

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 505 702**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/42** (2006.01)  
**C02F 1/46** (2006.01)  
**C02F 1/469** (2006.01)  
**C02F 1/32** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C02F 1/74** (2006.01)  
**C02F 1/76** (2006.01)  
**C02F 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2005 E 05756552 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 1751064**

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

30 Prioridad:

**27.05.2004 US 856264**

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

**10.10.2014**

73 Titular/es:

**EVOQUA WATER TECHNOLOGIES LLC (100.0%)  
4800 North Point Parkway, Suite 250  
Alpharetta, GA 30022, US**

72 Inventor/es:

**WILKINS, FREDERICK;  
JHA, ANIL D. y  
LIANG, LI-SHIANG**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 505 702 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de tratamiento de agua

**Antecedentes de la invención**

## 1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema y procedimiento de tratamiento de agua y, más particularmente, a un sistema y procedimiento de tratamiento de agua para producir agua purificada para consumo humano.

## 2. Descripción de la técnica relacionada

10 El agua purificada se utiliza en muchas industrias, entre ellas las industrias químicas, alimentarias, de electrónica, de energía, médicas y farmacéuticas, así como para el consumo humano. Típicamente, antes de su uso en cualquiera de estos campos, el agua es tratada para reducir el nivel de contaminantes a niveles aceptables. Estas técnicas de tratamiento incluyen la desinfección, destilación, filtración, intercambio iónico, ósmosis inversa, fotooxidación, ozonización y combinaciones de las mismas.

15 Para diferentes usos finales pueden ser necesarios diversos niveles de pureza. La calidad del agua puede ser regulada por diversas agencias gubernamentales y organizaciones comerciales, entre ellas la Environmental Protection Agency (EPA) (Agencia de Protección Ambiental) y la Food and Drug Administration (FDA) (Administración de Alimentos y Medicamentos) de EE.UU.

20 La industria de bebidas consume una cantidad significativa de agua que debe cumplir requisitos medioambientales y sanitarios. Además de la legislación que asegura que las bebidas son seguras para el consumo, la industria de bebidas se enfrenta a normas adicionales que se basan en el control de calidad. Por ejemplo, un suministro de agua que cumpla la legislación federal en cuanto a microorganismos puede no satisfacer las normas de control de calidad de un productor de bebidas en cuanto a parámetros adicionales, tales como sabor y olor, que pueden afectar a la calidad del producto. Estas normas pueden incluir la dureza (contenido de calcio, de magnesio y de silicato), bicarbonato, pH, sólidos suspendidos totales (TSS, por sus siglas en inglés), sólidos disueltos totales (TDS), color, sabor y temperatura.

25 El control de estos parámetros se complica por la estructura descentralizada de la propia industria de bebidas. Por ejemplo, un productor de bebidas a escala mundial tiene típicamente varios puntos de producción en todo el mundo. Cada uno de estos puntos puede tener acceso a un suministro de agua que es diferente al utilizado por otras plantas. Aunque la legislación federal puede ayudar a uniformar los requisitos sanitarios y de seguridad para el agua utilizada en la producción de bebidas en los Estados Unidos, estas normas pueden diferir considerablemente de las de otros países. Las diferentes normas pueden afectar a factores tales como el sabor, el olor y el aspecto. Esto puede ser importante para productores que comercialicen una bebida bajo una única marca dentro de un extenso territorio. Por ejemplo, un cliente que consuma una bebida en una parte del país esperará el mismo aspecto y sabor de esa bebida con independencia del lugar donde la adquiere. Para asegurar este tipo de coherencia, el productor de bebidas puede necesitar que el agua utilizada en la producción de bebidas cumpla con los mismas o similares normas, con independencia del lugar donde se produzca la bebida. Una forma de lograr este objetivo consiste en el uso de procedimientos de tratamiento del agua.

30 El aseguramiento de la calidad del agua para varias plantas embotelladoras requiere típicamente la imposición de normas de calidad del agua medibles y alcanzables que puedan satisfacerse a un coste mínimo para los diversos tipos de agua de alimentación que se puedan utilizar. Estos temas de control de calidad se hacen aún más difíciles de implementar y controlar cuando se incluyen puntos de venta con dispensador de grifo. Los puntos de venta con dispensador de grifo son típicamente aquellos lugares en donde se producen bebidas para el consumo inmediato en el local o en sus cercanías. Generalmente, en un punto de venta con dispensador de grifo se mezcla agua con un jarabe de sabor y, en el caso de bebidas carbonatadas, dióxido de carbono. Entonces se puede servir la bebida directamente al consumidor. Entre las ventajas proporcionadas por los puntos de venta con dispensador de grifo se encuentran los ahorros conseguidos por no transportar o almacenar un producto voluminoso. Debido a estas y otras ventajas, millones de puntos de venta con dispensador de grifo, bajo licencia, están en funcionamiento por todo el mundo.

35 Los consumidores esperan típicamente una calidad constante en sus bebidas tanto si deciden comprar una lata o botella de una tienda, como si toman un vaso de un punto de venta con dispensador de grifo. Como la calidad del agua puede afectar al sabor y el aspecto de una bebida, es importante que los licenciantes de bebidas provean estándares de calidad del agua para puntos de venta con dispensador de grifo, al igual que para embotelladores. Existen diversos factores que pueden influir en las normas de calidad del agua para puntos de venta con dispensador de grifo, dos de los cuales son las fuentes de agua disponibles y el coste de tratamiento del agua.

40 Como pueden existir puntos de venta con dispensador de grifo en diversos lugares, las fuentes de agua utilizadas para producir las bebidas del dispensador también pueden ser diferentes. Estas fuentes de agua pueden incluir, por ejemplo, suministros municipales de agua, agua de superficie, agua de pozo, agua de precipitaciones y agua de mar

desalada. Cada una de estas fuentes puede proporcionar agua de calidad variable, e incluso dentro de un tipo de suministro de agua, por ejemplo el agua de pozo, el tipo y la calidad del agua suministrada puede no ser constante de un lugar a otro.

5 Además, los puntos de venta con dispensador de grifo se encuentran comúnmente en restaurantes, bares, tiendas de horario ampliado y similares, y en muchos de estos lugares el coste de tratamiento del agua puede tener un impacto en la rentabilidad. Por lo tanto, los productores y licenciantes de bebidas deben equilibrar las necesidades de los consumidores en cuanto a un sabor y aspecto consistentes, con la necesidad del gestor del punto de venta respecto a un suministro de agua de bajo coste. Además, al gestor del punto de venta le preocupa la fiabilidad; si el sistema de tratamiento del agua falla, la producción de bebida en un punto de venta con dispensador de grifo se detiene. El mantenimiento del sistema también es importante, y por lo general el objetivo es la menor frecuencia de mantenimiento, con procedimientos menos complicados.

15 La capacidad del sistema de tratamiento de agua también es diferente de la requerida por un embotellador. Por lo general, las necesidades de producción son mucho menores en los puntos de venta con dispensador de grifo, pero el sistema tiene que seguir siendo capaz de producir un suministro adecuado de agua de alta calidad en los momentos de máxima demanda y, dado que los puntos de venta con dispensador de grifo pueden pasar por períodos de inactividad, un sistema de tratamiento de agua debe ser capaz de suministrar agua de alta calidad cuando se necesite después de un período de inactividad.

20 Diferentes fuentes de agua de pozo pueden presentar un desafío a quienes diseñan sistemas de tratamiento de agua para puntos de venta con dispensador de grifo. El agua de pozo puede contener elevadas concentraciones de materia disuelta, tales como bicarbonato y sólidos disueltos, así como material suspendido que puede contribuir a su sabor y aspecto. Por ejemplo, el agua puede ser dura, teniendo una concentración elevada de calcio, magnesio o silicato, y puede contener materiales iónicos adicionales que contribuyen a los sólidos disueltos totales (TDS). Además, pueden estar presentes materiales orgánicos y gases disueltos, el pH y la capacidad de tamponamiento pueden variar ampliamente, e incluso la composición del agua de un único pozo puede variar con el tiempo o con diferentes niveles de uso.

Existen diversos sistemas y procedimientos de tratamiento del agua para producir agua de alta pureza para uso en la producción de bebidas y otras industrias. Entre estos sistemas se cuentan las unidades de desinfección, tales como cloradores y ozonizadores, filtros, ablandadores de agua, sistemas de ósmosis inversa y dispositivos de intercambio químico de iones.

30 Las unidades de desinfección se utilizan típicamente para reducir la concentración de microorganismos viables en un suministro de agua. Esto se puede conseguir mediante la adición de un desinfectante, por ejemplo cloro, ozono o amoníaco, directamente al suministro de agua de modo que los organismos patógenos son destruidos. Como alternativa, los microorganismos pueden ser destruidos mediante un proceso, tal como el calentamiento o el tratamiento con luz ultravioleta, o bien se pueden eliminar físicamente los microorganismos del agua por filtración. Cuando se utiliza un desinfectante químico, a menudo es deseable eliminar el desinfectante del agua antes de su consumo, y esto se puede lograr de diversas maneras, entre ellas la neutralización química y la eliminación por filtración.

40 La filtración se utiliza para retirar la materia en suspensión de un suministro de agua, pero también puede ayudar a eliminar especies disueltas o coloidales. Los filtros pueden estar estructurados a partir de diversos materiales, entre ellos materiales en forma de partículas tales como arena, tierra de diatomeas o carbón activado granular (GAC, por sus siglas en inglés), o bien pueden estar basados en una membrana que puede estar compuesta de diversos materiales, entre ellos polímeros y materiales fibrosos. Los filtros funcionan típicamente impidiendo el paso de material en suspensión mientras que permiten el paso del agua. Una forma de clasificar un filtro es por su "tamaño de poro", que proporciona información sobre qué tamaño de partícula será retenido por el filtro. Algunos métodos, tales como la hiperfiltración, pueden tener tamaños de poro suficientemente pequeños como para excluir algunas especies disueltas.

50 El agua puede verse afectada adversamente por la presencia de iones de calcio o de magnesio. Lo que se conoce como "dureza", una elevada concentración de estos cationes, típicamente más de 200 ppm (mg/L, expresada como  $\text{CaCO}_3$ ), da como resultado un agua que puede dejar incrustaciones u otros depósitos en aparatos y tuberías. Típicamente, el calcio y magnesio se eliminan del agua (lo que se denomina "ablandamiento") mediante el intercambio de los iones calcio y magnesio por cationes alternativos, con frecuencia el sodio. Los ablandadores de agua contienen típicamente perlas de resina que intercambian dos iones de sodio por cada ion de calcio o de magnesio que se elimina del agua tratada. Se puede recargar periódicamente el ablandador de agua para proporcionar de nuevo a las perlas de resina un suministro adecuado de sodio o cationes alternativos.

55 La ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés) es una técnica de filtración que consigue la eliminación de especies disueltas en el agua aportada. Típicamente, se aporta agua a un lado de una membrana de RO a presión elevada y se recoge agua purificada en el lado de baja presión de la membrana. La membrana de RO está estructurada de manera que el agua puede pasar a través de la membrana mientras que otros compuestos, por ejemplo especies iónicas disueltas, son retenidas en el lado de alta presión. No obstante, algunas especies tales

como el bicarbonato, pueden no ser retenidas. Después se puede desechar o reciclar el "concentrado", que contiene una elevada concentración de especies iónicas, mientras que el permeado, que típicamente contiene una concentración reducida de especies iónicas, se recoge para su posterior uso.

5 En la Figura 1 se ilustra un sistema actualmente empleado para la purificación de agua para uso en sistemas de producción de bebidas. El agua de alimentación pasa a través del conducto 150 al filtro 110 de partículas, que ayuda a eliminar cualquier materia en partículas que pueda estar suspendida en el agua de alimentación. El agua pasa después a través del conducto 151 a la bomba 140. La bomba 140 presuriza el agua, que pasa a través del conducto 152 al dispositivo 120 de RO. En el dispositivo 120 de RO, se recoge agua purificada desde el lado de baja presión de la membrana y se hace pasar a través del conducto 153 al tanque 130 de almacenamiento. Cuando en el tanque 130 de almacenamiento se ha acumulado una cantidad adecuada de agua purificada, puede ser extraída hacia un sistema de producción de bebidas a través de una bomba (no mostrada) conectada al conducto 154.

15 También se pueden utilizar unidades desionizadoras para eliminar diversas especies iónicas de un suministro de agua. Las unidades desionizadoras emplean típicamente la desionización química o eléctrica para reemplazar cationes y aniones específicos con iones alternativos. En la desionización química se emplea una resina de intercambio iónico para reemplazar iones contenidos en el agua de alimentación. Los iones de la resina son recargados haciendo pasar periódicamente un fluido de recarga a través del lecho de resina. Este fluido puede ser un ácido que repone el contenido de iones hidrógeno en la resina de intercambio catiónico. Para las resinas de intercambio aniónico, la resina puede ser recargada haciendo pasar una base a través de la resina, reemplazando así con grupos hidroxilo cualesquiera aniones fijados y preparando la resina para otra eliminación de aniones.

20 Sin embargo, en la electrodesionización la resina o resinas pueden ser recargadas con iones hidrógeno e hidroxilo que se producen por la escisión del agua durante la aplicación de corriente eléctrica a la unidad de desionización. En la electrodesionización continua (CEDI, por sus siglas en inglés), los iones son reemplazados al mismo tiempo que se está tratando el agua de alimentación, y por lo tanto no se requiere un paso de recarga separado. Típicamente, primeramente se hace pasar el agua de alimentación a través de una membrana de RO para reducir la concentración total de especies iónicas presentes en el agua de alimentación. Esto reduce la carga de trabajo de la unidad de CEDI y evita que se acumulen incrustaciones y depósitos en el compartimento de concentración de la unidad.

#### **Compendio de la invención**

30 Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de tratamiento de agua de acuerdo con la reivindicación 1 del conjunto de reivindicaciones que se encuentra a continuación.

Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un método para purificar agua para la producción de bebidas de acuerdo con la reivindicación 12 del conjunto de reivindicaciones que se encuentra a continuación.

#### **Breve descripción de los dibujos**

35 Se describirán a modo de ejemplo realizaciones preferidas y no limitantes de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 es un dibujo esquemático de un sistema de tratamiento de agua de la técnica anterior.

La Figura 2 es un dibujo esquemático de una realización del aparato de la invención.

#### **Descripción detallada de la invención**

40 Los productores de bebidas de dispensador de grifo pueden tener acceso a suministros de agua que difieren en gran medida de los utilizados por otros productores y, sin embargo, las especificaciones del agua de producción requeridas por las empresas de bebidas pueden ser exactamente las mismas, o por lo menos dentro de un intervalo específico, para un punto de producción u otro. Por lo tanto, un productor que utilice como fuente un suministro municipal de agua de superficie puede necesitar reducir los niveles de cloro, mientras que otro productor que acceda a su propio pozo puede necesitar reducir los niveles de bicarbonato y de calcio. La presente invención es aplicable a una gran muestra representativa de estos productores debido a su versatilidad para producir un suministro consistente de agua tratada a partir de una diversidad de fuentes.

50 Un dispositivo de producción de bebidas es cualquier dispositivo que utiliza agua para producir una bebida para consumo humano. El dispositivo de producción de bebidas puede ser utilizado para producir bebidas carbonatadas o no carbonatadas, y también puede proporcionar agua potable purificada. Algunos dispositivos de producción de bebidas proporcionan una bebida añadiendo al agua un concentrado de jarabe y, si es carbonatada, dióxido de carbono. Los dispositivos de producción de bebidas de dispensador de grifo son aquellos que producen bebidas para el consumo inmediato en el local, o en sus cercanías, en lugar de para almacenamiento o transporte. Las bebidas de dispensador de grifo se producen típicamente usando agua enfriada, pero no se refrigeran después de producidas. Los dispositivos de bebidas de dispensador de grifo se encuentran a menudo en restaurantes, bares,

gasolineras y tiendas de horario ampliado. En algunos casos, pueden ser portátiles.

5 Para producir agua purificada se puede utilizar un dispositivo de desionización electroquímica. Un dispositivo de desionización electroquímica puede ser cualquier dispositivo que emplee una corriente eléctrica o un campo eléctrico para reducir la concentración de compuestos iónicos en una muestra de agua. Algunos dispositivos de desionización electroquímica no tienen partes móviles y/o carecen de membrana de filtración. Los ejemplos de dispositivos de desionización electroquímica incluyen la electrodiálisis (ED), electrodiálisis inversa (EDR) electrodesionización (EDI), desionización capacitiva, electrodesionización continua (CEDI) y electrodesionización continua reversible (RCEDI).

10 Han sido descritos dispositivos de desionización electroquímica, métodos de uso y métodos de fabricación, por ejemplo, por Giuffrida *et al.* en las patentes de EE.UU. n°s 4,632,745, 4,925,541, 4,956,071 y 5,211,823, por Ganzi en la patente de EE.UU. n° 5,259,936, por Ganzi *et al.* en la n° 5,316,637, por Oren *et al.* en la patente de EE.UU. n° 5,154,809, por Kedem en la patente de EE.UU. n° 5,240,579, por Liang *et al.* en la solicitud de patente de EE.UU. n° 09/954,986 y la patente de EE.UU. n° 6,649,037, por Andelman en la patente de EE.UU. n° 5,192,432, por Martin *et al.* en la patente de EE.UU. n° 5,415,786 y por Farmer en la patente de EE.UU. n° 5,425,858.

15 Los sistemas de tratamiento de agua para purificar agua para la producción de bebidas, por ejemplo en puntos de venta de bebidas de dispensador de grifo, se han diseñado tradicionalmente utilizando una variedad de dispositivos que pueden ser incluidos o excluidos en base a factores tales como el tipo de suministro de agua, la ubicación y la demanda prevista de agua. Por ejemplo, un punto que utilice agua de pozo podría incluir un ablandador de agua por intercambio iónico químico, mientras que un punto que utilice un suministro de agua municipal podría utilizar un dispositivo de ósmosis inversa (RO), un tanque de almacenamiento y una bomba. En un aspecto, la presente invención proporciona un sistema basado en uno o más dispositivos de desionización electroquímica para producir agua purificada de calidad constante. El sistema puede ser instalado en diferentes lugares con acceso a diferentes tipos de suministro de agua. Un dispositivo de desionización electroquímica, tal como un CEDI o RCEDI, puede ser "ajustado" para proporcionar un agua que no contenga ni demasiadas ni demasiado pocas impurezas para producir 20 bebidas. Por ejemplo, si un agua de alimentación contiene un alto nivel de dureza y TDS, se pueden modificar las condiciones de trabajo del dispositivo para eliminar una mayor cantidad de impurezas. Si un agua de alimentación contiene menores niveles de impurezas, el dispositivo puede ser ajustado para eliminar menos contaminantes, a fin de evitar la producción de un agua que sea demasiado pura. El dispositivo puede ajustado, o bien de manera manual por un operario, o bien automáticamente en respuesta a un cambio en un parámetro, por ejemplo la conductividad del agua producida o el caudal de demanda. Así, los cambios en el sistema tales como el caudal de demanda, la eficacia del dispositivo o la calidad del agua de alimentación pueden ser compensados automáticamente mediante el ajuste. El dispositivo puede requerir escaso o nulo mantenimiento, ya que muchas variaciones de la eficacia pueden ser compensadas mediante el ajuste en lugar de, por ejemplo, mediante la sustitución de componentes. El ajuste puede ser transparente para el operario.

35 En una realización, el dispositivo puede estar dedicado a suministrar agua sólo para la producción de bebidas de dispensador de grifo, y la salida de producto del dispositivo puede estar conectada por tuberías exclusivamente a un punto de venta con dispensador de grifo. En tal caso, un dispositivo de desionización electroquímica está en comunicación fluida exclusiva con un dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo.

40 Típicamente, los sistemas de RO requieren una cantidad significativa de almacenamiento debido a que, aunque pueden ser eficaces en la eliminación de cierta materia disuelta en un suministro de agua, estos sistemas pueden no ser capaces de proporcionar adecuadamente el caudal sobre demanda requerido, por lo que más bien están configurados para acumular agua tratada en un dispositivo de almacenamiento desde el cual se puede extraer cuando se necesite. Por lo tanto, la presente invención puede proporcionar diversas ventajas sobre los sistemas tradicionales basados en RO. Los sistemas de desionización electroquímica pueden proporcionar caudales constantes o sobre demanda superiores a 3,8, 7,6, 11, 19 ó 38 litros/minuto (1, 2, 3, 5 ó 10 galones/minuto). Para el uso con dispensadores de bebidas de grifo, un dispositivo de desionización electroquímica puede tener capacidades de producción inferiores a 76 litros/minuto (20 galones/minuto), inferiores a 38 litros/minuto (10 galones/minuto), o inferiores a 19 litros/minuto (5 galones/minuto). Se pueden dimensionar sistemas de menor capacidad más adecuadamente para uso en restaurantes, puestos de concesionarios, tiendas de horario ampliado y similares. 45 Los sistemas con estas capacidades pueden tener un tamaño apto para caber en un superficie de huella horizontal de aproximadamente 0,8 m<sup>2</sup> (9 pies cuadrados) y pueden ser utilizados en muchos puntos de venta con dispensador de grifo sin necesidad de construir un espacio adicional para instalar un sistema de tratamiento de agua.

50 La facilidad de uso y la economía de funcionamiento puede ser importantes para un gestor de dispensador de bebidas de grifo. Por lo general, los gestores de dispensadores de grifo no están formados en el tratamiento del agua y prefieren sistemas que funcionen por sí mismos sin supervisión constante ni intervención del operario. El sistema de la presente invención puede ser muy adecuado para este entorno, ya que puede autocontrolarse y puede ser capaz de suministrar agua sobre demanda las 24 horas del día sin necesidad de analizar previamente la calidad del agua. Además, cuando se requiere mantenimiento, se prefiere que los procedimientos sean simples y rutinarios. Por ejemplo, el sistema puede utilizar cartuchos de GAC y cartuchos de filtro de partículas que se puedan reemplazar a intervalos pre-establecidos o cuando ciertos parámetros, por ejemplo la calidad del agua, lleguen a ciertos niveles. 55 60

Un dispositivo de desionización electroquímica puede estar parcial o totalmente exento de mantenimiento. Por ejemplo, en un sistema de RCEDI se puede detener o invertir cualquier acumulación de incrustaciones mediante el cambio de la polaridad del sistema. La resina se puede recargar por hidrólisis in situ dentro de un compartimento o en la interfase con una membrana. Una disminución o aumento temporales o permanentes de la eficacia pueden ser compensados por un cambio en las condiciones de trabajo, lo que puede suceder de forma automática. Un cambio en las condiciones de trabajo puede incluir un cambio en la tensión o la intensidad de corriente, o bien un cambio en los caudales que atraviesan los compartimentos de empobrecimiento, de concentración o de electrodos, o cualquier combinación de los mismos.

Tal como se describe en la patente de EE.UU. n° 4,956,071, un dispositivo de electrodesionización continua reversible (RCEDI) es un dispositivo CEDI que está configurado para invertir periódicamente la polaridad de los electrodos. Los compartimentos de dilución y de concentración pueden alternar también sus funciones. En algunas realizaciones, un dispositivo de RCEDI que puede utilizarse con la presente invención puede hacerse funcionar con escaso o nulo mantenimiento. Además, si un dispositivo RCEDI falla, por lo general lo hace poco a poco, dando al operario la oportunidad de conseguir asistencia técnica para el dispositivo mientras sigue produciendo aún agua de calidad aceptable. Por el contrario, si un sistema de RO falla, el fallo puede suceder instantáneamente, lo que trae como consecuencia la incapacidad de producir agua purificada hasta que es reparado. Un dispositivo de RCEDI puede ser hecho funcionar mediante un controlador manual o automático, que puede ajustar las condiciones de trabajo en respuesta a, por ejemplo, la calidad del agua de alimentación o del agua producida.

En un aspecto, un sistema de la presente invención puede tener requisitos energéticos más bajos que los sistemas alternativos. Por ejemplo, mientras que los sistemas de RO y desionización química requieren típicamente bombas adicionales para lograr las presiones necesarias para un funcionamiento correcto, la presente invención puede ser capaz de producir agua de calidad aceptable con presiones de grifo, y puede ser capaz de funcionar a presiones de alimentación por debajo de aproximadamente 1,4 bares (20 libras por pulgada cuadrada). En algunas realizaciones no se utilizan bombas, y la única presión requerida la proporciona la presión del grifo. Se puede diseñar un sistema que utilice suministro eléctrico de fácil acceso, lo que elimina la necesidad de costosas alternativas de cableado.

Los requisitos de espacio también pueden ser importantes para los productores de bebidas de dispensador de grifo. Al permitir opcionalmente la eliminación de componentes voluminosos tales como, por ejemplo, bombas, tanques de almacenamiento y fuentes de alimentación eléctrica, el sistema puede ser instalado en una superficie relativamente pequeña, posiblemente sin requerir la reubicación de equipos de producción que ya estén en ese lugar. Además, al eliminar bombas adicionales, por ejemplo, el sistema puede proporcionar un funcionamiento significativamente más silencioso que sistemas alternativos, tales como la RO o el intercambio iónico y, por tanto, puede ser particularmente apropiado en lugares donde el ruido pueda representar un problema.

El desecho de salmueras y concentrados también se puede reducir significativamente. Típicamente, los ablandadores de agua y los dispositivos de desionización química, entre otros, requieren una recarga periódica que puede dar como resultado la generación significativa de aguas residuales que pueden tener bajos niveles de pH o contener altos niveles de sales. La eliminación de las aguas residuales puede llevar a requisitos normativos adicionales que el usuario debe cumplir. Esto puede tener gran importancia en zonas donde las normas prohíban o regulen el vertido de salmueras y otros fluidos de la recarga a un sistema séptico local u otra instalación de eliminación de aguas residuales. El presente sistema, al reemplazar estos dispositivos por un dispositivo de desionización electroquímica, puede reducir en gran medida la cantidad de estos líquidos que se descarga como residuo. En algunas realizaciones, puede no haber incremento neto en los sólidos disueltos totales respecto a los recibidos en el agua del grifo.

El uso de agua puede minimizarse mediante la aplicación de uno o más aspectos de la presente invención. El sistema de la presente invención puede ser más eficiente en su uso del agua que sistemas alternativos, tales como la RO. Por ejemplo, el sistema de la presente invención puede funcionar de manera que se pueda conseguir una recuperación de más de aproximadamente 55, 60, 65, 70 ó 75% del agua de alimentación. Esto se compara favorablemente con la recuperación de 50-55% que típicamente se puede obtener a partir de un sistema de RO de dos pasadas que produzca una agua de calidad comparable. Además, durante el arranque, la presente invención puede producir agua que está inmediatamente disponible para la producción de bebidas. Los sistemas alternativos pueden requerir que se deseche una cantidad inicial de agua antes de que el agua producida tenga suficiente calidad para ser utilizada. Por ejemplo, después de una recarga, un sistema de desionización química puede producir agua a un pH de aproximadamente 3 durante cierto tiempo. El agua a este pH puede no ser adecuada para la producción de bebidas y por lo tanto debe ser desechada como residuo. Además, la producción del presente sistema puede ajustarse dentro de un intervalo de aproximadamente 50-150% de la producción de diseño y todavía producir agua de calidad aceptable. Esto significa que no se necesita desperdiciar agua de alimentación produciendo agua de pureza mayor de la requerida para una aplicación específica. A la inversa, si se necesita elevar la calidad del agua, se pueden realizar ajustes similares en las condiciones de trabajo para lograr los resultados deseados. Los ajustes se pueden realizar de manera manual o bien automáticamente mediante un controlador.

En la Figura 2 se muestra una realización de la invención. Antes de entrar al sistema a través del conducto 11, primeramente se puede pretratar el agua de alimentación de cualquiera de varias maneras. "Pretratamiento" significa

que la calidad del agua es modificada antes de entrar en un dispositivo electroquímico. El pretratamiento puede incluir añadir o eliminar sustancias del agua, o bien modificar la calidad del agua. Por ejemplo, se puede desinfectar el agua mediante el uso de técnicas químicas o físicas. La desinfección química incluye típicamente la adición de un oxidante al suministro de agua. Estos oxidantes pueden incluir cloro, cloramina, ozono o amoníaco. Si el agua se va a desinfectar mediante técnicas no químicas, puede ser calentada durante un período de tiempo a una temperatura que sea adecuada para destruir o al menos inactivar parcialmente los microorganismos. Como alternativa, se puede desinfectar el agua con radiación tal como la luz ultravioleta, o bien puede ser desinfectada mediante eliminación por filtración de microorganismos conflictivos.

También la aireación como paso de pretratamiento puede proporcionar algunos beneficios. La aireación implica borbotear una cantidad de aire (u otro gas) a través del suministro de agua para facilitar reacciones químicas o bien eliminar físicamente compuestos del agua. Por ejemplo, la aireación puede ayudar a eliminar restos de desinfectantes tales como cloro y cloramina. Además, la aireación puede ayudar a eliminar compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, entre ellos trihalometanos (THM), que pueden estar presentes en el agua. La aireación también puede reducir la concentración de sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y radón en el agua de alimentación, y también servir para oxidar compuestos orgánicos y/o metales tales como el hierro. La oxidación del hierro en solución puede dar como resultado la formación de un precipitado, tal como el óxido de hierro, que puede ser más fácil de separar del agua de alimentación que el hierro disuelto. Se puede preferir que el agua de alimentación que contenga concentraciones relativamente altas de hierro sea pretratada para eliminar el hierro de la solución, ya que puede contribuir al sabor y olor de una bebida.

Otra técnica de pretratamiento que se puede utilizar es el tratamiento con un floculante. La adición de un floculante, por ejemplo alumbre, puede ayudar a coagular partículas en suspensión de modo que sean separadas más fácilmente del agua de alimentación. Esto puede dar como resultado una disminución del material en forma de partículas que tenga que ser eliminado por filtración en el filtro de partículas de la realización de la invención, y por lo tanto puede producir una prolongación de la vida útil del filtro. El uso de un floculante puede combinarse con la aireación.

En un aspecto, la invención proporciona un agua que es menos pura que el agua que puede producirse mediante otros métodos de purificación. A menudo, un productor de bebidas puede preferir un agua que sea pura, pero no demasiado pura. Por ejemplo, si un agua contiene niveles muy bajos de TDS, por ejemplo inferiores a aproximadamente 50 ppm, inferiores a aproximadamente 20 ppm o inferiores a aproximadamente 10 ppm, el agua puede afectar negativamente al sabor de la bebida. Además, otras características tales como la corrosividad pueden verse afectadas por un agua excesivamente pura. Por lo tanto, algunas técnicas de purificación de agua, por ejemplo la RO, pueden proporcionar un agua que sea más pura de lo típicamente deseable para los dispositivos de producción de bebidas.

Una manera de proporcionar un agua que contenga suficiente TDS y alcalinidad para satisfacer los requisitos de sabor consiste en mezclar un agua pura (que sería demasiado pura por sí misma) con un agua de alimentación u otro agua que contenga altos niveles de alcalinidad y TDS. Una relación de mezcla adecuada puede proporcionar un agua que tenga características de sabor adecuadas. Por supuesto, esto puede implicar pasos adicionales, válvulas, bombas, etc. También se pueden añadir (o devolver) a un agua pura minerales u otras sustancias solubles. En algunas realizaciones, se puede producir agua de calidad para bebidas sin añadir sustancias a un agua purificada.

En otro aspecto, se puede producir agua purificada sin mezclar un agua purificada con un agua menos pura para obtener un intervalo deseado de especies disueltas, tales como, por ejemplo, minerales, sales, dureza, alcalinidad,  $CO_2$  o TDS. En algunas realizaciones, una o varias impurezas de un agua de alimentación son reducidas a un nivel deseable sin mezclar aguas con alta y baja concentración de impurezas. Los niveles de impurezas tales como, por ejemplo, dureza, TDS y alcalinidad pueden reducirse a los niveles deseados en un solo paso utilizando un único dispositivo de desionización electroquímica. No se necesita purificar primeramente el agua hasta un nivel por debajo de un intervalo deseado y no se necesita mezclarla con agua que contenga impurezas en un intervalo más alto, como puede ocurrir, por ejemplo, en algunos sistemas de RO. El sistema puede ser hecho funcionar sin purificar nada de agua a un nivel inferior, para una o varias impurezas, a un nivel establecido. Mediante el uso de la desionización electroquímica se puede llegar directamente a los intervalos establecidos ajustando las condiciones de funcionamiento del dispositivo de desionización electroquímica.

El dispositivo de desionización electroquímica se controla y se ajusta en base a la calidad del agua. El control y ajuste de la calidad del agua producida amplía los tipos y calidades del agua de alimentación que puede ser utilizada para producir un agua purificada de calidad predeterminada y constante que pueda ser adecuada para la producción de bebidas. Las condiciones de funcionamiento tales como tensión, intensidad de corriente, caudal y temporización de ciclos de inversión se pueden modificar de manera manual o automática, y eso se puede realizar en respuesta a, por ejemplo, la calidad del agua purificada, la calidad del agua del concentrado o la calidad del agua de alimentación, pero siempre la calidad del agua purificada. También se pueden ajustar las condiciones de funcionamiento debido a cambios en factores no relacionados con la calidad del agua, tales como la temperatura y el caudal demandado. La modificación de una condición de funcionamiento puede incluir la alteración de la eficacia de eliminación del dispositivo. Por ejemplo, si se detecta un nivel de TDS que es demasiado bajo, se puede disminuir la eficacia del dispositivo de modo que se eliminen del agua menos impurezas. Esto puede realizarse, por ejemplo,

disminuyendo la intensidad corriente entregada a un dispositivo CEDI o RCEDI. De manera análoga, si los niveles de TDS están por encima de un intervalo deseado, se puede incrementar la eficacia del dispositivo aumentando la intensidad de corriente o disminuyendo el caudal. En otras realizaciones, la eficiencia se puede modificar conectando y desconectando (realizando un ciclo) la alimentación eléctrica al dispositivo de desionización electroquímica a distintos intervalos. Por ejemplo, se puede aplicar corriente durante el 90% del tiempo y desconectarla durante el 10% del tiempo, mientras se mantiene un caudal constante de fluido a través del dispositivo. Esto puede dar como resultado agua purificada de la cual se hayan eliminado aproximadamente 90% de las impurezas con respecto al agua producida cuando el dispositivo es hecho funcionar con la corriente aplicada durante el 100% del tiempo. Se puede ejecutar cualquier programa de ciclos con períodos de tiempo cortos para evitar posibles variaciones en la calidad del agua producto que pudieran derivarse de períodos prolongados sin aplicación de corriente alguna. Por ejemplo, el cambio de ciclo puede producirse a intervalos de menos de un minuto o bien menos de 10 segundos.

Un dispositivo de desionización electroquímica puede ser higienizable por calor. Si un dispositivo de desionización electroquímica es higienizable por calor, las superficies del dispositivo que están normalmente en contacto con el agua durante el tratamiento podrán ser elevadas a una temperatura y durante un período de tiempo suficientes para matar microorganismos patógenos o impedir su reproducción. Por ejemplo, se puede elevar la temperatura a más de 50, 60, 70, 80, 85 ó 90 grados Celsius. Se puede exponer el dispositivo a una temperatura elevada durante un período de tiempo superior a 10 minutos, 30 minutos o 1 hora. En Arba *et al.*, "Electrodeionization device and methods of use", solicitud de patente de EE.UU. n° 09/954,986, n° de publicación 20020144954 se proporcionan ejemplos de dispositivos de desionización electroquímica que son higienizables por calor y métodos para usarlos.

En una realización, se puede ajustar la corriente eléctrica a través de un dispositivo CEDI o RCEDI para reducir o aumentar la cantidad de material iónico que es eliminado del agua de alimentación. En muchos casos, no se requiere mezcla. En otra realización, para alcanzar un nivel de calidad establecido para el agua purificada, se ajustan una o varias condiciones de funcionamiento en respuesta a cambios en la calidad del agua de alimentación o a cambios en la eficacia o rendimiento del sistema, pero siempre en respuesta a la calidad del agua purificada. También se puede emplear este tipo de ajuste cuando se va a utilizar un diseño similar en instalaciones diferentes que tengan distintas aguas de alimentación. Por ejemplo, un dispositivo de desionización electroquímica puede ser lo suficientemente versátil como para ser utilizado en lugares que proporcionen aguas de alimentación de fuentes municipales o de fuentes de pozo que tengan suministros de agua blanda o, por el contrario, dura. Se puede incluir en el sistema un controlador, tal como un PLC, para ajustar el funcionamiento del dispositivo de desionización electroquímica y éste puede ser sensible a diversos factores, tales como la calidad del agua producida, el caudal de agua, la temperatura del agua de alimentación, la temperatura del agua producida, la calidad del agua de alimentación y datos introducidos por el operario, pero siempre la calidad del agua producida. Por tanto, se puede implementar un sistema de control con realimentación para proporcionar una calidad consistente de agua purificada que responda a cambios en, por ejemplo, la calidad deseada del agua purificada, la calidad del agua de alimentación, la temperatura, los caudales de uso y el estado del dispositivo y los equipos relacionados, pero siempre respondiendo a los cambios en la calidad del agua purificada. Con un solo dispositivo se pueden mantener intervalos aceptables en características tales como la conductividad, dureza, alcalinidad y TDS, con independencia de cambios en la demanda, calidad del agua de alimentación, temperatura y eficacia del dispositivo, por ejemplo.

En aplicaciones para bebidas de dispensador con grifo, puede ser preferible para reducir el almacenamiento de agua. Los sistemas basados en dispositivos de RO requieren típicamente almacenamiento aguas abajo para satisfacer la demanda debido, en parte, a los caudales de producción típicamente bajos del dispositivo de RO. Cualquier agua almacenada puede proporcionar un entorno para el crecimiento de microorganismos y, en lugar de requerir desinfección y control adicionales, en algunos casos puede ser más eficiente evitar por completo el almacenamiento. Por lo tanto, un sistema de tipo "sobre demanda" tal como se proporciona en la presente invención puede ser ideal para el uso con un dispositivo de producción de bebidas para dispensador de grifo. Un sistema sobre demanda es uno que puede purificar agua para uso inmediato, por ejemplo para ser utilizada en un plazo inferior a un minuto después de ser purificada. Típicamente, un sistema sobre demanda no tiene tanque de almacenamiento entre el dispositivo de purificación de agua y el punto de uso, es decir, el dispositivo de bebidas de dispensador de grifo. Aunque pueden existir algunas tuberías o conductos entre el dispositivo de purificación de agua y el punto de uso, el volumen total de estas tuberías o conductos es típicamente menor de aproximadamente un litro. En algunas realizaciones, no se necesita que haya una bomba aguas abajo del dispositivo de purificación de agua. Un sistema sobre demanda también puede proporcionar agua adecuada para la producción de bebidas inmediatamente después de un tiempo de inactividad, por ejemplo después de un período nocturno. El sistema puede no necesitar ser enjuagado antes de utilizar el agua.

Tal como se muestra en la Figura 2, el sistema de la invención puede incluir diversos componentes opcionales, tales como un filtro 10 de carbón. El filtro de carbón puede ser el primero de una serie de dispositivos de tratamiento. La presión del agua de alimentación que es aportada al filtro 10 de carbón puede ser controlada por el manómetro 76. El filtro 10 de carbón puede ayudar a eliminar diversos contaminantes, entre ellos compuestos orgánicos y desinfectantes residuales tales como cloro y cloramina. Se puede utilizar cualquier tipo de filtros de carbón, entre ellos tipos de cartucho que pueden ser preferibles en un lugar de producción de bebidas ya que el cartucho puede cambiarse rápida y fácilmente cuando su eficacia de eliminación disminuye. Como alternativa, se puede reemplazar un cartucho basándose simplemente en el tiempo de uso o en el volumen total que ha pasado por el mismo. Por lo

general, los sitios de producción de bebidas no están equipados para regenerar el carbón, lo que hace aún más atractivos a los cartuchos reemplazables. Otros tipos de filtros de carbón que se pueden utilizar incluyen los filtros de bloques de carbón y los de carbón activado granulado (GAC, por sus siglas en inglés). Se pueden utilizar múltiples filtros de carbón de diferentes tipos en paralelo o en serie. Por ejemplo, se puede utilizar un filtro de bloques de carbón en serie con un filtro que contenga GAC. Preferiblemente, el filtro 10 de carbón incluye GAC que puede ser particularmente adecuado para el uso en la industria de bebidas debido a su capacidad para eliminar los compuestos de sabor y de olor de un suministro de agua. Se prefiere que el filtro 10 de carbón esté dimensionado para minimizar la caída de presión y la restricción de flujo a través del filtro, y para reducir la frecuencia con que deba ser reemplazado, pero manteniendo un equilibrio entre estos atributos y los aspectos de coste y tamaño. Más preferiblemente, el filtro puede contener aditivos tales como zeolitas para ayudar a eliminar cualquier metal pesado u otros contaminantes que no puedan ser eliminados de manera eficiente por el carbón solo.

Después de que el agua de alimentación haya pasado a través del filtro de carbón puede ser alimentada a otro dispositivo de pretratamiento tal como el filtro 20 de partículas. El filtro 20 de partículas puede ser cualquier filtro capaz de eliminar materia en forma de partículas del agua de alimentación. Tales filtros incluyen, por ejemplo, filtros en profundidad, de pantalla, filtros de superficie y filtros microporosos. Los medios filtrantes utilizados pueden ser un filtro de tipo de profundidad, tal como un lecho de arena verde o tierra de diatomeas, o un cartucho de cordón arrollado de algodón, polipropileno u otro polímero. Como alternativa, el filtro 20 de partículas puede ser, por ejemplo, una membrana de microfiltración o de ultrafiltración. La membrana puede ser hidrófoba o hidrófila y puede estar compuesta de, por ejemplo, PVDF, PTFE, polipropileno, polietersulfona o polietileno. El filtro de partículas que se elija puede seleccionarse basándose en el tipo de agua de alimentación en la ubicación en que se instale. Por ejemplo, si el agua de alimentación contiene típicamente grandes cantidades de materia en suspensión, se puede utilizar un filtro de profundidad con una elevada capacidad de carga. Si el agua procede de una fuente que no ha sido tratada para destruir microorganismos, se puede elegir un filtro capaz de eliminar los microorganismos conflictivos, por ejemplo un dispositivo de ultrafiltración.

Preferiblemente, el filtro 20 de partículas es un filtro de profundidad. Más preferiblemente, el filtro 20 de partículas es un filtro de cartucho y, muy preferiblemente, es un filtro de cartucho que tiene medios filtrantes compuestos por material fibroso tal como algodón o polipropileno, siendo de material de calidad alimentaria todas las partes que entran en contacto con el agua. Los filtros de cartucho permiten una sustitución fácil que puede ser realizada por personal sin formación, minimizando así la necesidad de llamadas al servicio técnico para instalarlos. Además, se puede utilizar una variedad de tipos distintos de cartuchos con una sola unidad de carcasa de cartucho, minimizando así la necesidad de ofrecer distintos tipos de carcasa con el sistema de tratamiento de agua.

Después de que el agua de alimentación haya pasado a través del filtro 20 de partículas, es aportada después a un dispositivo de desionización electroquímica, tal como una unidad RCEDI 30. Un RCEDI es un dispositivo de electrodesionización continua que está configurado para invertir la polaridad de los electrodos e intercambiar los compartimentos de concentración y de empobrecimiento casi en el mismo momento en que tiene lugar la inversión de polaridad. El funcionamiento de un dispositivo de este tipo está descrito en Giuffrida *et al.*, patente de EE.UU. nº 4,956,071. Tal dispositivo contiene una serie de compartimentos de empobrecimiento y de concentración delimitados por membranas permeables a aniones y permeables a cationes. Cada tipo de compartimento puede contener una resina de intercambio iónico, normalmente una resina de lecho mixto que tiene resinas tanto de intercambio aniónico como de intercambio catiónico. Las resinas de intercambio iónico también pueden ser homogéneas o bien estar dopadas, y pueden estar dispuestas en capas. Están instalados al menos un cátodo y al menos un ánodo que proporcionan una corriente eléctrica que escinde moléculas de agua en iones hidrógeno e iones hidróxido que reponen continuamente la resina de intercambio iónico contenida en los compartimentos de agotamiento. A medida que el agua pasa a través del compartimento de empobrecimiento, los cationes son intercambiados por iones hidrógeno, siendo extraídos los cationes, a través de una membrana permeable a cationes y bajo la influencia de un campo eléctrico aplicado, a un compartimento de concentración. De manera análoga, los aniones son intercambiados por iones hidroxilo y pasan a través de una membrana permeable a aniones a un compartimento de concentración. Entonces sale agua desionizada del compartimento de empobrecimiento y puede ser aportada a otro compartimento de empobrecimiento para una purificación adicional o bien puede ser descargada para su uso o un tratamiento alternativo. El agua que sale del compartimento de concentración puede pasar a través de compartimentos de concentración adicionales para ser concentrada adicionalmente, o bien puede ser descargada como residuo o enviada a un uso alternativo.

En un momento, ya sea predeterminado o determinado más adelante, por ejemplo por un operario o un controlador, se puede invertir la polaridad del sistema RCEDI 30 de manera que el o los cátodos se conviertan en el o los ánodos, y viceversa. Por ejemplo, se puede cambiar la polaridad a intervalos de 10 minutos. En este momento, o cercano a este momento, los compartimentos de concentración se convierten en compartimentos de empobrecimiento y los compartimentos de empobrecimiento se convierten en compartimentos de concentración. En un breve plazo, el agua que sale de los nuevos compartimentos de empobrecimiento puede ser más pura que la que sale de los nuevos compartimentos de concentración. Alternando de esta manera los compartimentos, se puede minimizar la acumulación de incrustaciones y depósitos, ya que ningún compartimento sirve como compartimento de concentración durante un período prolongado de tiempo. Así, las resinas, compartimentos, membranas, válvulas y tuberías pueden no estar sometidos al nivel de acumulación de sólidos que se pudiera producir en un sistema que no utilice la inversión de polaridad. Además, se puede prolongar la vida útil de la resina y se puede mejorar la

calidad del agua producida.

Los cátodos y ánodos utilizados en un dispositivo de desionización electroquímica pueden ser del mismo material. Estos electrodos pueden tener una base de, por ejemplo, titanio, niobio o tántalo con un revestimiento de platino, rutenio, iridio u otro material de ánodo dimensionalmente estable. Se prefiere que, cuando se use un revestimiento, tenga un espesor de aproximadamente 3,81  $\mu\text{m}$  (150 micropulgadas) a aproximadamente 5,08  $\mu\text{m}$  (200 micropulgadas). Este espesor de revestimiento, en algunos casos, corresponde a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado.

En algunas realizaciones, se puede disponer un enfriador en serie con el dispositivo de desionización electroquímica. El enfriador puede estar aguas arriba del dispositivo o bien aguas abajo del dispositivo de desionización electroquímica y aguas arriba del dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo. Cuando se dispone un enfriador antes del dispositivo de desionización electroquímica, se puede conseguir una disminución de la acumulación de incrustaciones.

En la realización mostrada esquemáticamente en la Figura. 2, después de que el agua de alimentación haya pasado a través del filtro 20 de partículas, entra en los conductos 31 y 32, así como en el conducto 33. El caudal y la presión del agua de alimentación pueden medirse en el caudalímetro 70 y el manómetro 71. Los conductos 31 y 32 pueden proporcionar agua a los compartimentos de concentración y de empobrecimiento (no mostrados) de la pila RCEDI. Cuando el conducto 31 está suministrando agua de alimentación a los compartimentos de empobrecimiento, el conducto 32 está suministrando agua de alimentación a los compartimentos de concentración. Cuando se invierte la polaridad, el conducto 31 suministra a los compartimentos de concentración y el conducto 32 suministra a los compartimentos de empobrecimiento. El agua purificada, esto es, el agua que sale del compartimento de empobrecimiento (o del compartimento de concentración inmediatamente después de la inversión de polaridad) es aportada, o bien al conducto 37 o bien al conducto 38, dependiendo de qué conjunto de compartimentos esté actuando en ese momento como el de empobrecimiento. El conducto alternativo (ya sea 37 ó 38) que está llevando el agua desde los compartimentos de concentración es desviado a la línea 60 de desecho, o bien es reciclado. El enrutamiento de cada uno de los conductos 37 y 38 es controlado por la válvula 80 o la válvula 81. Las válvulas se puede configurar de modo que sólo se permita a uno de entre los conductos 37 ó 38 aportar agua al conducto 39 de producción. Así, si el conducto 37 está alimentando al conducto 39 de producción, entonces el conducto 38 será dirigido a la línea 60 de desecho. La presión y el caudal del agua producida pueden ser controlados con el manómetro 72 y el caudalímetro 73. La calidad del agua se puede medir por diversos métodos, entre ellos dispositivos de medida ópticos, químicos y eléctricos. En algunas realizaciones se puede utilizar un medidor 74 de conductividad, ya que es una manera fiable de controlar el contenido iónico del agua.

El conducto 33 puede proporcionar agua, en serie, a los compartimentos de ánodo y de cátodo (no mostrados) y, cuando se cambia la polaridad, se puede activar la válvula 34 de modo que se invierta el flujo de agua a través de estos compartimentos. El agua que sale de los compartimentos de cátodo y de ánodo pasa, o bien a través del conducto 35 de descarga, o bien a través del conducto 36 de descarga, los cuales se unen ambos para formar el conducto 40 que, o bien conduce a la línea 60 de desecho, o bien es reciclado. El caudal en los conductos de descarga se puede medir mediante el caudalímetro 75.

A diferencia de las técnicas de ablandamiento de agua convencionales que utilizan el intercambio químico de iones para eliminar calcio, magnesio y silicato del agua de alimentación, el sistema de la presente invención permite la eliminación de estos iones sin aportar sodio, potasio u otros cationes como sustitutos en lugar de los cationes que están siendo eliminados. El calcio, magnesio y/o silicato son reemplazados o intercambiados por iones de hidrógeno. La dureza se puede eliminar hasta niveles que proporcionan un agua que no es tan blanda como para que su gusto se vea afectado de manera apreciable.

Algunas técnicas de purificación del agua y de ablandamiento del agua pueden producir un agua tan pura que puede ser corrosiva, puede tener pH reducido o elevado, o puede carecer de especies disueltas que proporcionen un componente de sabor. Los proveedores y licenciantes de bebidas pueden estar especialmente preocupados por el sabor de cualquier agua que se utilice para producir una bebida que pueda ser vendida bajo una marca comercial y, por lo tanto, deba estar sometida a un cuidadoso control de calidad. Esto es particularmente importante en el caso de los puntos de venta con dispensador de grifo, debido al gran número de puntos de venta y la variación de suministros de agua que se pueden utilizar. Por ejemplo, un sistema de RO que podría proporcionar agua de alimentación aceptable para bebidas de dispensador de grifo en un punto de venta puede proporcionar realmente agua de una pureza demasiado elevada cuando se instala en otro punto de venta. Además, debido a la naturaleza del funcionamiento de las membranas de RO, la pureza de la salida no puede ser modificada. La invención puede aprovechar las capacidades de control de proceso de los dispositivos de desionización electroquímica para permitir que la producción de agua esté controlada dentro de un intervalo relativamente estrecho que no contenga ni demasiado ni demasiado poco TDS, dureza, alcalinidad y otros constituyentes. Por ejemplo, se puede controlar la dureza para que esté dentro de un intervalo de entre 5 y 100 ppm (mg/L), entre 10 y 100 ppm, entre 20 y 80 ppm o entre 30 y 70 ppm, medida como carbonato cálcico. De manera análoga, se puede controlar la alcalinidad para que esté dentro de un intervalo de entre 10 y 100 ppm, entre 20 y 80 ppm y entre 30 y 60 ppm, medida como carbonato cálcico. Además, el dispositivo de desionización electroquímica, por ejemplo un RCEDI, puede ser controlado para mantener los niveles de calidad del agua pura dentro de un intervalo de más o menos 10 ppm, más o menos 20 ppm

o más o menos 30 ppm. Además, se pueden mantener estos intervalos para diversas aguas de alimentación, entre ellas el agua municipal y el agua de pozo. En algunas realizaciones, la calidad del agua de un punto de venta con dispensador de grifo puede ser controlada dentro de un intervalo que permita que el dispensador de grifo venda no sólo bebidas saborizadas, sino también agua de marca. Se puede lograr, en algunos casos, sin añadir minerales u otras especies a un agua purificada. Puede que esto no sea posible con otros sistemas porque sin la adición de saborizantes y carbonatación para ayudar a enmascarar ligeras variaciones en el sabor del agua, un agua disponible de un punto de venta con dispensador de grifo puede no tener una calidad consistentemente adecuada para ser vendida bajo una marca comercial.

El bicarbonato puede ser un componente importante del agua que se utilice para preparar bebidas. Por ejemplo, demasiado bicarbonato en solución puede consumir el dióxido de carbono añadido, dando como resultado una bebida carbonatada pobre. Si existe demasiado poco bicarbonato en solución, pueden verse afectadas otras características tales como el pH. Por ejemplo, si los niveles de bicarbonato son demasiado bajos, se puede reducir la capacidad de tamponamiento del agua, y la adición de una pequeña cantidad de ácido puede dar como resultado un pH muy bajo. En una realización, se puede producir agua purificada que contenga bicarbonato en un rango que no consuma CO<sub>2</sub> añadido, pero que también tenga la concentración adecuada para proporcionar una adecuada capacidad de tamponamiento. La concentración de bicarbonato en una muestra de agua puede verse reflejada en las medidas de alcalinidad.

En una realización, se puede producir agua purificada que tenga un pH entre 6 y 9, y preferiblemente entre 6,5 y 8,5. Estos intervalos se obtienen purificando el agua con el dispositivo de desionización electroquímica. El agua también puede contener cierta capacidad de tamponamiento en forma de alcalinidad. El agua puede ser producida sin mezclar dos o más aguas de diferente pH, y se utiliza para la producción de bebidas de dispensador de grifo.

En una realización, se puede ablandar el agua, es decir, se puede reducir la concentración de calcio, magnesio y/o silicato, y el procedimiento puede dar como resultado una reducción neta de contenido iónico. A diferencia de las técnicas de ablandamiento de agua mediante intercambio químico de iones, las técnicas de desionización electroquímica eliminan cationes tales como calcio y magnesio sin intercambiarlos por otros cationes tales como sodio o potasio. De esta manera, se puede ablandar el agua y al mismo tiempo reducir la concentración total de iones en el agua.

En otra realización, el dispositivo de desionización electroquímica puede eliminar y/o reducir la cantidad de microorganismos viables en un suministro de agua. Por ejemplo, al introducir el agua en un compartimento de empobrecimiento de un dispositivo CEDI o RCEDI, por el funcionamiento del dispositivo puede ser convertida en inviable una gran proporción de los microorganismos que puedan estar contenidos en el agua.

Se prefiere que los conductos utilizados en el sistema sean tubos de polímero de calidad alimentaria. Los tubos pueden ser de pequeño diámetro y tan cortos como sea práctico, para unos requisitos dados de flujo máximo y presión, con el fin de minimizar el volumen de agua que es "almacenada" en los tubos durante los períodos de inactividad. En realizaciones en las que pueda ser deseable el almacenamiento, se puede utilizar un tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento estará en comunicación fluida con el dispositivo de desionización electroquímica, y puede estar ubicado aguas arriba o aguas abajo del dispositivo de desionización electroquímica. El tanque de almacenamiento puede tener un volumen superior a 1 litro, superior a 5 litros o superior a 10 litros. El tanque de almacenamiento debe ser de material de calidad alimentaria.

Un controlador puede ser, por ejemplo, un microprocesador u ordenador, tal como un controlador de lógica de proceso (PLC). Un controlador puede incluir varios componentes y circuitería conocidos, entre ellos una unidad de procesamiento (es decir, el procesador), un sistema de memoria, dispositivos de entrada y de salida, e interfaces (por ejemplo, un mecanismo de interconexión), así como otros componentes tales como circuitería de transporte (por ejemplo, uno o más buses), un subsistema de entrada/salida (I/O, por sus siglas en inglés) de vídeo y audio, elementos físicos (en inglés "hardware") con propósito especial, así como otros componentes y circuitería, tal como se describe con más detalle a continuación. Además, el controlador puede ser un sistema de ordenador multiprocesador, o bien puede incluir múltiples ordenadores conectados en una red informática.

El controlador puede incluir un procesador, por ejemplo, un procesador comercialmente disponible tal como uno de los procesadores de las series x86, Celeron y Pentium, disponibles de Intel, dispositivos similares de AMD y Cyrix, los microprocesadores de la serie 680X0 disponibles de Motorola, y el microprocesador PowerPC de IBM. Están disponibles muchos otros procesadores, y el sistema informático no está limitado a un procesador en particular.

Un procesador normalmente ejecuta un programa denominado sistema operativo, de los cuales son ejemplos WindowsNT, Windows95 ó 98, UNIX, Linux, DOS, VMS, MacOS y OS8, que controla la ejecución de otros programas de ordenador y proporciona planificación, depuración, control de entrada/salida, contabilidad, compilación, asignación de almacenamiento, gestión de datos y gestión de memoria, control de comunicaciones y servicios relacionados. El procesador y el sistema operativo definen juntos una plataforma de ordenador para la cual están escritos los programas de aplicación en lenguajes de programación de alto nivel. El controlador que se utiliza en esta memoria no está limitado a una plataforma de ordenador particular.

El controlador puede incluir un sistema de memoria, que incluye típicamente un medio de registro no volátil que puede ser leído y escrito por el ordenador, de los cuales son ejemplos un disco magnético, un disco óptico, una memoria flash y una cinta. Tal medio de grabación puede ser extraíble, por ejemplo, un disco flexible, un CD de lectura/escritura o una tarjeta de memoria, o bien puede ser permanente como, por ejemplo, un disco duro.

5 Dicho medio de grabación almacena señales, típicamente en forma binaria (es decir, una forma interpretada como una secuencia de unos y ceros). Un disco (por ejemplo, magnético u óptico) tiene varias pistas, en las cuales se pueden almacenar dichas señales, típicamente en forma binaria, es decir, una forma interpretada como una secuencia de unos y ceros. Tales señales pueden definir un programa informático (en inglés, "software"), por ejemplo un programa de aplicación para ser ejecutado por el microprocesador, o bien información para ser  
10 procesada por el programa de aplicación.

El sistema de memoria del controlador puede incluir también un elemento de memoria de circuito integrado, que típicamente es una memoria de acceso aleatorio volátil tal como una memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM, por sus siglas en inglés) o estática (SRAM). Típicamente, cuando el procesador está funcionando hace que los programas y datos sean leídos desde el medio de grabación no volátil al elemento de memoria de circuito integrado, que típicamente permite un acceso del procesador a las instrucciones del programa y a los datos más rápido que lo  
15 que el medio de grabación no volátil permite.

El procesador generalmente manipula los datos dentro del elemento de memoria de circuito integrado de acuerdo con las instrucciones del programa y luego copia al medio de grabación no volátil los datos manipulados, una vez que se ha completado el procesamiento. Se conocen diversos mecanismos para la gestión del movimiento de datos entre el medio de grabación no volátil y el elemento de memoria de circuito integrado y el controlador que implementa los métodos, los pasos, los sistemas y los elementos de sistema descritos en esta memoria, y no están limitados a éstos. El controlador no está limitado a un sistema de memoria particular.

Al menos parte de dicho sistema de memoria descrito en lo que antecede se puede utilizar para almacenar una o varias estructuras de datos (por ejemplo, tablas de búsqueda) o ecuaciones. Por ejemplo, al menos parte del medio de grabación no volátil puede almacenar al menos parte de una base de datos que incluya uno o más de tales estructuras de datos. Dicha base de datos puede ser cualquiera de una diversidad de tipos de bases de datos, por ejemplo un sistema de archivos que incluya una o más estructuras de datos de archivo plano en donde los datos están organizados en unidades de datos separadas por delimitadores, una base de datos relacional en donde los datos están organizados en unidades de datos almacenadas en tablas, una base de datos orientada a objeto, en donde los datos están organizados en unidades de datos almacenadas como objetos, otro tipo de base de datos, o cualquier combinación de los mismos.

El controlador puede incluir un subsistema I/O de video y audio. Una parte de audio del subsistema puede incluir un convertidor analógico a digital (A/D), que recibe información de audio analógica y la convierte en información digital. Para el almacenamiento en el disco duro con vistas a ser usada en otro momento, se puede comprimir la información digital utilizando sistemas de compresión conocidos. Una parte de video típica del subsistema I/O puede incluir un compresor/descompresor de imagen de video de los cuales se conocen muchos en la técnica. Tales compresores/descompresores convierten información de video analógica en información digital comprimida, y viceversa. La información digital comprimida puede ser almacenada en el disco duro para su uso en un momento posterior.

40 El controlador puede incluir uno o más dispositivos de salida. Los dispositivos de salida ilustrativos incluyen una pantalla de visualización de tubo de rayos catódicos (CRT, por sus siglas en inglés), pantallas de cristal líquido (LCD), pantallas táctiles y otros dispositivos de salida de video, impresoras, dispositivos de comunicación tales como un módem o una interfaz de red, dispositivos de almacenamiento tales como discos o cintas, y dispositivos de salida de audio tales como un altavoz.

45 El controlador también puede incluir uno o más dispositivos de entrada. Los dispositivos de entrada ilustrativos incluyen un teclado, teclado numérico, bola de seguimiento, ratón, lápiz y tableta, pantalla táctil, dispositivos de comunicación tales como los descritos anteriormente, y dispositivos de entrada de datos tales como dispositivos y sensores de captura de audio y video. El controlador no está limitado a los dispositivos de entrada o salida particulares descritos en la presente memoria.

50 El controlador puede incluir elementos físicos de propósito especial, especialmente programados, por ejemplo un circuito integrado específico para aplicación (ASIC, por sus siglas en inglés). Tales elementos físicos de propósito especial pueden estar configurados para implementar uno o más de los métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas y elementos de sistema descritos en lo que antecede.

55 El controlador y sus componentes pueden ser programables utilizando cualquiera de una variedad de uno o más lenguajes de programación de ordenador adecuados. Estos lenguajes pueden incluir lenguajes de programación de procedimiento, por ejemplo C, Pascal, Fortran y BASIC, lenguajes orientados a objeto, por ejemplo C++, Java y Eiffel, y otros lenguajes, tales como un lenguaje de secuencia de comandos (en inglés, "scripting") o incluso lenguaje ensamblador.

Los métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas y elementos de sistema pueden implementarse utilizando cualquiera de una variedad de lenguajes de programación adecuados, entre ellos lenguajes de programación de procedimiento, lenguajes de programación orientados a objeto, otros lenguajes y combinaciones de los mismos, que pueden ser ejecutados por dicho sistema informático. Tales métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas y elementos de sistema pueden implementarse como módulos separados de un programa de ordenador, o bien se pueden implementar de forma individual como programas informáticos independientes. Tales módulos y programas pueden ser ejecutados en ordenadores independientes.

Los métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas y elementos de sistema descritos en lo que antecede pueden ser implementados en programas informáticos ("software"), elementos físicos ("hardware") o programas de fabricante o inalterables ("firmware"), o cualquier combinación de estos tres, como parte del controlador descrito en lo que antecede o como un componente independiente.

Tales métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas y elementos de sistema, ya sea individualmente o en combinación, pueden ser implementados como un producto de programa de ordenador incorporado tangiblemente como señales legibles por ordenador sobre un medio legible por ordenador, por ejemplo un medio de grabación no volátil, un elemento de memoria de circuito integrado, o una combinación de los mismos. Para cada uno de tales métodos, pasos, simulaciones, algoritmos, sistemas o elementos de sistema, dicho producto de programa de ordenador puede comprender señales legibles por ordenador incorporadas tangiblemente sobre el medio legible por ordenador que definen instrucciones, por ejemplo como parte de uno o más programas que, como consecuencia de ser ejecutados por un ordenador, instruyen al ordenador para realizar el método, paso, simulación, algoritmo, sistema o elemento de sistema

El funcionamiento del sistema de desionización electroquímica puede ser controlado tanto manual como automáticamente. Preferiblemente, la operación es controlada automáticamente por un controlador tal como un PLC. El PLC (no mostrado) puede estar programado para controlar algunas o la totalidad de las funciones del sistema. Por ejemplo, el PLC puede controlar el punto en el cual se invierte la polaridad de la pila RCEDI y puede accionar simultáneamente las válvulas adecuadas para dirigir el flujo de agua tal como se ha descrito anteriormente. Esto puede ser desencadenado por una condición pre-programada basada en, por ejemplo, el tiempo o la producción total, o bien puede consistir en un sistema más activo que esté controlado por variables tales como la calidad del agua, los caudales o las diferencias de presión, que se pueden medir o detectar mediante el uso de diversos medidores e instrumentos a lo largo del sistema que se comunican con el PLC. Por ejemplo, cuando se detecta una disminución de la calidad del agua en el conducto 39, ello puede enviar una señal al PLC para invertir la polaridad y activar las válvulas 80 y 81 para intercambiar los compartimientos de empobrecimiento y de concentración. El PLC también puede advertir de ciertas situaciones al operador del sistema, por ejemplo del momento en que se necesita cambiar un cartucho de filtro de carbón o de partículas o bien, si se detecta una disminución constante de la presión o la calidad del agua, de la necesidad de atención técnica a la pila. También se puede avisar a instalaciones o personal en otra ubicación mediante, por ejemplo, teléfono, internet o radio. También se puede emplear un PLC para ajustar la intensidad de corriente enviada a la pila. Esto puede ser particularmente útil en respuesta a cambios en la calidad del agua de alimentación, demanda de la producción de agua, o bien si se produce una disminución de la eficacia de los electrodos. Por ejemplo, si el sistema está funcionando con una producción máxima de 11 litros/minuto (3 galones/minuto) y la demanda se incrementa repentinamente a 15 litros/minuto (4 galones/minuto), puede que todo lo que se requiera para cumplir con los requisitos de eliminación en el caudal incrementado sea elevar la intensidad de corriente enviada a la pila

En algunas formas de realización, el agua purificada puede ser post-tratada. Por ejemplo, después de la purificación, el agua puede ser desinfectada o conservada con productos químicos, por filtración, radiación o cualquier combinación de éstos. El post-tratamiento puede incluir, por ejemplo, la desinfección química, por ejemplo con ozono, cloro, cloraminas o amoníaco; la desinfección por calor, por ejemplo calentando el agua purificada a una temperatura superior a 50, 70 o 85°C; la desinfección por radiación, por ejemplo mediante irradiación con luz UV; y por filtración, por ejemplo mediante el uso de microfiltros, filtros de arena y/o filtros de arena centrífugos que pueden ser utilizados para eliminar físicamente microorganismos del agua purificada. El post-tratamiento puede ser preferible cuando se va a almacenar el agua.

La presente invención se ilustrará adicionalmente mediante el siguiente ejemplo, que se pretende tenga naturaleza ilustrativa y no debe interpretarse como limitante del alcance de la invención.

### Ejemplo

Para demostrar la eficacia del presente sistema, se construyó un dispositivo RCEDI y se le suministraron muestras de agua de pozo que contenían compuestos y presentaban propiedades importantes para instalaciones de producción de bebidas de dispensador de grifo. Se analizaron inicialmente 14 muestras distintas de agua de pozo, en cuanto a dureza, alcalinidad, pH y TDS. Los resultados del análisis inicial previo al tratamiento están resumidos a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1  
Parámetros del agua de alimentación

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo
Dureza (ppm como CaCO <sub>3</sub> )	326	326	336	318
Alcalinidad (ppm como CaCO <sub>3</sub> )	258	254	278	246
pH	7,7	7,8	8,0	7,3
TDS (ppm 442)	533	533	537	527

5 Cada una de las muestras de agua fue tratada alimentando el agua a un dispositivo de RCEDI que tenía las siguientes características.

Tipo de dispositivo: Sistema CEDI de 20 pares de celdas

Frecuencia de inversión de la polaridad: 10 minutos

Alimentación eléctrica: 200 vatios

10 Caudalímetros: Tres caudalímetros para medir los caudales de diluido, concentrado y de electrodos.

Manómetros: Cinco manómetros para controlar en la alimentación, producto, concentrado, electrodos y la alimentación antes del tratamiento con carbón y para partículas.

15 PLC: Allen-Bradley MicroLogix 1000 PLC con cuatro relés de doble polo y doble acción.

Electrodos: Electrodo de placa de titanio con recubrimiento de platino de aproximadamente 0,76 µm (30 micro pulgadas).

El dispositivo se hizo funcionar en condiciones que serían prácticas para una instalación de bebidas de dispensador de grifo. Estos parámetros se muestran a continuación en la siguiente Tabla 2.

20 Las propiedades del agua producida por el sistema se midieron varias veces para cada muestra que se estaba tratando. Estos resultados, así como los requisitos típicos del agua para bebidas, se resumen a continuación en la Tabla 3.

25 También se analizó periódicamente durante el tratamiento la corriente de desecho procedente de los compartimientos de concentración y los compartimientos de electrodos. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla 2

Parámetros de sistema para el módulo CEDI reversible

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Número de medidas
Caudal de producto (litros/minuto)	3,63	3,60	4,54	3,37	71
Caudal de concentrado (litros/minuto)	1,63	1,70	2,27	0,83	71
Caudal de electrodo (litros/minuto)	0,42	0,42	0,49	0,25	71
Intensidad de corriente (amperios)	2,4	2,4	2,6	2,1	62
Tensión (voltios)	130,5	127	151	89	61
Presión de alimentación antes del tratamiento (bar)	2,72	2,76	3,52	1,93	79
Presión en la alimentación a la pila (bar)	2,09	2,07	2,76	1,86	68
Presión en la corriente de producto (bar)	1,50	1,45	2,14	0,69	69
Presión en la corriente de concentrado (bar)	1,85	1,79	2,62	1,03	69
Presión en la corriente de electrodos (bar)	0,86	0,69	2,34	0,34	69
Caída de presión en el producto (bar)	0,59	-	-	-	-
Caída de presión en el concentrado (bar)	0,23	-	-	-	-

Tabla 3

Parámetros del agua producto para el módulo CEDI reversible

	Intervalo objetivo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Número de muestras
Dureza (ppm como CaCO <sub>3</sub> )	≤ 100	91	90	132	62	80
Alcalinidad (ppm como CaCO <sub>3</sub> )	≤ 85	71	70	109	52	80
pH	6,5-8,5	6,7	6,7	7,1	6,5	74
TDS (ppm 442)	≤ 500	166	165	227	122	80

5

Tabla 4

Parámetros del agua de concentrado/electrodos para el módulo de CEDI reversible

	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Número de muestras
Dureza (ppm)	732	736	934	604	65
Alcalinidad (ppm)	515	528	624	402	65
pH	7,7	7,7	8,0	7,3	63
TDS (ppm 442)	1097	1104	1359	940	65

10

Una comparación de los resultados medidos en el agua de alimentación y en el agua producida, frente a la especificación del agua para bebidas, muestra que el sistema proporciona un método eficaz para conseguir que un agua de alimentación típica cumpla los requisitos del agua para bebidas. Los resultados de mediana para dureza, alcalinidad y TDS muestran que, aunque el agua de alimentación no cumplía cada uno de estos parámetros, el procedimiento RCEDI fue eficaz para mejorar la calidad del agua hasta el nivel requerido. También es notable que el pH del agua se mantuviese a un nivel aceptable.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de tratamiento de agua que comprende:  
una entrada (11) de agua de alimentación;  
5 un dispositivo (30) de desionización electroquímica en comunicación fluida con la entrada (11) de agua de alimentación y con una salida (39) de agua de alimentación, en donde el dispositivo (30) de desionización electroquímica comprende una serie de compartimentos de empobrecimiento y de concentración delimitados por membranas permeables a aniones y permeables a cationes; y  
un dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo para producir una bebida para consumo inmediato, estando el dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo en comunicación fluida con la salida (39) de  
10 agua de alimentación,  
en donde el dispositivo (30) de desionización electroquímica está en comunicación con un controlador que está construido y dispuesto para ajustar una o varias condiciones de funcionamiento del dispositivo (30) de desionización electroquímica en respuesta a la calidad del agua purificada.
2. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 que comprende además un filtro (10) de carbón aguas  
15 arriba del dispositivo (30) de desionización electroquímica.
3. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 que comprende además un filtro (20) de partículas aguas arriba del dispositivo (30) de desionización electroquímica.
4. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde la entrada (11) de agua de alimentación está en comunicación con una fuente de agua corriente.
- 20 5. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 4 en donde el agua de alimentación es alimentada directamente a un filtro (10) de carbón.
6. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde el agua de alimentación está clorada.
7. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde el dispositivo (30) de desionización electroquímica está en comunicación fluida con la salida (39) de agua de alimentación a través de un conducto que  
25 tiene un volumen inferior a un litro.
8. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde el sistema es higienizable por calor.
9. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde el dispositivo (30) de desionización electroquímica es higienizable por calor.
10. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde una o varias de las condiciones de  
30 funcionamiento se seleccionan del grupo que consiste en tensión, intensidad de corriente, caudal y ciclo de inversión.
11. El sistema de tratamiento de agua según la reivindicación 1 en donde el controlador está en comunicación con un detector (74) de conductividad.
12. Un método para purificar agua para producción de bebidas que comprende los pasos de:  
35 suministrar agua (11) de alimentación a un dispositivo (30) de desionización electroquímica para producir una corriente (39) de agua purificada; y  
alimentar la corriente (39) de agua purificada a un dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo para producir una bebida para consumo inmediato,  
40 en donde el dispositivo (30) de desionización electroquímica comprende una serie de compartimentos de empobrecimiento y de concentración delimitados por membranas permeables a aniones y permeables a cationes,  
en donde el método comprende los pasos adicionales de controlar una calidad de la corriente (39) de agua purificada y ajustar una o varias condiciones de funcionamiento del dispositivo (30) de desionización electroquímica en respuesta a la calidad de la corriente (39) de agua purificada.
13. El método según la reivindicación 12 en donde la corriente (39) de agua purificada se utiliza inmediatamente  
45 para producir la bebida de dispensador de grifo.
14. El método según la reivindicación 12 en donde el agua (11) de alimentación es agua corriente.
15. El método según la reivindicación 12 que comprende además hacer pasar el agua (11) de alimentación a través

de un filtro (10) de carbón.

16. El método según la reivindicación 12 que comprende además hacer pasar el agua (11) de alimentación a través de un filtro (20) de partículas.

5 17. El método según la reivindicación 12 en donde el agua (11) de alimentación contiene más de aproximadamente 500 ppm de sólidos disueltos totales y la corriente purificada (39) contiene menos de aproximadamente 200 ppm de sólidos disueltos totales.

18. El método según la reivindicación 12 en donde el agua (11) de alimentación contiene más de aproximadamente 300 ppm de dureza y la corriente purificada (39) contiene menos de aproximadamente 100 ppm de dureza y más de aproximadamente 10 ppm de dureza.

10 19. El método según la reivindicación 12 en donde el agua (11) de alimentación contiene más de aproximadamente 200 ppm de alcalinidad y la corriente purificada (39) contiene menos de aproximadamente 100 ppm de alcalinidad y más de aproximadamente 10 ppm de alcalinidad.

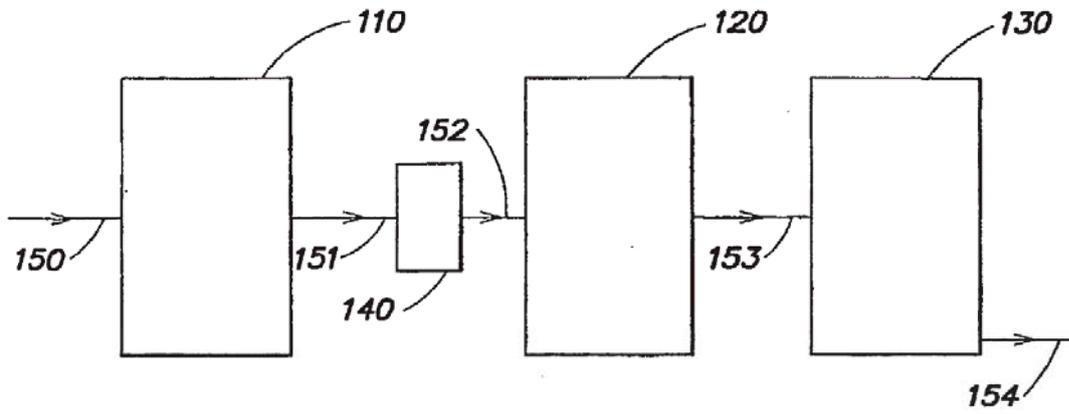
20. El método según la reivindicación 12 en donde la calidad controlada es la conductividad.

15 21. El método según la reivindicación 12 en donde las una o varias condiciones de funcionamiento están seleccionadas del grupo consistente en tensión, intensidad de corriente, caudal y ciclo de inversión.

22. El método según la reivindicación 12 en donde la corriente (39) de agua purificada es alimentada al dispositivo de producción de bebidas de dispensador de grifo en menos de un minuto después de producir la corriente (39) de agua purificada.

20 23. El método según la reivindicación 12 en donde la corriente (39) de agua purificada comprende menos de 100 mg/L y más de 10 mg/L de sólidos disueltos totales.

24. El método según la reivindicación 12 en donde las una o más condiciones de funcionamiento son ajustadas para reducir la pureza de la corriente (39) de agua purificada.



**FIG. 1**

(Técnica anterior)

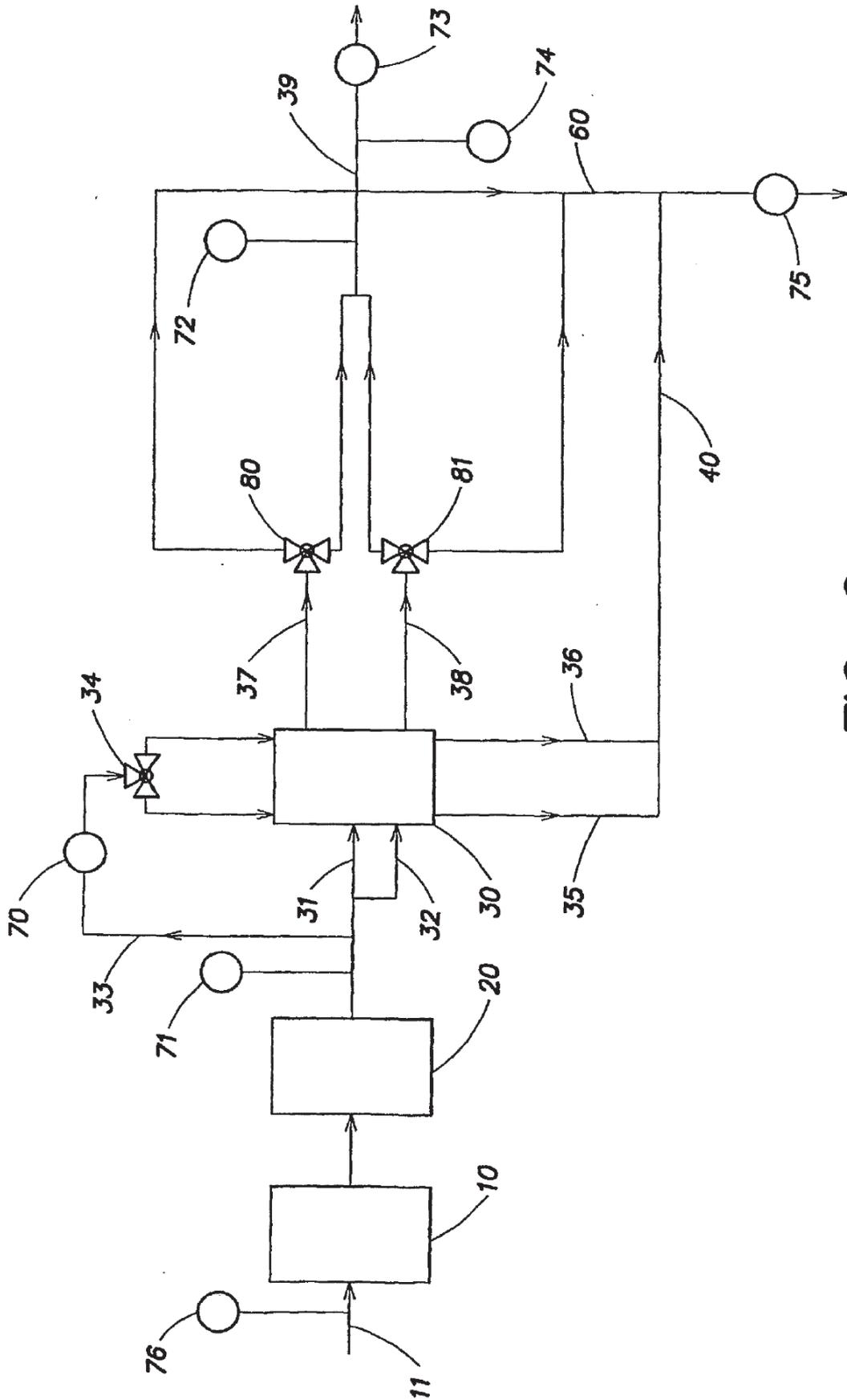


FIG. 2