrolíticos sumergidos 14 elimina la necesidad de cualquier cámara intermedia obstructiva de este modo permitiendo que el fluido fluya más libremente a través del sistema. También elimina la necesidad de guías complejas para dirigir el flujo del fluido de este modo simplificando el diseño así como también incrementar la eficacia. La configuración de membranas 18 en cada lado de cada electrodo 16 permite que los iones sean introducidos en el cartucho 14 de ambos lados de cada electrodo 16.

Cada uno de los cartuchos electrolíticos 14 tiene una entrada de agua dulce 26 (es decir, entrada del espacio) que está conectada a un suministro de agua dulce que es dirigida al espacio 100 (por ejemplo, FIGURA 2) en el cartucho 14 entre membranas 18 y electrodo 16. En el cartucho 14, el agua

dulce se mezcla con los iones introducidos en el espacio 100 (por ejemplo, FIGURA 2) del cartucho 14 para formar ya sea una solución ácida acuosa (en el cartucho 14 con el electrodo cargado positivamente 16) o solución alcalina acuosa (en el
5 cartucho 14 con el electrodo cargado negativamente 16). Cada cartucho 14 tiene salida 28 que está conectada a una línea que permite que las respectivas soluciones químicas acuosas (solución ácida acuosa o solución alcalina acuosa) salgan de los cartuchos 14. El flujo de la salmuera, el agua dulce y
10 las soluciones químicas acuosas a través del sistema puedan controlarse como es conocido por las personas expertas en la técnica.

Refiriéndonos ahora a la FIGURA 2 de los dibujos, se muestra una modalidad ilustrativa de una vista despiezada de
15 un cartucho electrolítico 14 construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El cartucho electrolítico 14 de la FIGURA 2 comprende el electrodo 16 soportado por la carcasa 40. En ciertas modalidades, la carcasa 40 está construida de un material polimérico que es
20 idóneo para mantenerse sumergido en salmuera por periodos de tiempo extendidos, por ejemplo, al menos 1000 horas, sin degradación sustancial. En una modalidad preferida, la carcasa 40 está hecha del mismo material como la placa de enlace 38 y/o pared en blanco 81 (por ejemplo, FIGURA 3) y/o

tuercas 202 y tornillos 204 (por ejemplo, FIGURA 8), cuando se utiliza. En una modalidad preferida, la carcasa 40 está construida de una poliamida alifática (por ejemplo, nylon).

La FIGURA 2 ilustra un cartucho de “dos lados”, es decir, un cartucho que tiene membranas dispuestas en cada uno de los dos lados primarios del electrodo 16. Como se describe en la presente, un cartucho alternativo, por ejemplo, el cartucho 14a de la FIGURA 3, puede construirse con la finalidad de tener una pared en blanco 81 tomando el lugar de un grupo de la empaquetadora 17, la membrana 18, el inserto permeable 19, y la placa de enlace 38, de este modo sellando un lado del electrodo 16 de la salmuera, cuando se sumerge. La modalidad alterna de la FIGURA 3 además se describe en la presente. La modalidad de la FIGURA 2 muestra el cartucho 14 que tiene un electrodo 16 que tiene una construcción sólida similar a un nido de abejas, que ayuda a proporcionar una intensidad uniforme de campo eléctrico. El electrodo 16 puede tener, por ejemplo, una placa sólida o una construcción con hoyuelos, o de otro modo ser construido para proporcionar corriente según sea necesario para realizar las reacciones electrolíticas descritas en la presente. Obsérvese, el término “permeable” se usa para describir el inserto 19 hasta el punto que el inserto permeable 19 es permeable para la salmuera, es decir, permite que pase la salmuera. El término “permeable” como se

usa para describir el inserto permeable 19 no se pretende denotar que el inserto permeable 19 está construido de material de membrana. Varias modalidades del inserto permeable 19 además se describen en la presente.

5 El electrodo 16 está generalmente construido de una sustancia conductiva, que generalmente es metal. En ciertas modalidades el ánodo, es decir, el electrodo cargado positivamente 16, está construido de una sustancia que es compatible con soluciones ácidas acuosas (por ejemplo, agua
10 electrolizada ácida). En una modalidad preferida, el ánodo está construido de titanio recubierto con un recubrimiento de óxido de metal mezclado, por ejemplo, un recubrimiento de óxidos de ciertos metales. En ciertas modalidades, el recubrimiento de óxido de metal mezclado comprende óxidos de
15 tántalo, rutenio e iridio.

En ciertas modalidades del cátodo, es decir, el electrodo cargado negativamente 16 está construido de una sustancia conductora que es compatible con soluciones alcalinas solubles. En una modalidad preferida, el cátodo
20 está construido de titanio o aleación del mismo.

Cada cartucho 14 incluye la carcasa 40 que proporciona una estructura a la cual el electrodo 16, empaquetadoras 17, membranas 18, insertos permeables 19, y placas de enlace 38 pueden adjuntarse. Para facilitar el sellado de las membranas

18 al cartucho 14, la carcasa 40 tiene generalmente una ventana como configuración y está construida de manera que cuando las membranas 18 y el electrodo 16 está conectadas a ella por medio, por ejemplo, de la empaquetadora 17, el espacio 100 se proporciona con la finalidad de contactar y ubicarse adyacente al electrodo 16 (por ejemplo, entre el electrodo 16 y las membranas 18). Las FIGURAS 2A-2C muestran una vista de sección transversal de un cartucho ensamblado 14 que tiene espacios 100 rodeados por el electrodo 16, empaquetadoras 17, membranas 18, e insertos permeables 19. Para la modalidad ilustrada en las FIGURAS 2A-2C, dos pares de insertos permeables 19 se muestran (total de cuatro insertos permeables 19). Los cartuchos 14 y 14a, como se ilustran en las FIGURAS 2-3, permiten el flujo de agua a través del espacio 100, en el cual los iones pueden introducirse para producir, por ejemplo, solución alcalina acuosa (por ejemplo, agua electrolizada alcalina) o solución acida acuosa (por ejemplo, agua electrolizada ácida).

Notar que, los espacios 100 se muestran en tres distintas secciones en la vista de sección transversal de la FIGURA 2C, pero los tres distintos espacios 100 de la modalidad de la FIGURA 2C son de hecho un espacio continuo adyacente al electrodo 16. El espacio central 100 representa el espacio entre la estructura similar a un nido de abejas

del electrodo 16, y únicamente una parte del electrodo 16 se muestra en la FIGURA 2C. Si el electrodo 16 fuera sólido, el espacio central 100 sería parte del electrodo, y los espacios flanqueantes 100 representarían los espacios adyacentes al electrodo 16.

Los términos "solución acuosa" y solución química acuosa se usan en la presente para describir un líquido que contiene agua que es producido por un cartucho, celda, sistema o método descrito en la presente (por ejemplo, agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina), o se convertirá así (por ejemplo, agua dulce, cualquier sustancia intermedia entrando, contenida en, o dejando espacio 100). Aunque la salmuera es una solución acuosa en el sentido general del término, la salmuera no es una "solución acuosa" o una "solución química acuosa" como es referenciada en esta solicitud.

Cuando el cartucho 14 está sumergido en salmuera, los iones se extraen de la salmuera al espacio 100 del cartucho 14 por el cambio asociado con el electrodo 16. Las membranas 18 son selectivamente permeables para ciertas especies de iones como se describe en la presente. El espacio 100 está ubicado adyacente al electrodo 16 con la finalidad de contactar la superficie del electrodo 16, es decir, ubicado entre las membranas 18 y el electrodo 16. El espacio 100 está

sellado de manera que, cuando se sumerge en salmuera, el único camino de flujo de los iones en el espacio 100 es por medio de una membrana 18, de este modo únicamente unas ciertas especies de iones (es decir, es decir iones cargados positivamente o iones cargados negativamente) pueden pasar en el espacio 100 para un cartucho particular 14.

Como se ilustra en las figuras, la carcasa 40 está diseñada para limitar los puntos de contacto entre la carcasa 40 y el electrodo 16, y también entre la carcasa 40 y las respectivas membranas 18, de este modo definiendo el espacio 100 adyacente al electrodo 16, por ejemplo, en el área entre membranas 18 y el electrodo 16, o para cartucho 14a, en el área entre la membrana 18 y la pared en blanco 81 (ver FIGURA 3). Ventajosamente los iones atraídos hacia (y a través de) las membranas 18 en gran medida no son obstruidos por la carcasa 40, inserto(s) permeable(s) 19, y placa(s) de enlace 38, de manera que los iones fácilmente viajan a través o alrededor de cada componente exterior a las membranas 18, en el espacio 100, y a la superficie del electrodo 16, de este modo reaccionado para formar la respectiva solución química acuosa. Como se describe en la presente, las membranas 18 no compactan al electrodo 16 durante la operación.

Una característica importante de los cartuchos electrolíticos 14 y 14a se relaciona al espacio 100 siendo

sellado. Como se muestra en la FIGURA 2, dispuestas en cada lado del electrodo 16 y carcasa 40 está un par de empaquetadoras 17, seguido por un par de membranas 18, seguido por un par de placas de enlace 38. Las empaquetadoras 17 proporciona un sello entre el electrodo 16 y la membrana 18, de este modo definiendo el espacio 100. Las empaquetadoras 17 se utilizan para ayudar en el sellado de las membranas 18 de una manera suave y plana en el espacio 100. Se ha encontrado que las arrugas de la membrana 18 durante el ensamble u operación afectan la eficacia del cartucho 14. Las empaquetadoras 17 ayudan en el ensamble del cartucho 14 sellando el espacio 100 incluso para ensamble "húmedo". Lo que quiere decir ensamble "húmedo" es que las membranas están empapadas con agua previo al ensamble. El empapamiento de las membranas causa que las membranas se expandan a su tamaño final, que es más grande que su tamaño "seco". El ensamble "seco" lleva a que las membranas se expandan una vez sumergidas, lo que lleva a una superficie ondulada de la membrana, de este modo causando ineficiencias en la producción de las soluciones químicas acuosas descritas en la presente. El ensamblaje del cartucho usando membranas completamente expandidas permite la eficacia incrementada como se compara a las membranas que no están completamente expandidas previo a su ensamble.

En ciertas modalidades, las empaquetadoras 17 son de alrededor de 0.8 mm a alrededor de 1.2 mm de grosor previo a su ensamble. Durante la operación, la carcasa 40, la empaquetadora 17, y la membrana 18 proporciona espacio 100 con la finalidad de tener una distancia del electrodo 16 a la membrana 18 de alrededor de 0.1 mm a alrededor de 0.6 mm, dependiendo de muchos factores. Generalmente, los cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente tendrán una distancia del electrodo 16 a la membrana 18 de alrededor de 10 0.1 mm a alrededor de 0.3 mm, y los cartuchos que tiene electrodos cargados negativamente tendrán una distancia del electrodo 16 a la membrana 18 de alrededor de 0.3 mm a alrededor de 0.6 mm. En una modalidad preferida, la distancia del electrodo 16 a la membrana 18 es independientemente 15 ajustable para cada cartucho 14.

En ciertas modalidades, las empaquetadoras 17 comprenden, consisten esencialmente de, o consisten de un elastómero que es compatible con salmuera, soluciones acuosas ácidas, y soluciones acuosas alcalinas. Las modalidades de 20 ejemplificación de los elastómeros idóneos incluyen, pero no se limitan a, isopreno (por ejemplo, caucho natural), copolímero isobutileno isopreno (por ejemplo, caucho butilo) monómero dieno propileno etileno (clase M) caucho ("EPDM"), fluoroelastómeros, siliconas, mientras el elastómero

seleccionado pueda soportar sin degradación sustancial las especies iónicas particulares que se contactan cuando se sumergen en solución salmuera. En una modalidad preferida, el elastómero es silicona.

5 En ciertas modalidades preferidas, las empaquetadoras 17 comprenden un lado al menos parcialmente recubierto con un adhesivo, que en ciertas modalidades es capaz de adherir una superficie a un artículo húmedo. Cuando se utiliza, el adhesivo generalmente no funciona para sellar el espacio 100,
10 pero si para ayudar en el ensamble húmedo del cartucho 14. El adhesivo permite que la membrana empapada se adhiera a la empaquetadora. El adhesivo permite la adherencia de los artículos húmedos el uno al otro, facilitando de este modo el apriete el cartucho 14 sin deslizamiento sustancial de la
15 empaquetadora y la membrana. Los ejemplos de los adhesivos que son capaces de adherir una superficie a un artículo húmedo incluyen, pero no se limitan a, adhesivos acrílicos y adhesivos de poliuretano. En ciertas modalidades preferidas, el adhesivo es un adhesivo acrílico.

20 Los cartuchos 14 que tienen electrodos negativamente cargados 16 están equipados con membranas de intercambio de iones positivos 18, es decir, membranas selectivas de cationes. En ciertas modalidades, las membranas selectivas de cationes permiten que pasen los iones alcalinos. En una

modalidad preferida, las membranas selectivas de cationes permiten que los iones de sodio pasen. En una modalidad preferida, las membranas selectivas de cationes están construidas de un copolímero-fluoropolímero con base de tetrafluoroetileno sulfonado. Las membranas selectivas de cationes pueden obtenerse de, por ejemplo, E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware.

Los cartuchos 14 que tienen electrodos cargados positivamente 16 están equipados con membranas de intercambio de iones negativos 18, es decir, membranas selectivas de aniones. En ciertas modalidades, las membranas selectivas de aniones permiten, entre otros, que los iones de haluro pasen. En una modalidad preferida, las membranas selectivas de aniones permiten, entre otros, que pasen los iones de cloruro y clorato. En una modalidad preferida, las membranas selectivas de aniones están construidas de un paño de politetrafluoroetileno que tiene un recubrimiento de tetrafluoroetileno sulfonado. Las membranas selectivas de aniones pueden obtenerse de, por ejemplo, Membranes International, Ringwood, New Jersey. De acuerdo a una modalidad preferida, las membranas 18 tienen una estructura porosa pero aún rígida.

Otra característica importante de los cartuchos electrolíticos 14 y 14a se relaciona a la habilidad de la

salmuera y corriente eléctrica para viajar a las membranas 18. Como se muestra en la FIGURA 2, continuando hacia afuera desde el electrodo 16, más allá del par de membranas 18 está un par de insertos permeables 19. La incorporación de insertos permeables 19 ayuda a permitir que una mayor superficie exterior de las membranas 18 sea expuesta a salmuera que en la ausencia de insertos permeables 19.

El tamaño y/o cantidad del inserto permeable 19 puede variar de cartucho a cartucho. En una modalidad preferida, el cartucho 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 además comprende, entre otros, el inserto permeable 19 dispuesto entre la membrana 18 y placa de enlace 38, en donde el inserto permeable 19 tiene las direcciones de aproximadamente 63.5 mm por aproximadamente 139.7 mm por aproximadamente 1.6 mm (es decir, aproximadamente 2.5 pulgadas por 5.5 pulgadas por 1/16 pulgada) antes del apriete de los componentes que forman el cartucho 14.

En ciertas modalidades el cartucho electrolítico, el inserto permeable 19 está construido de un material que permite el paso de salmuera a través del inserto permeable a la superficie de la respectiva membrana. En ciertas modalidades, el inserto permeable está construido de un polímero espumado de celdas abiertas. Los monómeros de ejemplo que pueden polimerizarse y utilizarse para formar el

polímero espumado de celdas abiertas incluyen, pero no se limitan a, isocianato, etileno, propileno, estireno, un epóxido (por ejemplo, óxido de propileno, óxido de 1,2-butileno, epoclorohidrina, y similares), y combinaciones de los mismos (por ejemplo, copolímeros, terpolímeros, mezclas de polímeros, etc.). En una modalidad preferida, el polímero espumado de celdas abiertas comprende poliuretano. A palabra "polímero" se usa en la presente para referirse a cualquier o una combinación de homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, y cualquier molécula que comprenda al menos tres unidades de repetición. A pesar del monómero seleccionado, el polímero espumado de celdas abiertas debe permitir que la salmuera pase a la superficie de membrana.

En ciertas modalidades, el polímero espumado de celdas abiertas está recubierto con una sustancia de recubrimiento. A sustancia de recubrimiento puede aplicarse, por ejemplo, por inmersión del polímero espumado de celdas abiertas en una forma líquida de la sustancia de recubrimiento como es sabido por las personas expertas en la técnica. Aunque ciertas modalidades del inserto permeable pueden construirse de espuma de polímero de celdas no abiertas, ciertas otras modalidades comprenden una sustancia de recubrimiento. La sustancia de recubrimiento puede aplicarse, según lo necesario, para proteger el polímero espumado de celdas

abiertas de la degradación que puede ser causada por la salmuera. Idealmente, la sustancia de recubrimiento, cuando se utiliza, mejorará el transporte de la salmuera del baño a la membrana mientras protege el polímero espumado de celdas

5 abiertas de la degradación que puede ser causada por la naturaleza iónica de la salmuera. Las sustancias de recubrimiento de ejemplificación incluyen, pero no se limitan a, cloruro de polivinilo ("PVC"), cloruro de polivinilo clorado ("CPVC"), fluoruro de polivinilideno ("PVDF"),

10 politetrafluoroetileno ("PTFE"), copolímero acetato vinilo etileno ("EVA"), copolímero acrilato metil etilo ("EMA"), y combinaciones de los mismos. En una modalidad preferida, la sustancia de recubrimiento es cloruro de polivinilo.

Las placas de enlace 38 están dispuestas en la

15 superficie externa de cada uno de los insertos permeables 19 como se muestra en la FIGURA 2, o insertos permeables externos si se utilizan múltiples insertos permeables. En esta modalidad, cuando los cartuchos 14 se ensamblan juntos en serie (ver, por ejemplo, FIGURAS 4-8). Las placas de

20 enlace 38 pueden proporcionar una configuración similar a marco de ventana con las piernas extendiéndose alrededor del perímetro de la respectiva membrana 18 y las membranas transversales que se extiendan entre las dos piernas con la finalidad de definir espacios abiertos entre los insertos

permeables 19 y las membranas 18 de los cartuchos adyacentes (ver, por ejemplo, FIGURAS 5 y 6). La membrana 18 debe de adjuntarse a cada carcasa 40 de manera que la membrana 18 esté esencialmente tocando al electrodo 16 cuando el espacio 100 esté vacío. La membrana 18 debe separar a una distancia dentro del intervalo de distancias descritas en la presente cuando esté en operación.

Refiriéndonos a la FIGURA 3, una modalidad alterna del cartucho se muestra como cartucho 14a. El cartucho 14a comprende un electrodo y una carcasa como en la FIGURA 2, pero la pared en blanco 81 está dispuesta en un lado del electrodo 16 y la carcasa 40 en el lugar de la empaquetadora, la membrana, el inserto permeable, y la placa de enlace del cartucho 14 de la FIGURA 2. A menos que el contexto claramente lo indique de otro modo, los términos "cartucho" y "cartucho electrolítico" se usan generalmente en la presente.

Para facilitar el flujo de la solución acuosa a través del espacio 100 del cartucho 14, cada cartucho 14 incluye canal de distribución de agua dulce 62 (ver FIGURAS 6 y 7). El canal de distribución de agua dulce 62 comunica con el espacio 100 adyacente al electrodo 16 vía series de pasos que se extienden a través de la carcasa 40 del canal de distribución 62 y se comunica con el espacio 100 ubicado adyacente al electrodo 16. Pasos similares pueden

proporcionarse en el extremo opuesto de la carcasa 40 para permitir que la solución química acuosa apropiada pase a la cámara de recolección química 64 (ver FIGURAS 6 y 7) extendiéndose a través del borde opuesto de la carcasa 40.

5 Idealmente, los cartuchos 14 se configurarán con la finalidad de tener canal de distribución de agua dulce 62 en un borde inferior del cartucho 14, facilitando el flujo hacia arriba del agua dulce (o solución alcalina acuosa para ciertas modalidades, por ejemplo, modalidades de las FIGURAS 4 y 5),
10 y fuera de las cámaras de recolección química 64.

El canal de distribución de agua dulce 62 para al menos cartuchos 14 que tienen electrodos cargados negativamente¹⁶ está en comunicación con la entrada de agua dulce 50 (por ejemplo, FIGURA 2). Igualmente, el canal de recolección
15 química 64 para cada cartucho 14 está en comunicación con una salida 52, como se muestra en, por ejemplo, la FIGURA 2. Ya que cada cartucho 14 tiene su propio canal de distribución de agua dulce 62 y cámara de recolección química 64, cada cartucho puede considerarse autónomo en que meramente
20 necesita sumergirse en baño de salmuera, apropiadamente cargado, y conectado a una o más fuentes de agua dulce y salidas químicas, mientras al menos dos cartuchos están presentes, con uno de los cartuchos teniendo un electrodo cargado positivamente y el otro cartucho teniendo un

electrodo cargado negativamente. Sin embargo, múltiples cartuchos de cada uno pueden incluirse en un sistema particular, y un número igual de cada uno puede no estar presente. Como se describe en la presente, una modalidad

5 preferida incluye un número mayor de cartuchos que tienen electrodos cargados negativamente que los cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente. En una modalidad preferida adicional, el canal de distribución de agua dulce

62 del cartucho 14 que tiene un electrodo cargado

10 positivamente 16 distribuye solución alcalina acuosa en el espacio 100 para reaccionar y formar solución ácida acuosa que tiene un pH de alrededor de 4 a alrededor de 6.

Aunque las figuras proporcionan ilustraciones de las modalidades mostrando agua dulce siendo introducida y

15 solución química acuosa sacada en los extremos opuestos de los cartuchos14, los cartuchos podrían configurarse de manera que el agua sea introducida y la solución química acuosa se saque del mismo extremo de los cartuchos.

Aunque las modalidades de las figuras muestran los

20 cartuchos que tienen configuraciones rectangulares, y los correspondientes electrodo, carcasa, empaquetadoras, membranas, insertos permeables, y placas de enlace tiene configuraciones rectangulares también, aquellas personas expertas en la técnica apreciarán que otras configuraciones

también podrían usarse. De acuerdo a una modalidad preferida, la combinación de los electrodos y las membranas puede ser aproximadamente 20 mm de grosor, y las membranas pueden ser aproximadamente 0.46 mm de grosor y capaces de aguantar una presión diferencial de 80 psi a través de la membrana. Las distancias precisas entre las membranas y el electrodo de un cartucho dado y las membranas y los electrodos de los cartuchos adyacentes pueden optimizarse a través del dimensionamiento de las carcassas, los insertos permeables, las placas de enlace, y cualquiera de los espaciadores (por ejemplo, espaciadores 82 de las FIGURAS 6-8) entre ellos para reducir la pérdida de energía de las pérdidas resistivas en los fluidos.

Los resultados experimentales presentados en el Ejemplo en la presente muestran que el cartucho 14, que utiliza uno o más insertos permeables 19, mejora la eficacia de la producción según lo comparado a los cartuchos que no incluyen insertos permeables. En particular, la tasa de producción de agua electrolizada ácida y agua electrolizada alcalina para los cartuchos que utilizan insertos permeables como se describe en la presente pueden mantenerse una tasa igual a la de los cartuchos que no utilizan insertos permeables mientras requieran energía eléctrica significativamente menor para alcanzar dicha tasa de producción. Por ejemplo, un sistema

que utiliza los cartuchos inventivos 14 ha mostrado un incremento de dos tantos en la tasa de producción de agua electrolizada ácida cuando se suministró con $1/3$ de energía eléctrica (es decir, energía DC, potencia), de este modo
5 logrando una mejoría de aproximadamente 600% sobre la tecnología previa. Los resultados, proporcionados en el Ejemplo en la presente, son sorprendentes e inesperados.

Como es entendido por las personas expertas en la técnica, la minimización de la cantidad de sal en el espacio
10 100, particularmente relacionada a la producción de agua electrolizada ácida, por ejemplo, solución acuosa de ácido hipocloroso, extiende la vida útil del productos desinfectante ácido resultante (por ejemplo, agua electrolizada ácida) y reduce el daño al equipo debido a la
15 corrosión.

Refiriéndonos a la FIGURA 4 de los dibujos, se muestra una modalidad ilustrativa del sistema de electrolización 110
construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El sistema de electrolización ilustrado110 es
20 operable para electrolizar una solución de agua y una sal alcalina para producir agua electrolizada ácida y/o agua electrolizada alcalina (es decir, base). Tanto el agua electrolizada ácida (es decir, agua desinfectante) como el agua electrolizada alcalina (es decir, limpiador base) tienen

propiedades benéficas desinfectantes y de limpieza que las hacen útiles en una variedad de aplicaciones incluyendo médica, agrícola, de procesamiento de alimentos e institucional. De acuerdo a una modalidad, la solución de agua y sal es una solución salina o salmuera que comprende cloruro de sodio y agua. Dependiendo de las soluciones del proceso, la electrolisis de una solución salmuera que comprende cloruro de sodio y agua produce solución acuosa ácida hipoclorosa (por ejemplo, un desinfectante ácido) y solución acuosa de hidróxido de sodio (por ejemplo, un limpiador base). Observar que, aunque las FIGURAS 4 y 5 han sido trazadas para mostrar los fluidos fluyendo para y de los cartuchos 14 a través de las paredes de y fuera de la batea colectora 30/baño de salmuera 112, tal fluido generalmente fluirá a través de conductos flexibles (por ejemplo, mangueras) que están configuradas de manera que las mangueras entrarán o saldrán, según sea necesario, por medio de una abertura superior de una batea colectora 30/baño de salmuera 112. En ciertas modalidades, las líneas que reciclan el producto de un cartucho 14 a un segundo cartucho (s) 14 (por ejemplo, línea de reciclaje 150) están completamente contenidas dentro de una batea colectora 30 y pueden sumergirse por completo dentro del baño de salmuera 112.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el

sistema de electrolización 110 incorpora baño de salmuera 112 en el cual al menos un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 y al menos un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado negativamente 16 se sumergen con sustancialmente con todos los lados de los cartuchos 14 abiertos a la salmuera. Como se usa en la presente, una celda electrolítica consiste de un par de cartuchos electrolíticos 14, con un cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 y el otro cartucho electrolítico 14 que tiene un electrodo cargado negativamente 16. El uso de un baño de salmuera abierto 112 con cartuchos electrolíticos sumergidos 14 elimina la necesidad de alguna cámara intermedia obstructiva de este modo permitiendo que el fluido fluya más libremente a través del sistema. También elimina la necesidad para que guías complejas dirijan el flujo del fluido de este modo simplificando el diseño así como también incrementando la eficacia. En el dibujo esquemático de la FIGURA 4, la sal salmuera 112 incluye tres cartuchos 14, uno incorporando un electrodo cargado positivamente 16 y dos incorporando electrodos cargados negativamente 16. Los cartuchos 14 están configurados para electrolizar la salmuera en un baño 112 y de este modo introducir los iones cargados positivamente y negativamente en los respectivos cartuchos 14. En la

modalidad de la FIGURA 4, las membranas permeables de iones 18 se proporciona en cada lado del electrodo 16 en cada cartucho 14. Las membranas de configuración 18 en cada lado del electrodo 16 permiten que los iones sean introducidos en el cartucho 14 de ambos lados de cada electrodo 16.

En el sistema de la FIGURA 4, el suministro de salmuera opcional 20 está conectado al baño 112 por medio de la línea de suministro de salmuera 22. También se proporciona la línea de recirculación de salmuera opcional 24 que saca la salmuera gastada del baño 112 y la regresa al suministro de salmuera 20. Como resultado de esta configuración, la salmuera se circula a través del baño 112 y alrededor y más allá de los cartuchos electrolíticos 14. La salmuera puede suministrarse al baño 112 por medio de cualquier manera conocida en la técnica. A medida que la salmuera pasa a los cartuchos electrolíticos 14, se somete a una reacción de electrolisis con los iones cargados negativamente siendo introducidos al cartucho 14 con el electrodo cargado positivamente 16 y los iones cargados positivamente siendo introducidos en el cartucho con el electrodo cargado negativamente 16.

Cada uno de los cartuchos electrolíticos 14 tiene una entrada de agua dulce 26 (es decir, entrada del espacio) que está conectada a un suministro de agua dulce que es dirigida al espacio 100 en el cartucho 14 entre las membranas 18 y el

electrodo 16. En el cartucho 14, el agua dulce se mezcla con los iones introducidos en el espacio 100 del cartucho 14 para formar ya sea solución ácida acuosa (en el cartucho 14 con el electrodo cargado positivamente 16) o solución alcalina acuosa (en el cartucho 14 con el electrodo cargado negativamente 16). Cada cartucho 14 tiene una salida 28 que está conectada a una línea permitiendo que las respectivas soluciones químicas acuosas (solución ácida acuosa o solución alcalina acuosa) salgan de los cartuchos 14. El flujo de la salmuera, agua dulce y soluciones químicas acuosas a través del sistema puede controlarse como es sabido por las personas expertas en la técnica.

Mostrada en la FIGURA 4, una característica importante del sistema 110 es la habilidad para alimentar el producto de un cartucho catódico a la entrada de un cartucho electrolítico que tiene un electrodo cargado positivamente 16. En la FIGURA 4, la salida del cartucho catódico 14c está configurada para suministrar el producto producido por el cartucho catódico 14c a la entrada del cartucho 14 que tiene el electrodo cargado positivamente 16. La habilidad para suministrar tal producto al cartucho 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 permite el control del pH del producto del cartucho 14 que tiene el electrodo cargado positivamente 16 a pesar de la salinidad (o ausencia de la

misma) del agua dulce siendo suministrada al sistema 110, o la dureza del agua dulce siendo suministrada a un suavizante de agua, cuya salida puede suministrarse al sistema 110.

Para permitir que el sistema sea fácilmente escalado a una tasa de producción deseada de solución ácida acuosa y/o solución alcalina acuosa, los cartuchos electrolíticos 14 pueden tener un diseño modular, por ejemplo, cada cartucho puede configurarse de manera que tales múltiples cartuchos 14 puedan unirse el uno al otro. Esto permite que el sistema sea escalado a una tasa de producción deseada agregando o sustrayendo cartuchos y/o celdas adicionales. Las modalidades ilustrativas de los sistemas incluyendo tales cartuchos modulares 14 se muestran en la FIGURA 1 y las FIGURAS 4-8. Por ejemplo, los diagramas de las FIGURAS 5-8 incluyen un total de cinco cartuchos electrolíticos 14 (tres cargados negativamente y dos cargados positivamente).

Refiriéndonos a la FIGURA 5, los cartuchos 14 se reciben en la batea colectora 30 que define un baño de salmuera (por ejemplo, baño de salmuera 112 de FIGURA 4). Mientras la modalidad de la FIGURA 5 ilustra cinco cartuchos, se entenderá que los cartuchos más o menos podrían ser proporcionados. Por ejemplo, un sistema con únicamente tres cartuchos (por ejemplo, FIGURA 4) podría proporcionarse que tuviera ya sea tasa de producción de solución alcalina acuosa

a solución acuosa ácida 2:1 o una tasa de producción ácido a base 2:1. En la modalidad de la FIGURA 5, el sistema comprende, entre otros, una cantidad de cartuchos que tienen electrodos cargados negativamente que es una más grande que la cantidad de cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente. En la modalidad de la FIGURA 5, el sistema está construido y configurado de manera que una salida de uno de los cartuchos que tiene un electrodo cargado negativamente (por ejemplo, cartucho catódico 14c) esté en comunicación con la salida de agua dulce 50 (por ejemplo, FIGURA 2) y el canal de distribución de agua dulce 62 (por ejemplo, FIGURAS 6 y 7) de al menos uno de los cartuchos 14 que tienen un electrodo cargado positivamente. Incluso en una modalidad aún más preferida, como se ilustra en la FIGURA 5, el agua dulce no se suministra a los espacios 100 de los cartuchos 14 que tienen electrodos cargados positivamente, sino que el producto de al menos un cartucho catódico 14c que tiene un electrodo cargado negativamente suministra entradas de agua dulce 50 y canales de distribución de agua dulce 62, y de este modo espacios 100, de los cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente, por ejemplo, por medio de líneas de reciclaje 150. Típicamente, los cartuchos adyacentes 14 tienen un electrodo cargado positivamente 16 y un electrodo cargado negativamente 16, de manera que durante

la operación, los iones cargados positivamente fluyen a través de la membrana 18 de un cartucho 14 hacia el electrodo cargado negativamente 16 y los iones cargados negativamente fluirían a través de la membrana 18 del cartucho adyacente 14 hacia el electrodo cargado positivamente 16. En la modalidad de la FIGURA 5, los cartuchos están independientemente sumergidos en un baño de salmuera.

Con continua referencia a la FIGURA 5, el agua dulce de entrada se muestra mediante la flecha 53. El agua dulce es dirigida al espacio 100 de cada cartucho electrolítico individual 14 que tiene electrodos cargados negativamente, en donde el agua dulce se mezcla con los iones cargados positivamente extraídos a través de las membranas 18 para formar solución alcalina acuosa. En la modalidad de la FIGURA 5, la solución ácida acuosa de salida está referenciada con una flecha 56 y la solución acuosa alcalina de salida está referenciada con una flecha 54, con solución alcalina acuosa reciclada que está referenciada con una flecha 150. En este caso, cada solución química acuosa fluye hacia arriba de los fondos de los respectivos cartuchos 14 y sale en las partes superiores de los fondos 14. El flujo de la solución acuosa a través del espacio 100 de los cartuchos 14 se muestra esquemáticamente con flechas en la FIGURA 5, con el flujo del agua mostrado con flechas 53, el flujo de la solución

alcalina acuosa mostrado con flechas 54 y 150, y el flujo de la solución ácida acuosa mostrado con flechas 56. En la FIGURA 5, el cartucho central 14c es un "cartucho catódico" como se describe en la presente, con su salida en comunicación con cada uno de los cartuchos 14 que tienen electrodos cargados positivamente. En ciertas modalidades, la electricidad de corriente directa suministrada al cartucho central de la FIGURA 5 se suministra por medio de un suministro eléctrico ajustable.

Refiriéndonos a las FIGURAS 6 y 7 de los dibujos, un par de vistas despiezadas muestra la construcción de una serie de cartuchos 14. En este caso, cada cartucho 14 incluye un electrodo 16 que está cargado ya sea positivamente o negativamente. Como se muestra en la FIGURA 2, cada electrodo 16 tiene un cable adjunto 80 que puede estar conectado a un suministro eléctrico idóneo. Regresando a la FIGURA 6, mientras ciertas modalidades del electrodo 16 tienen una construcción sólida, plana como se discute en la presente, ciertas modalidades del electrodo 16 utilizan una estructura similar a un nido de abejas que cuenta con una pluralidad de aberturas, y ciertas otras modalidades del electrodo 16 utilizan una configuración no plana, por ejemplo, con hoyuelos. Tales construcciones pueden tener la ventaja de que pueden introducir turbulencia en el flujo de agua dulce

adyacente al electrodo 16, es decir, en el espacio 100 y en contacto con el electrodo 16. Aunque no desea quedar ligado por la teoría, se cree que la turbulencia puede incrementar la eficacia del sistema. Además, un flujo más alto y/o tasa
5 de flujo de agua a través de los cartuchos 14 que tiene un electrodo cargado positivamente 16 contra aquellos cartuchos 14 que tiene un electrodo cargado negativamente 16 se cree facilitan el control mejorado en la reacción química que crea el desinfectante ácido.

10 La FIGURA 7 ilustra una modalidad alterna que tiene dos cartuchos más hacia afuera 14 cada uno tiene únicamente una membrana 18 con paredes en blanco 81 proporcionados en el otro lado de cada cartucho 14 para definir el borde de la serie de cartuchos. Para asegurar que el espaciado adecuado
15 se proporciona entre los cartuchos adyacentes 14 así como también para apoyar las membranas 18, los insertos permeables 19 y placas de enlace 38 pueden proporcionarse en la superficie externa de cada membrana 18 (ver, por ejemplo, FIGURA 2). La placa de enlace 38 permite que cada cartucho 14
20 se configure junto con un cartucho construido similarmente inmediatamente adyacente 14 para crear la serie de dos o más cartuchos. La placa de enlace 38 tiene una configuración similar a una ventana con una pluralidad de aberturas grandes a través de las cuales la salmuera puede entrar a los

insertos permeables 19 y membranas 18. En estas modalidades, los espaciadores 82 están configurados en una cara externa de cada otra placa de enlace 38 en la serie y engancha la cara externa de la placa de enlace 38 del cartucho adyacente 14 con la finalidad de crear espacio entre los cartuchos adyacentes 14, de este modo permitiendo que la salmuera ocupe los espacios entre los cartuchos 14.

Para proporcionar control preciso de la formación de la solución química acuosa apropiada en los cartuchos 14, incluyendo el pH deseado, el agua que fluye a través de los espacios 100 entre membranas 18 y el electrodo 16 puede regularse con un sistema de control apropiado, que en ciertas modalidades incluye reciclar la solución alcalina acuosa producida por un cartucho que tenga un electrodo cargado negativamente en el espacio 100 de un cartucho que tenga un electrodo cargado positivamente. Por ejemplo, si el sistema de electrolización está configurado para electrolizar una solución salmuera de cloruro de sodio y agua, el sistema de control puede usarse para regular el flujo de agua y la corriente eléctrica con la finalidad de controlar la formación de solución ácida acuosa y solución alcalina acuosa en la tasa de producción deseada y en el pH deseado. El mismo o un sistema de control diferente pueden usarse para controlar el suministro de salmuera en el baño, incluida la

reposición del suministro de salmuera en el baño durante la operación. El sistema de control puede incluir bombas para el agua y salmuera, válvulas y controles electrónicos idóneos.

En una modalidad preferida, el sistema de
5 electrolización 110 comprende dos cartuchos electrolíticos que tienen electrodos cargados positivamente y tres cartuchos electrolíticos que tienen electrodos cargados negativamente, en configuración alterna (es decir, configurados negativo-positivo-negativo-positivo-negativo). En esta modalidad
10 preferida, el cartucho central es un cartucho catódico como se describe en la presente. El cartucho catódico es capaz de operación para producir una solución alcalina acuosa en un pH de alrededor de 11.5 a alrededor de 12.5, y la salida está en comunicación con cada uno de la entrada de agua dulce y el
15 canal de distribución de agua dulce de cada uno de los cartuchos que tiene electrodos cargados positivamente.

Refiriéndonos a la FIGURA 8, en modalidades preferidas, el cartucho 14, o una serie del mismo, se ensambla usando sujetadores de tornillo, por ejemplo, tuercas 202 y tornillos
20 204. En ciertas modalidades, las tuercas 202 y tornillos 204 se aprietan a un par de aproximadamente 0.3 N*m a alrededor de 0.5 N*m (es decir, alrededor de 3 lb*in a alrededor de 4 lb*in).

Se proporciona un método de producción de agua

electrolizada ácida and agua electrolizada alcalina de una solución salmuera que comprende cationes y aniones. El método comprende sumergir un primer cartucho electrolítico, un segundo cartucho electrolítico, y un cartucho catódico en la

5 solución salmuera. El primer cartucho electrolítico comprende un primer electrodo conectado a un suministro eléctrico que carga positivamente al primer electrodo. El primer cartucho electrolítico además comprende una membrana selectiva de aniones que es apoyada relativo al primer electrodo con la

10 finalidad de definir un primer espacio adyacente a al menos una parte del primer electrodo. El primer espacio está sellado de la solución salmuera de manera que el único camino para los aniones de la solución salmuera ingrese al primer espacio es a través de la membrana selectiva de aniones. El

15 segundo cartucho electrolítico comprende un segundo electrodo conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente al segundo electrodo. El segundo cartucho electrolítico además comprende una membrana selectiva de cationes que está apoya relativo al segundo electrodo con la finalidad de

20 definir un segundo espacio adyacente a al menos una parte del segundo electrodo. El Segundo espacio está sellado de la solución de salmuera de manera que el único camino para los cationes de la solución salmuera para entrar al segundo espacio a través de la membrana selectiva de cationes. El

cartucho catódico, que también es un cartucho electrolítico, comprende un tercer electrodo conectado a un suministro eléctrico que carga negativamente al tercer electrodo. El cartucho de cátodo además comprende una membrana selectiva de cationes que está apoyada relativo al tercer electrodo con la finalidad de definir un tercer espacio adyacente a al menos una parte del tercer electrodo. El tercer espacio está sellado de la solución salmuera de manera que el único camino para los cationes de la solución salmuera entren al tercer espacio es a través de la membrana selectiva de cationes. El agua fresca fluye a través del primero, segundo, y tercer espacios mientras que el primero, segundo, y tercer electrodos se cargan, de este modo creando un primer producto, un segundo producto, y un tercer producto fluyendo de cada respectivo espacio. Al menos una parte del tercer producto fluye a través del primer espacio mientras que al menos el primero y segundo electrodos se cargan, de este modo ajustando el pH del primer producto.

Se proporciona aún otro método. El método comprende producir solución alcalina acuosa por medio de un cartucho electrolítico sumergido en una solución salmuera y teniendo un electrodo cargado negativamente. Al menos una parte de la solución alcalina acuosa producida por el cartucho electrolítico que tiene el electrodo cargado negativamente es

alimentado a un cartucho electrolítico sumergido en la solución salmuera y teniendo un electrodo cargado positivamente. La solución acuosa ácida hipoclorosa que tiene un pH de alrededor de 4 a alrededor de 6 se produce por medio
5 del cartucho electrolítico sumergido en la salmuera y que tiene el electrodo cargado positivamente.

En ciertas modalidades, los métodos inventivos comprenden utilizar uno o más de los cartuchos o sistemas descritos en la presente. Por ejemplo, en ciertas
10 modalidades, el método comprende, entre otros, la utilización de cartuchos que emplean una membrana selectiva de iones sencilla por cartucho (cationes o aniones, pero no ambos), o membranas selectivas de iones múltiples por cartucho (cationes o aniones, pero no ambos), o combinaciones de los
15 mismos.

En ciertas modalidades, al menos una parte de un tercer producto (es decir, solución alcalina acuosa) fluye a través del primer espacio 100 (es decir, el espacio 100 adyacente a un electrodo cargado positivamente 16 del cartucho 14), de
20 este modo ajustando el pH de cada primer producto (es decir, solución ácida acuosa). En ciertas modalidades, el tercer producto tiene un pH de alrededor de 11.5 a alrededor de 12.5, que, en una modalidad preferida, el hidróxido alcalino es hidróxido de sodio.

En ciertas modalidades, el método comprende una pluralidad de los primeros cartuchos electrolíticos sumergidos en la solución salmuera, una pluralidad de segundos cartuchos electrolíticos sumergidos en la solución salmuera, o ambas una pluralidad de los primeros y segundos cartuchos electrolíticos sumergidos en la solución salmuera.

En ciertas modalidades, la solución salmuera comprende agua y una sal haluro alcalino. En una modalidad preferida, la solución salmuera comprende agua y cloruro de sodio. En una modalidad preferida, la solución salmuera está saturada con cloruro de sodio, es decir, aproximadamente 26% cloruro de sodio en peso en agua a temperatura ambiente.

En ciertas modalidades, el segundo y tercer productos son agua electrolizada alcalina, que en ciertas modalidades preferidas es solución acuosa de hidróxido de sodio. En ciertas modalidades, el primer producto es agua electrolizada ácida, que en ciertas modalidades preferidas es solución acuosa de ácido hipocloroso. En ciertas modalidades preferidas, el agua electrolizada ácida (por ejemplo, solución acuosa de ácido hipocloroso) tiene un pH de alrededor de 4 a alrededor de 6. En ciertas modalidades el primer producto es ácido hipocloroso acuoso, la solución acuosa ácida hipoclorosa tiene una concentración ácida hipoclorosa de alrededor de 100 ppm a alrededor de 300 ppm en peso.

En ciertas modalidades, el primero y segundo espacio están configurados con la finalidad de tener un segundo espacio (es decir, el espacio 100 adyacente a un electrodo cargado negativamente 16 del cartucho 14) al primer espacio
5 (es decir, el espacio 100 adyacente a un electrodo cargado positivamente 16 del cartucho 14) relación volumétrica de alrededor de 2:1 a alrededor de 10:1.

En ciertas modalidades, el primer producto es agua electrolizada ácida que tiene una concentración ácida de
10 alrededor de 100 ppm a alrededor de 300 ppm y se produce a una tasa de alrededor de 10 mL/min por vatio de energía eléctrica CD a alrededor de 40 mL/min por vatio de energía eléctrica CD.

Ejemplo

15 Los experimentos se realizaron utilizando un sistema de cuatro cartuchos de la construcción "vieja" ("el viejo sistema") contra un sistema de cinco cartuchos de los cartuchos inventivos como se ilustra en la FIGURA 5, que constituye una modalidad preferida de la invención ("el nuevo
20 sistema"). Cada sistema utilizó un baño de salmuera saturado que comprende agua y cloruro de sodio, y los experimentos se condujeron a temperatura ambiente.

El viejo sistema comprende cuatro cartuchos que fueron ensamblados "secos" sin empaquetadoras y no incluyeron los

insertos permeables como se describe en la presente. Los cartuchos del viejo sistema se configuraron con la finalidad de alternar la carga de electrodos e incluyeron placas de lado abierto, es decir, sin miembros transversales en cada una de las placas externas de los cartuchos finales. El agua 5 teniendo 20 dureza del grano se introdujo en un suavizante, y la producción del suavizantes se introdujo en el espacio adyacente al electrodo de cada cartucho. El agua suavizada se introdujo en los cartuchos que tienen electrodos cargados 10 positivamente en una tasa total de aproximadamente 1.5 L/min, y en los cartuchos que tienen electrodos cargados negativamente en una tasa total de aproximadamente 0.9 L/min. El agua electrolizada ácida que tiene un pH de aproximadamente 2.3 y una concentración de ácido hipocloroso 15 de aproximadamente 85 ppm salió por los cartuchos que tiene electrodos cargados positivamente en tasas de flujo dadas, con 7.5 amperes de flujo de corriente a través del sistema. Con la finalidad de lograr los 7.5 amperes de corriente, 26.5 Los voltios de corriente directa se suministraron a los 20 electrodos, es decir, 199 vatios de energía CD.

En contraste, el nuevo sistema comprendía cinco cartuchos que se ensamblaron "húmedos", incluyendo empaquetadoras de silicona, insertos permeables, y placas de enlace como se describe en la presente. Los cartuchos del

nuevo sistema se configuraron con la finalidad de tener carga de electrodo alterno, con el cartucho central teniendo un electrodo cargado negativamente. El producto del cartucho central suministró todo el líquido de entrada a los cartuchos
5 adyacentes que tienen electrodos cargados positivamente (por ejemplo, la configuración ilustrada en la FIGURA 5).

El nuevo sistema se probó usando agua que tiene cada uno de 20 dureza de grano y 5 dureza de grano introducidos en un suavizante de agua, que entonces se introdujeron al espacio
10 adyacente al electrodo de los cartuchos que tienen el electrodo cargado negativamente. El agua suavizada se introdujo en los dos cartuchos externos que tienen electrodos cargados negativamente en una tasa total de aproximadamente 0.9 L/min, y en el cartucho central en una tasa de
15 aproximadamente 1.5 L/min, la salida la cual fue alimentada a los dos cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente. Para el experimento 20 dureza de grano, se produjo agua electrolizada ácida que tiene un de aproximadamente 6.5 y una concentración de ácido hipocloroso
20 de aproximadamente 145 ppm fue producida por los cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente en las tasas de flujo dadas, con 7.5 amperes de flujo de corriente a través del sistema. Con la finalidad de lograr los 7.5 amperes de corriente, únicamente la corriente directa de 11 vatios se

suministró a los electrodos, es decir, 66 vatios de energía CD. Para el experimento 5 dureza de grano, el agua electrolizada ácida que tiene un pH de aproximadamente 5 y una concentración de ácido hipocloroso de aproximadamente 135 ppm fue producida por los cartuchos que tienen electrodos cargados positivamente en las tasas de flujo dadas, con 7.5 amperes de flujo de corriente a través del sistema. Con la finalidad de lograr los 7.5 amperes de corriente, de nuevo únicamente corriente directa de 11 voltios se suministró a los electrodos, es decir, 66 vatios de energía CD. Para el nuevo sistema, dado a la menor energía eléctrica que se necesita para generar concentraciones más altas de agua electrolizada ácida en la misma tasa de flujo (es decir, tasa de producción incrementada), los cartuchos inventivos, sistemas y métodos proporcionan una mejoría sustancial (por ejemplo, un aproximado de 600%) sobre los cartuchos viejos, sistemas y métodos, según lo demostrado por el ejemplo proporcionado en la presente. Obsérvese, aunque el agua fue inicialmente razonablemente dura y luego fue suavizada por el suavizante de agua proporciona una fuente preferida de agua a los cartuchos (es decir, en los espacios adyacentes a los electrodos de los cartuchos), la mejoría sustancial se logró a pesar de la cantidad de dureza inicialmente presente en el agua de fuente.

Todas las referencias, incluidas publicaciones, solicitudes de patentes y patentes, citadas en el presente documento, se incorporan por referencia en la misma medida que si cada referencia se indicara individual y
5 específicamente para incorporarse por referencia y se establecieron en su totalidad en la presente.

El uso de los términos "un/una" y "uno" y "el/la" y los referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes
10 reivindicaciones) han de construirse para cubrir tanto el singular como el plural, a menos que se indique de otro modo en la presente o sea claramente contradicho por el contexto. Los términos "comprende", "tiene", "incluye" y "contiene" han de construirse como términos abiertos (es decir, quieren
15 decir "incluyendo, pero no limitado a") a menos que se indique lo contrario. La recitación de los intervalos de valores en la presente se pretende meramente sirvan como un método abreviado de referirse individualmente a cada valor separado cayendo dentro del intervalo, a menos que se indique
20 de otro modo en la presente, y cada valor separado se incorpora en la especificación como si fuera individualmente recitado en la presente. Todos los métodos descritos en la presente pueden realizarse en cualquier orden idóneo a menos que se indique de otro modo en la presente o sea de otro modo

claramente contradicho por el contexto. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje de ejemplificación (por ejemplo, "tal como") proporcionado en la presente, se pretende meramente ilumine mejor la invención y no posee una limitación en el enfoque de la invención a menos que se reivindique claramente lo contrario. Ningún lenguaje en la especificación debe interpretarse como indicando cualquier elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

10 Las modalidades preferidas de esta invención se describen en la presente, incluyendo el mejor modo conocido para que los inventores realicen la invención. Las variaciones de aquellas modalidades preferidas pueden volverse aparentes para las personas expertas en la técnica bajo lectura de la descripción anterior. Los inventores 15 esperan que las personas expertas empleen tales variaciones según lo apropiado, y los inventores tienen la intención de que la invención se lleve a cabo de otra manera que la descrita específicamente en la presente. Por consiguiente, 20 esta invención incluye todas las modificaciones y equivalentes a la materia objeto recitada en las reivindicaciones adjuntas a la presente según lo permitido por la ley aplicable. Además, cualquier combinación de los elementos anteriormente descritos en todas las variaciones

posibles de los mismos es abarcada por la invención a menos que se indique de otro modo en la presente o de otro modo sea claramente contradicho por el contexto.