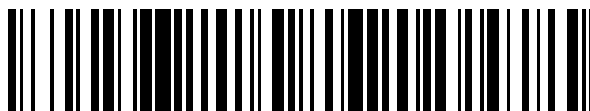


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 947 042**

51 Int. Cl.:

A61M 1/16	(2006.01) C02F 1/44	(2013.01)
A61M 1/28	(2006.01) C02F 1/469	(2013.01)
B01D 61/02	(2006.01) C02F 5/08	(2013.01)
B01D 61/12	(2006.01) C02F 9/00	(2013.01)
B01D 61/42	(2006.01) C02F 101/12	(2006.01)
B01D 61/58	(2006.01) C02F 101/30	(2006.01)
C02F 1/00	(2013.01) C02F 103/02	(2006.01)
C02F 1/02	(2013.01)	
C02F 1/28	(2013.01)	
C02F 1/42	(2013.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2018 PCT/EP2018/062462**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018 WO18228765**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2018 E 18728527 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2023 EP 3638337**

54 Título: **Un aparato de purificación de agua y métodos para limpiar el aparato de purificación de agua**

30 Prioridad:

15.06.2017 SE 1750759

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.07.2023

73 Titular/es:

**BAXTER INTERNATIONAL INC. (50.0%)
One Baxter Parkway
Deerfield, IL 60015, US y
BAXTER HEALTHCARE SA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SENDELIUS, PETER;
LINDGREN, HENRIK;
JANSSON, OLOF;
RNDAL, CARL-HENRY;
WICTOR, PER-OLA y
HALLSTR M, ROBERT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 947 042 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

Un aparato de purificación de agua y métodos para limpiar el aparato de purificación de agua

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un aparato de purificación de agua y a métodos correspondientes para limpiar el aparato de purificación de agua que incluyen desinfección por calor y, en algunas realizaciones, un agente de limpieza. La presente invención también se refiere a un programa informático y a un producto de programa informático que implementa los métodos.

Antecedentes

10 En el tratamiento de pacientes que padecen insuficiencia renal aguda o crónica, se emplea la terapia de diálisis. Tres categorías generales de terapia de diálisis son hemodiálisis, HD, diálisis peritoneal, DP y terapia de reemplazo renal continua, TRRC.

15 En la hemodiálisis, la sangre del paciente se limpia al atravesar un riñón artificial en un sistema de membranas extracorpóreo, incorporado en una máquina de diálisis. El tratamiento sanguíneo implica la circulación extracorpórea a través de un intercambiador que tiene una membrana semipermeable (dializador) en el que se hace circular la sangre del paciente por un lado de la membrana y, por el otro lado, se hace circular un fluido de diálisis que comprende los principales electrolitos de la sangre en concentraciones próximas a las de la sangre de un sujeto sano. Además, se crea una diferencia de presión entre los dos compartimentos del dializador que están delimitados por la membrana semipermeable, de modo que una fracción del fluido plasmático atraviesa por ultrafiltración la membrana al compartimento que contiene el fluido de diálisis.

20 La TRRC se utiliza como una terapia alternativa para pacientes que están demasiado enfermos o inestables para la hemodiálisis estándar. Es similar a la hemodiálisis y utiliza una membrana semipermeable para la difusión y, hasta cierto punto, la convección. Sin embargo, es una forma más lenta de tratamiento de la sangre que la hemodiálisis, y puede durar de forma continua desde un par de horas hasta varios días.

25 En la diálisis peritoneal, el fluido de diálisis se infunde en la cavidad peritoneal del paciente. Esta cavidad está revestida por la membrana peritoneal que está muy vascularizada. Los metabolitos se eliminan de la sangre del paciente por difusión a través de la membrana peritoneal hacia el fluido de diálisis. El exceso de fluido, es decir, de agua, también se elimina por ósmosis inducida por un fluido de diálisis hipertónico. A través de estos dos procesos, difusión y ultrafiltración osmótica, es necesario eliminar cantidades apropiadas de metabolitos solutos y fluido para mantener los volúmenes y la composición de los fluidos corporales del paciente dentro de los límites apropiados.

30 Existen varios tipos de terapias de diálisis peritoneal, incluida la diálisis peritoneal ambulatoria continua ("DPAC"), la diálisis peritoneal automatizada ("DPA"), incluida la DPA de flujo de marea, y la diálisis peritoneal de flujo continuo ("DPFC").

35 La DPAC es un tratamiento de diálisis manual. El paciente conecta manualmente un catéter implantado a un drenaje, lo que permite que el fluido dializado usado se drene desde la cavidad peritoneal. Luego, el paciente conecta el catéter a una bolsa de fluido de diálisis nuevo, infundiendo fluido de diálisis nuevo a través del catéter y al interior del paciente. El paciente desconecta el catéter de la bolsa de fluido de diálisis nuevo y permite que el fluido de diálisis permanezca dentro de la cavidad peritoneal, en la que tiene lugar la transferencia de residuos, toxinas y exceso de agua.

40 La diálisis peritoneal automatizada ("DPA") es similar a la DPAC porque el tratamiento de diálisis incluye ciclos de drenaje, llenado y permanencia. Las máquinas de DPA, sin embargo, realizan los ciclos automáticamente, normalmente mientras el paciente duerme. Las máquinas de DPA liberan a los pacientes de tener que realizar manualmente los ciclos de tratamiento y de tener que transportar suministros durante el día. Las máquinas de DPA se conectan de manera fluida a un catéter implantado, a una fuente o bolsa de fluido de diálisis nuevo y a un drenaje de fluido. Las máquinas de DPA bombean fluido de diálisis nuevo desde la fuente de fluido de diálisis, a través del catéter, hacia la cavidad peritoneal del paciente y permiten que el fluido de diálisis permanezca dentro de la cavidad y se produzca la transferencia de residuos, toxinas y exceso de agua. Las máquinas de DPA bombean el dializado usado desde la cavidad peritoneal, a través del catéter, hasta el drenaje. Al igual que con el proceso manual, se producen varios ciclos de drenaje, llenado y permanencia durante la DPA. A menudo se produce un "último llenado" al final de la DPAC y de la DPA, que permanece en la cavidad peritoneal del paciente hasta el siguiente tratamiento.

50 Tanto la DPAC como la DPA son sistemas de tipo por lotes que envían el fluido de diálisis gastado a un drenaje. Los sistemas de flujo de marea son sistemas por lotes modificados. Con el flujo de marea, en lugar de eliminar todo el fluido del paciente durante un periodo de tiempo más prolongado, se elimina una parte del fluido y se reemplaza después de pequeños incrementos de tiempo.

Los sistemas de flujo continuo o de DPFC limpian o regeneran el dializado gastado en lugar de desecharlo. Los sistemas de DPFC suelen ser más complicados que los sistemas por lotes.

Los sistemas de DPAC, de DPA (incluido el flujo de marea) y de DPFC pueden emplear un casete de bombeo. El casete de bombeo normalmente incluye una membrana flexible que se mueve mecánicamente para empujar y atraer el fluido de diálisis hacia fuera y hacia dentro, respectivamente, del casete.

5 En una forma de diálisis peritoneal, se usa una máquina cicladora automática para infundir y drenar el fluido de diálisis. Esta forma de tratamiento puede realizarse automáticamente por la noche mientras el paciente duerme. La máquina cicladora mide la cantidad de fluido infundido y la cantidad extraída para calcular la eliminación neta de fluido. La secuencia de tratamiento suele comenzar con un ciclo de drenaje inicial para vaciar la cavidad peritoneal del dializado gastado. Luego, la máquina cicladora realiza una serie de ciclos de llenado, permanencia y drenaje, que por lo general finalizan con un ciclo de llenado.

10 La diálisis peritoneal generalmente requiere grandes volúmenes de fluido de diálisis. Generalmente, en cada aplicación o intercambio, un paciente determinado infundirá de 2 a 3 litros de fluido de diálisis en la cavidad peritoneal. El fluido de diálisis se deja reposar durante aproximadamente 1 a 3 horas, momento en el que se drena y se intercambia por fluido de diálisis nuevo. Generalmente, se realizan cuatro intercambios de este tipo diariamente. Por lo tanto, se requieren aproximadamente de 8 a 20 litros de fluido de diálisis por día, 7 días a la semana, 365 días al año para cada paciente.

15 Los fluidos de diálisis, para su uso en los tratamientos mencionados anteriormente, se han proporcionado tradicionalmente en bolsas contenedoras selladas, listas para su uso. Por ejemplo, la diálisis peritoneal normalmente se realiza utilizando bolsas con tres concentraciones diferentes de dextrosa. Las bolsas se entregan al hogar del paciente en bolsas de 1 litro a 6 litros con diferentes concentraciones de dextrosa. Un consumo diario normal es de alrededor de 8 a 20 litros de fluido de diálisis de DP. El fluido se proporciona en bolsas esterilizadas de tamaños de hasta seis litros, que se embalan en cajas y se entregan, por ejemplo, mensualmente, para usar en el hogar del paciente. Las cajas de fluido pueden ser engorrosas y pesadas para que las manipulen los pacientes de DP, y ocupan un espacio sustancial en una habitación de sus hogares. Las bolsas y cajas también producen una cantidad relativamente grande de desechos que se eliminan semanal o mensualmente.

25 A la luz de lo anterior, resultan evidentes varios problemas. El envío y el almacenamiento del gran volumen de fluidos requerido consumen mucho espacio. Además, el uso de múltiples bolsas llenadas previamente produce materiales de desecho en forma de envases y embalajes vacíos.

Por lo tanto, se necesitan subsistemas para un sistema global de diálisis peritoneal, DP, que crea una solución de diálisis en el punto de uso, por ejemplo, en la máquina de DP.

30 El fluido de diálisis de DP se administra directamente a la cavidad peritoneal del paciente. Por lo tanto, el fluido de DP debe tener un nivel de esterilización adecuado para ser introducido en el peritoneo del paciente. En consecuencia, el fluido de diálisis de DP se mezcla previamente y se esteriliza normalmente antes de la entrega al lugar de uso, normalmente el hogar del paciente.

Además, en hemodiálisis y TRRC, se necesitan por lo tanto sistemas que creen solución de diálisis en el punto de uso, por ejemplo, en la máquina de hemodiálisis o la máquina TRRC.

35 Un sistema general para hemodiálisis, DP o TRRC, en algunas realizaciones, incluye tres componentes principales, en particular, una máquina de diálisis, un purificador de agua y un conjunto desechable que funciona tanto con la máquina de diálisis como con el purificador de agua. La máquina de diálisis es, p. ej., una máquina cicladora de DP, una máquina de hemodiálisis o una máquina TRRC. La máquina de diálisis prepara fluido de diálisis a partir de agua purificada procedente del purificador de agua y lo concentra.

40 El purificador de agua produce agua purificada a partir de, p. ej., agua del grifo, en el punto de uso del agua purificada.

45 Es de gran importancia que el estado microbiano del purificador de agua sea excelente. Para lograr esto, el purificador de agua debe limpiarse y desinfectarse sobre una base temporal. La desinfección por calor es un método adecuado para desinfectar los trayectos de fluido de un purificador de agua que produce agua para usar en diálisis. Sin embargo, para la desinfección por calor se necesita suministro de energía y en un punto de atención, por ejemplo en el hogar de un paciente, el suministro de energía puede ser limitado.

Un aparato de purificación de agua conocido que está configurado para sufrir un proceso de desinfección por calor se describe en el documento US 2017/021308.

Resumen

50 Es un objeto de la descripción proporcionar un aparato de purificación de agua capaz de limpiarse a sí mismo hasta un nivel microbiano aceptable en el punto de atención. Es otro objeto de la descripción proporcionar métodos para limpiar el aparato de purificación de agua en el punto de atención. En detalle, es un objeto de la descripción proporcionar un aparato de purificación de agua y métodos para limpiar el mismo que hace uso de la desinfección por calor y un uso eficiente del recurso de calentamiento en el aparato de purificación de agua para proporcionar la desinfección por calor.

Estos y otros objetos se consiguen al menos parcialmente mediante el aparato según la reivindicación 1, el método según la reivindicación 14, el programa informático según la reivindicación 15, y mediante las realizaciones de las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto, la invención se refiere a un aparato de purificación de agua para producir agua purificada. El aparato de purificación de agua comprende un dispositivo de Ósmosis Inversa, OI, previsto para producir un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo. El dispositivo de OI consta de una entrada de alimentación, una salida de permeado y una salida de de rechazo. El aparato de purificación de agua también comprende un trayecto de fluido de alimentación previsto con una bomba de OI para bombear fluido de alimentación a la entrada de alimentación, un calentador previsto para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo de OI aguas abajo del dispositivo de OI, un primer trayecto de fluido previsto para hacer circular el fluido purificado calentado desde un punto aguas abajo del calentador hasta un depósito dispuesto en el trayecto del fluido de alimentación dentro del aparato de purificación de agua, un segundo trayecto de fluido previsto para transportar el fluido purificado calentado dentro del aparato de purificación de agua, una disposición de válvula prevista para dirigir el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido o el segundo trayecto de fluido y una unidad de control configurada para controlar la limpieza del aparato de purificación de agua. La unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua controle el calentamiento, con el calentador, del fluido purificado del dispositivo de OI y para controlar la disposición de la válvula para recircular el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido, hasta que se cumple el primer criterio dependiente de la temperatura. La unidad de control está configurada además para hacer que el aparato de purificación de agua controle la disposición de la válvula para redirigir el fluido purificado calentado para que fluya en un segundo trayecto de fluido del aparato de purificación de agua, en respuesta a que se cumpla el primer criterio dependiente de la temperatura, y para controlar el calentamiento, con el calentador, del fluido purificado calentado redirigido para cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido.

El aparato de purificación de agua según el primer aspecto proporciona un calentamiento eficiente del fluido purificado del dispositivo de OI, al recircular el fluido purificado calentado hacia aguas arriba del dispositivo de OI, de tal modo que el calentador vuelve a calentar el fluido purificado calentado. Por lo tanto, solo se necesita un calentador aguas abajo del dispositivo de OI para desinfectar por calor toda el trayecto del fluido del aparato de purificación de agua que necesita ser desinfectada con calor. Además, se puede usar un calentador de bajo consumo de energía para calentar, por lo que la energía doméstica en un punto de atención no se utiliza en exceso. El aparato de purificación de agua puede comprender al menos dos trayectos, cada uno de los cuales recircula agua al trayecto del fluido de alimentación. Calentando primero y recirculando el agua en solo uno de ellos, p. ej., el que tiene el trayecto de flujo más largo, todo el aparato y, por lo tanto, los otros trayectos de flujo también se calentarán. El agua recirculada se recoge en un depósito y, así se mezcla con agua más fría, antes de ser alimentada de nuevo a la membrana de OI. Así, la membrana de OI puede no ser expuesta a temperaturas superiores a 40 °C durante la recirculación en el primer trayecto de fluido, incluso aunque el agua permeada sea calentada a una temperatura mayor aguas abajo de la membrana de OI. En una realización, no se permite que entre fluido nuevo en el aparato de purificación de agua durante la recirculación del fluido purificado calentado. De ese modo, el fluido purificado recirculado no se mezcla con agua fresca más fría, sino que solo se mezcla con el agua que ya está en el depósito, y el calentamiento del fluido purificado puede realizarse más rápidamente. Al redirigir el fluido calentado a un segundo trayecto de fluido, más partes del circuito de fluido pueden resultar desinfectadas por calor de una manera energéticamente eficiente. El segundo trayecto de fluido puede incluir la membrana de OI y, por lo tanto, la membrana de OI puede así ser desinfectada por calor. En algunas realizaciones, al interrumpir la recirculación cuando se cumple el primer criterio dependiente de la temperatura y al dirigir el fluido calentado a un segundo trayecto de fluido que no incluye la membrana de OI, se puede evitar exponer la membrana de OI del dispositivo de OI al calentamiento excesivo, que puede degradar la membrana de OI, y aun así hacer uso del mismo calentador para continuar calentando el fluido purificado de modo que otras partes del trayecto del fluido del aparato de purificación de agua puedan ser desinfectadas por calor sin afectar a la membrana de OI. Además, al calentar la membrana de OI, resulta más permeable y dejará pasar más a su través partículas, lo que podría afectar el rendimiento de los componentes ubicados aguas abajo. Al controlar el calentamiento y dirigir el fluido purificado calentado de manera adecuada, tanto la membrana de OI como los componentes ubicados aguas abajo pueden conservarse.

Los inventores han descubierto que algunas partes del aparato de purificación de agua necesitan limpiarse con menos frecuencia que otras partes. Más detalladamente, un lado de permeado del aparato de purificación de agua necesita ser limpiado con más frecuencia que un lado de alimentación del aparato de purificación de agua y las vías de fluido que conducen el fluido de regreso al lado de alimentación. El lado de alimentación y el lado de permeado están divididos por la membrana de OI del dispositivo de OI. Una membrana de OI completamente funcional no deja pasar bacterias a su través. Por lo tanto, se considera posible desinfectar el lado de alimentación y los trayectos de fluido que llevan el fluido permeado de regreso al lado de alimentación con menos frecuencia que el lado de permeado. El aparato de purificación de agua propuesto es capaz de dirigir el fluido calentado a diferentes trayectos de fluido, por lo que se pueden limpiar diferentes trayectos de fluido con diferente frecuencia. Los inventores también se han dado cuenta de que al llevar a cabo la limpieza en diferentes trayectos de flujo que se limpian por separado y uno tras otro, también se puede asegurar que el agua calentada llega a todas las partes de cada trayecto de flujo con una presión y/o caudal apropiados en cada trayecto de flujo y, por lo tanto, controlar.

En algunas realizaciones, se distribuye un agente de limpieza en el trayecto de fluido del aparato de purificación de agua

durante la desinfección por calor. A continuación, el agente de limpieza se distribuye en el fluido calentado y puede mejorar el efecto de limpieza del fluido calentado.

5 Según algunas realizaciones, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende recircular el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido, hasta que se cumpla un primer criterio de desinfección dependiente de la temperatura. Así, según algunas realizaciones, el primer criterio dependiente de la temperatura es un primer criterio de desinfección dependiente de la temperatura. Así, el primer trayecto de fluido podría incluir componentes como válvulas, tuberías, una membrana de OI, etc., que deben desinfectarse con calor. El fluido purificado es entonces, p. ej., calentado a una temperatura predeterminada durante un tiempo predeterminado, de manera que se cumple un criterio de desinfección para cada componente del primer trayecto de fluido que debe ser desinfectada por calor. En una realización, 10 la temperatura para desinfectar la membrana de OI se alcanza en una última etapa de la recirculación. Alternativamente, la membrana de OI solo se calienta hasta 40° Celsius, pero el fluido purificado se calienta hasta 70°-95° Celsius. Esto porque el fluido purificado se mezclará con agua de temperaturas más bajas en el depósito antes de ser bombeado a la membrana de OI. El agua de alimentación tendrá así una temperatura de hasta 40° Celsius.

15 Según algunas realizaciones, el aparato comprende un primer sensor de temperatura previsto para medir la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido, y en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, en función de la temperatura medida, del fluido purificado de tal modo que la temperatura del fluido purificado está dentro de un intervalo de 70-95° Celsius. El primer sensor de temperatura está previsto para detectar la temperatura del fluido purificado calentado aguas abajo del calentador. Por ejemplo, el primer sensor de temperatura puede estar previsto para detectar la temperatura del fluido purificado calentado directamente después del calentador. 20 Entonces, la temperatura del fluido purificado calentado puede monitorizarse fácilmente, y el efecto sobre el calentador regularse de manera que la membrana de OI no se sobrecaliente o el fluido calentado empiece a hervir. En otras realizaciones, el primer sensor de temperatura está previsto para medir la temperatura del fluido purificado calentado, visto desde el calentador, en ubicaciones aguas abajo, para monitorizar que se cumpla un criterio de desinfección.

25 Según algunas realizaciones, el aparato comprende un primer sensor de flujo previsto para medir un caudal del fluido purificado; y en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento del fluido purificado y bombear con la bomba de OI, en función de la temperatura medida y del caudal medido, de modo que el fluido purificado obtenga una temperatura predeterminada dependiente del caudal. De ese modo también se puede regular el caudal del fluido purificado para lograr una cierta temperatura del fluido purificado. Como se ha descrito, cuando la membrana de OI se calienta, resulta más permeable y más fluida, y también se dejan pasar partículas. Al aumentar el caudal de la bomba de OI, se puede forzar más fluido a través de la membrana de OI de modo que se pueda calentar más rápido más fluido purificado. Por ejemplo, si el fluido purificado se ha calentado a una temperatura elevada, p. ej., 85 °C, se debe reducir la potencia del calentador para no sobrecalentar el fluido purificado al atravesar el calentador. Sin embargo, si se aumenta el caudal del fluido purificado, se puede calentar más fluido sin sobrecalentarlo, y la potencia del calentador se puede reducir menos, lo que da como resultado un calentamiento más rápido de la cantidad total de fluido que se hace 35 recircular.

Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende un segundo sensor de temperatura previsto para medir la temperatura del fluido purificado en el segundo trayecto de fluido, y en el que la unidad de control está configurada para determinar, en función de la temperatura medida, un tiempo de duración para desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido con el fluido a la temperatura medida, de tal modo que se cumpla el criterio de reducción bacteriana, y controlar la desinfección por calor del segundo trayecto de fluido en función del tiempo de duración de modo que se cumpla el criterio de reducción bacteriana. Así, midiendo la temperatura en el segundo trayecto de fluido, el cumplimiento del criterio de desinfección del segundo trayecto de fluido puede monitorizarse y controlarse con precisión. En una realización, la temperatura se monitoriza continuamente.

40 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende un orificio en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido, estando previsto el orificio para ser conectado a un conjunto de tuberías de fluido, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio. De esta manera, se podrá monitorizar y controlar con precisión el cumplimiento del criterio de desinfección del orificio.

45 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende un segundo trayecto de fluido que comprende un trayecto de drenaje, y en donde el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el trayecto de drenaje. De ese modo, el cumplimiento del criterio de desinfección del trayecto de drenaje puede ser monitorizado y controlado con precisión.

50 Según algunas realizaciones, el primer trayecto de fluido o el segundo trayecto de fluido comprenden un dispositivo clarificador. Según una realización, el dispositivo clarificador comprende una unidad de electro-desionización, dispositivo EDI, que comprende un canal de producto y un canal de concentrado. Según una realización alternativa, el dispositivo clarificador comprende un lecho mixto. La unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua realice una desinfección del dispositivo clarificador, p. ej., una desinfección del dispositivo EDI. La desinfección del dispositivo clarificador comprende controlar el calentamiento del fluido purificado que fluirá a través del dispositivo clarificador, para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador, y

5 controlar el aparato de purificación de agua para puentear el dispositivo clarificador, en respuesta al criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador. De ese modo, el cumplimiento del criterio de desinfección del dispositivo clarificador puede ser monitorizado y controlado con precisión. Después de cumplir el criterio de desinfección del dispositivo clarificador, el dispositivo clarificador es puenteado después de ello, para evitar que el rendimiento del dispositivo clarificador se vea afectado negativamente.

Según algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua: controle un nivel de fluido en el depósito a un nivel predeterminado del depósito, antes de calentar el fluido purificado. El nivel de fluido se controla, por ejemplo, a un nivel bajo o medio, de modo que el fluido calentado tenga espacio para expandirse cuando se caliente, sin necesidad de pasar fluido al drenaje.

10 Según algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua realice un enfriamiento activo de una membrana de OI del dispositivo de OI. El enfriamiento activo comprende controlar la bomba de OI para bombear agua desde una fuente de agua al dispositivo de OI hasta que se cumpla un criterio de enfriamiento predeterminado para una membrana de ósmosis inversa, OI, del dispositivo de OI, y controlar la disposición de la válvula para drenar el fluido de rechazo del aparato de purificación de agua. Para desinfectar con calor la membrana de OI, la membrana de OI se calienta a una temperatura entre 70 y 85 °C. Dado que la membrana de OI es vulnerable al calor, la membrana de OI se enfría de manera que queda expuesta a una temperatura alta durante un período de tiempo lo más breve posible.

20 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende una segunda bomba, y en el que la unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua: controle la segunda bomba para bombear aire y controle la disposición de válvula para dirigir el aire más allá de un orificio cerrado del aparato de purificación de agua para eliminar agua del orificio. Por lo tanto, nada o menos fluido fluirá desde el orificio cuando el usuario abra la tapa, p. ej., para conectar un nuevo conjunto de tuberías de fluido.

25 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende una segunda bomba prevista para bombear un agente de limpieza tal como ácido cítrico, en el que la unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua: controle la segunda bomba para bombear un agente de limpieza en el trayecto de fluido de alimentación y haga circular el agente de limpieza en un trayecto de recirculación de rechazo desde la salida de rechazo hasta la entrada de alimentación, con el fin de eliminar las incrustaciones en una membrana de OI del dispositivo de OI. Por lo tanto, hay menos necesidad de tratar previamente el agua de alimentación con un agente anti-incrustante u otro tipo de métodos de reblandecimiento.

30 Según algunas realizaciones, el calentador está previsto en una tubería de fluido permeado para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo de OI. Por lo tanto, el calentador calienta el fluido purificado que fluye desde el dispositivo de OI. Esta colocación del calentador proporciona un uso eficiente de su capacidad de calentamiento.

35 Según algunas realizaciones, un conjunto desechable de tuberías está en comunicación fluida con el aparato de purificación de agua, en el que la unidad de control está configurada para hacer que el aparato de purificación de agua limpie el conjunto desechable de tuberías. La limpieza puede incluir uno o varios lavados del conjunto desechable con agua fría, lavando el conjunto de líneas desechables con un agente de limpieza tal como ácido cítrico, lavando el conjunto desechable de tuberías con fluido calentado y/o lavando el conjunto desechable de tuberías con fluido calentado, donde el fluido calentado incluye el agente de limpieza.

40 Según un segundo aspecto no reivindicado, la descripción se refiere a un aparato de purificación de agua que comprende un dispositivo de ósmosis inversa, OI, previsto para producir un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo. El dispositivo de OI comprende una entrada de alimentación, una salida de permeado y una salida de rechazo. El aparato de purificación de agua también comprende un trayecto de fluido de alimentación provisto de una bomba de OI para bombear fluido de alimentación a la entrada de alimentación, un calentador previsto para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo de OI aguas abajo del dispositivo de OI, un trayecto de fluido purificado previsto para transportar el fluido purificado calentado, y un dispositivo clarificador previsto en el trayecto del fluido purificado. Hay previsto un segundo trayecto de fluido para puentear el dispositivo clarificador y transportar el fluido purificado calentado más allá del dispositivo clarificador. Una disposición de válvula está prevista para dirigir el fluido purificado calentado hacia el trayecto de fluido purificado o hacia el segundo trayecto de fluido. El aparato de purificación de agua también comprende una unidad de control configurada para controlar la limpieza del aparato de purificación de agua y configurada para hacer que el aparato de purificación de agua: controle el calentamiento, con el calentador, del fluido purificado en el trayecto del fluido purificado, para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador; redirigir el dispositivo de producción de fluido purificado para puentear el dispositivo clarificador, en respuesta a que se cumpla el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador y controlar el calentamiento, con el calentador, del fluido purificado en el segundo trayecto de fluido para cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido.

55 El aparato de purificación de agua descrito proporciona una forma de desinfectar adecuadamente por calor el dispositivo clarificador, sin exponerlo a un calentamiento excesivo que podría degradar la capacidad del mismo. En una realización, el dispositivo clarificador comprende un dispositivo EDI. En otra realización, el dispositivo clarificador comprende un lecho

mixto.

5 Según algunas realizaciones, el segundo trayecto de fluido comprende un orificio previsto en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido, estando previsto el orificio para ser conectado a un conjunto de tuberías de fluido, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio, y/o en el que el segundo trayecto de fluido comprende un trayecto de drenaje y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el trayecto de drenaje.

Según algunas realizaciones, el calentador está previsto en una tubería de fluido permeado para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo de OI.

10 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende una disposición de conservación de calor prevista para transferir calor desde un fluido en un primer trayecto de drenaje y/o un fluido en un segundo trayecto de drenaje, a otro medio fluido en un trayecto de entrada, del aparato de purificación de agua. Por lo tanto, se puede conservar la energía y se reduce el riesgo de contacto con el fluido calentado a medida que se enfría el fluido drenado.

15 Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un método para limpiar un aparato de purificación de agua para producir agua purificada, el aparato de purificación de agua comprende un dispositivo de ósmosis inversa, OI, que produce un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo. El método comprende controlar el calentamiento del fluido purificado aguas abajo del dispositivo de OI; recircular el fluido purificado calentado en un primer trayecto de fluido desde un punto aguas abajo del calentador hasta un depósito dispuesto en un trayecto de fluido de alimentación aguas arriba del dispositivo de OI, hasta que se cumpla un primer criterio dependiente de la temperatura; redirigir el fluido purificado calentado para que fluya en un segundo trayecto de fluido del aparato de purificación de agua, en respuesta al cumplimiento del primer criterio dependiente de la temperatura; y controlar el calentamiento del fluido purificado calentado redirigido para cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido.

20 Los mismos efectos que se describen con referencia al aparato de purificación de agua se pueden lograr con los métodos. Según algunas realizaciones, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende recircular el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido al trayecto de fluido de alimentación, hasta que se cumpla un primer criterio de desinfección dependiente de la temperatura. Así, según algunas realizaciones, el primer criterio dependiente de la temperatura es un primer criterio de desinfección dependiente de la temperatura.

25 Según algunas realizaciones, el control del calentamiento y recirculación comprende: medir la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido; y en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, en base a la temperatura medida, del fluido purificado de manera que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70°-95° Celsius.

30 Según algunas realizaciones, el control del calentamiento y recirculación comprende: medir un caudal del fluido purificado; y en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento y el bombeo con la bomba de OI, en función de la temperatura medida y del caudal medido, de tal modo que el fluido purificado obtenga un caudal predeterminado dependiente de la temperatura.

35 Según algunas realizaciones, el control del calentamiento comprende: medir la temperatura del fluido en el segundo trayecto de fluido; y en el que el método comprende determinar, en base a la temperatura medida, una duración de tiempo para desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido con el fluido a la temperatura medida, de manera que se cumpla un criterio de reducción bacteriana, y controlar la desinfección por calor del segundo trayecto de fluido en base al tiempo de duración tal que se cumpla el criterio de reducción bacteriana.

40 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende un orificio en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido, estando previsto el orificio para ser conectado a un conjunto de tuberías de fluido, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio.

45 Según algunas realizaciones, el segundo trayecto de fluido comprende un trayecto de drenaje, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el trayecto de drenaje.

50 Según algunas realizaciones, el primer trayecto de fluido o el segundo trayecto de fluido comprenden un dispositivo clarificador, y el método comprende realizar un dispositivo clarificador que comprende: controlar el calentamiento del fluido purificado que fluirá a través del dispositivo clarificador, para cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador; controlar el aparato de purificación de agua para puentear el dispositivo clarificador, una vez que se cumpla el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador.

Según algunas realizaciones, el método comprende controlar un nivel de fluido en un depósito dispuesto en el trayecto del fluido de alimentación a un nivel predeterminado del depósito, antes de calentar el fluido purificado.

Según algunas realizaciones, el método comprende realizar un enfriamiento activo de una membrana de OI del dispositivo de OI, comprendiendo el enfriamiento activo: bombear agua desde una fuente de agua al dispositivo de OI hasta que se haya cumplido un criterio de enfriamiento predeterminado para la membrana de OI; y controlar el drenaje del fluido de rechazo desde el aparato de purificación de agua.

- 5 Según algunas realizaciones, el método comprende bombear aire más allá de un orificio cerrado del dispositivo de producción de agua purificada para eliminar el agua desde el orificio.

Según algunas realizaciones, el método comprende hacer circular un agente de limpieza tal como ácido cítrico en un trayecto de recirculación de rechazo desde una salida de rechazo hasta una entrada de alimentación del dispositivo de OI, para eliminar incrustaciones en una membrana de OI del dispositivo de OI.

- 10 Según algunas realizaciones, el método comprende transferir energía térmica desde un fluido en un primer trayecto de drenaje y/o un fluido en un segundo trayecto de drenaje, a otro medio. El otro medio es, por ejemplo, un fluido en un trayecto de entrada del aparato de purificación de agua u otro fluido en un elemento de conservación, p. ej., un recipiente cerrado con el otro fluido. Según alguna realización, el método comprende limpiar un conjunto desechable de tuberías en comunicación fluida con el aparato de purificación de agua.

- 15 Según un cuarto aspecto no reivindicado, la descripción se refiere a un método para limpiar un aparato de purificación de agua para producir agua purificada, el aparato de purificación de agua comprende un dispositivo de ósmosis inversa, OI, que produce un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo. El método comprende controlar el calentamiento del fluido purificado producido por el dispositivo de OI aguas abajo del dispositivo de OI, dirigir el fluido purificado calentado en un primer trayecto de fluido, a través de un dispositivo clarificador; redirigir el fluido purificado calentado a un segundo trayecto de fluido para puentear el dispositivo clarificador, en respuesta a que se cumpla un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador; controlar el calentamiento del fluido purificado redirigido; para cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido.

- 20 Según algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua comprende un orificio en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido, estando previsto el orificio para conectarse a un conjunto de tuberías de fluido, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio y/o en el que el segundo trayecto de fluido comprende un primer trayecto de drenaje, y en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es, o comprende cumplir, un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el trayecto de drenaje.

- 25 Según un quinto aspecto, la invención se refiere a un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por la unidad de control de un aparato de purificación de agua según el primer aspecto, hacen que el aparato de purificación de agua lleve a cabo el método según el tercer aspecto.

Según un sexto aspecto no reivindicado, la descripción se refiere a un medio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el método según cualquiera de las realizaciones de este documento.

- 30 Breve descripción de las figuras.

La figura 1 es una vista en alzado frontal de una realización de un sistema de diálisis de DP que tiene producción de fluido de diálisis en el punto de atención utilizando agua purificada procedente de un aparato de purificación de agua.

La figura 2 es una vista en alzado de una realización de un conjunto desechable de tuberías utilizado con el sistema ilustrado en la figura 1.

- 35 La figura 3 es un esquema de algunas partes funcionales del aparato de purificación de agua.

La figura 4 es un esquema de un dispositivo de electro-desionización según una realización.

La figura 5 es una ilustración esquemática de un aparato de purificación de agua según una primera realización ejemplar.

La figura 6 es una ilustración esquemática de un aparato de purificación de agua según una segunda realización ejemplar.

La figura 7 es una ilustración esquemática de un aparato de purificación de agua según una tercera realización ejemplar.

- 40 Las figuras 8-12 ilustran las etapas del método de limpieza según algunas realizaciones.

La figura 13 ilustra una realización del aparato de purificación de agua con mayor detalle.

La figura 14 ilustra una realización de un dispositivo de conservación de calor.

Descripción detallada

A continuación, se explicará un aparato de purificación de agua capaz de ser limpiado en un punto de atención, en el que la limpieza incluye desinfección por calor, y métodos para realizar la limpieza, incluida la desinfección por calor. En una realización, también se limpia un conjunto de tuberías de fluido conectadas de forma fluida al aparato de purificación de agua.

- 5 El aparato de purificación de agua es capaz de producir agua para su uso en el tratamiento de diálisis, p. ej., para mezclar fluido de diálisis a utilizar en el tratamiento de diálisis. En algunas realizaciones, el aparato de purificación de agua es capaz de producir agua para inyección.

- 10 El aparato de purificación de agua se explica a continuación como una parte incluida en un sistema de diálisis peritoneal. Sin embargo, el aparato de purificación de agua se puede usar para producir agua purificada para otros tipos de sistemas de diálisis, p. ej., sistemas de hemodiálisis o de TRRC, para su uso en la producción de fluidos de diálisis que se han de utilizar en los tratamientos de hemodiálisis o de TRRC realizados por los sistemas en un punto de atención o punto de uso.

- 15 Con referencia ahora a los dibujos y en particular a la figura 1, una realización de un sistema de diálisis peritoneal que tiene producción de fluido de diálisis en el punto de uso de la presente descripción se ilustra mediante el sistema 10a. El sistema 10a incluye una máquina cicladora 20 y un aparato 300 de purificación de agua. Las máquinas cicladoras adecuadas para la máquina cicladora 20 incluyen, por ejemplo, la máquina cicladora Amia® o HomeChoice® comercializados por Baxter International Inc., con la comprensión de que esas máquinas cicladoras necesitan una programación actualizada para realizar y usar el fluido de diálisis en el punto de uso producido de acuerdo con el sistema 10a. Para ello, la máquina cicladora 20 incluye una unidad 22 de control que tiene al menos un procesador y al menos una memoria. La unidad 22 de control incluye además un transceptor cableado o inalámbrico para enviar información a, y recibir información desde, un aparato de purificación 300 de agua. El aparato 300 de purificación de agua también incluye una unidad 112 de control que tiene al menos un procesador y al menos una memoria. La unidad 112 de control incluye además un transceptor cableado o inalámbrico para enviar información a, y recibir información desde, la unidad 22 de control de la máquina cicladora 20. La comunicación por cable puede realizarse a través de una conexión Ethernet, por ejemplo. La comunicación inalámbrica puede realizarse a través de cualquiera de los protocolos Bluetooth™, WiFi™, Zigbee®, Z-Wave®, Universal Serial Bus ("USB") inalámbrica o infrarrojos, o mediante cualquier otra tecnología de comunicación inalámbrica adecuada. La unidad 22 de control comprende un programa informático que comprende instrucciones que, cuando la unidad 22 de control ejecuta el programa, hacen que la unidad 22 de control y el aparato de purificación de agua lleven a cabo uno o varios de los métodos y programas de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en este documento. Las instrucciones pueden guardarse en un medio legible por ordenador, tal como un dispositivo de memoria portátil, p. ej., una memoria USB, un ordenador portátil o similar, y ser cargadas en la unidad 22 de control.

La máquina cicladora 20 incluye un alojamiento 24, que contiene el equipo programado a través de la unidad 22 de control para preparar una solución de diálisis nueva en el punto de uso, bombear el fluido de diálisis recién preparado al paciente P, permitir que el fluido de diálisis permanezca dentro del paciente P y luego bombear el fluido de diálisis usado a un drenaje.

- 35 En la realización ilustrada, el aparato 300 de purificación de agua incluye un primer trayecto 384 de drenaje, que conduce a un drenaje 339, que puede ser un drenaje de alojamiento o un recipiente de drenaje. El equipo programado a través de la unidad 22 de control para preparar solución de diálisis nueva en el punto de uso en una realización incluye equipo para un sistema de bombeo neumático, que incluye, entre otros, (i) uno o más depósitos de presión positiva, (ii) uno o más depósitos de presión negativa, (iii) un compresor y una bomba de vacío, cada uno bajo el control de la unidad 22 de control, o una sola bomba que crea presión tanto positiva como negativa bajo el control de la unidad 22 de control, para proporcionar presión positiva y negativa que ha de ser almacenada en uno o más depósitos de presión positiva y negativa, (iv) una pluralidad de cámaras de válvulas neumáticas para suministrar presión positiva y negativa a una pluralidad de cámaras de válvulas de fluido, (v) una pluralidad de cámaras de bombas neumáticas para suministrar presión positiva y negativa a una pluralidad de cámaras de bombas de fluido, (vi) una pluralidad de válvulas neumáticas de solenoide activadas/desactivadas eléctricamente bajo el control de la unidad 22 de control ubicada entre la pluralidad de cámaras de válvulas neumáticas y la pluralidad de cámaras de válvulas de fluido, (vii) una pluralidad de válvulas neumáticas de orificio variable activadas eléctricamente bajo el control de la unidad 22 de control ubicada entre la una pluralidad de cámaras de bombas neumáticas y la una pluralidad de cámaras de bomba de fluido, (viii) un calentador bajo el control de la unidad 22 de control para calentar el fluido de diálisis a medida que se mezcla en una realización, y (viii) un oclisor 26 bajo el control de la unidad 22 de control para cerrar las tuberías del paciente y de drenaje en alarma y otras situaciones.

- 55 En una realización, la pluralidad de cámaras de válvulas neumáticas y la pluralidad de cámaras de bombas neumáticas están ubicadas en una cara o superficie frontal del alojamiento 24 de la máquina cicladora 20. El calentador está ubicado dentro del alojamiento 24 y, en una realización, incluye serpentines de calefacción que hacen contacto con una bandeja de calefacción, que está ubicada en la parte superior del alojamiento 24, debajo de una tapa de calefacción (que no se ve en la figura 1).

La máquina cicladora 20 en la realización ilustrada incluye una interfaz 30 de usuario. La unidad 22 de control en una realización incluye un controlador de video, que puede tener su propio procesamiento y memoria para interactuar con el procesamiento de control principal y la memoria de la unidad 22 de control. La interfaz 30 de usuario incluye un monitor 32 de video, que puede operar con una superposición de pantalla táctil colocada sobre el monitor 32 de video para introducir

comandos a través de la interfaz 30 de usuario en la unidad 22 de control. La interfaz 30 de usuario también puede incluir uno o más dispositivos de entrada electromecánicos, tales como un interruptor de membrana u otro botón.

5 El aparato 300 de purificación de agua en la realización ilustrada también incluye una interfaz 120 de usuario. La unidad 112 de control del aparato 300 de purificación de agua en una realización incluye un controlador de video, que puede tener su propio procesamiento y memoria para interactuar con el procesamiento de control principal y la memoria de la unidad 112 de control. La interfaz 120 de usuario incluye un monitor 122 de video, que también puede funcionar con una superposición de pantalla táctil colocada en el monitor 122 de video para introducir comandos en la unidad 112 de control. La interfaz 120 de usuario también puede incluir uno o más dispositivos de entrada electromecánicos, tales como un interruptor de membrana u otro botón. La unidad 112 de control puede incluir además un controlador de audio para reproducir archivos de sonido, como sonidos de alarma o alerta, en uno o más altavoces 124 del aparato 300 de purificación de agua.

10 Con referencia adicional a la figura 2, se ilustra una realización del conjunto desechable 40 de tuberías. El conjunto desechable 40 de tuberías también se ilustra en la figura 1, acoplado a la máquina cicladora 20 para mover el fluido dentro del conjunto 40 de tuberías desechable, por ejemplo, para mezclar el fluido de diálisis como se describe en este documento. El conjunto 40 de tuberías desechable en la realización ilustrada incluye un casete desechable 42, que puede incluir una pieza plana de plástico rígido cubierta en uno o ambos lados por una membrana flexible. La membrana presionada contra el alojamiento 24 de la máquina cicladora 20 forma una membrana de bombeo y de válvula. La figura 2 ilustra que el casete desechable 42 incluye cámaras 44 de bomba de fluido que funcionan con las cámaras de bomba neumática ubicadas en el alojamiento 24 de la máquina cicladora 20 y cámaras 46 de válvula de fluido que funcionan con las cámaras de válvula neumática ubicadas en el alojamiento 24 de la máquina cicladora 20.

15 Las figuras 1 y 2 ilustran que el conjunto desechable 40 de tuberías desechable incluye una tubería 50 de paciente que se extiende desde un orificio de tubería de paciente del casete 42 y termina en un conector 52 de tubería de paciente. La figura 1 ilustra que el conector 52 de tubería de paciente se conecta a un conjunto 54 de transferencia de paciente, que a su vez se conecta a un catéter permanente ubicado en la cavidad peritoneal del paciente P. El conjunto 40 de tuberías desechable incluye una tubería 56 de drenaje que se extiende desde un orificio de tubería de drenaje del casete 42 y termina en un conector 58 de tubería de drenaje. La figura 1 ilustra que el conector 58 de tubería de drenaje se conecta de forma extraíble a un orificio 118 de drenaje del aparato 300 de purificación de agua.

20 Las figuras 1 y 2 ilustran además que el conjunto desechable 40 incluye una tubería 60 de calentador/mezcla que se extiende desde un orificio de tubería de calentador/mezcla de casete 42 y termina en una bolsa 62 de calentador/mezcla analizado con más detalle a continuación. El conjunto desechable 40 incluye un segmento 64a de tubería de agua, aguas arriba que se extiende hasta una entrada 66a de agua (figura 2) del acumulador 66 de agua. Un segmento 64b de tubería de agua, aguas abajo, se extiende desde una salida 66b de agua (figura 2) del acumulador 66 de agua al casete 42. En la realización ilustrada, el segmento 64a de tubería de agua, aguas arriba comienza en un conector 68 de tubería de agua y está ubicado aguas arriba del acumulador 66 de agua. La figura 1 ilustra que el conector 68 de tubería de agua está conectado de forma extraíble a una salida de agua, es decir, el orificio 128 de producto del purificador 110 de agua.

25 El aparato 300 de purificación de agua emite agua purificada y agua adecuada para, p. ej., una diálisis peritoneal ("WFPD"). WFPD es agua adecuada para hacer fluido de diálisis para su suministro a la cavidad peritoneal del paciente P. WFPD es, por ejemplo, agua para diálisis o agua para inyección.

30 En una realización, un filtro estéril 70a de grado esterilizante está colocado aguas arriba de un filtro estéril 70b de grado esterilizante aguas abajo. Los filtros 70a y 70b se pueden colocar en el segmento 64a de la tubería de agua, aguas arriba del acumulador 66 de agua. Los filtros estériles 70a y 70b de grado esterilizante pueden ser filtros de paso que no tienen una tubería de rechazo. Los tamaños de poro para el filtro esterilizante pueden ser, por ejemplo, inferiores a una micra, tal como 0,1 o 0,2 micras. Los filtros estériles 70a y 70b de grado esterilizante adecuados pueden ser, por ejemplo, filtros Pall IV-5 o GVS Speedflow, o filtros proporcionados por el cesionario de la presente descripción. En realizaciones alternativas, solo uno o más de dos filtros estériles de grado esterilizante se colocan en el segmento 64a de la tubería de agua, aguas arriba del acumulador 66 de agua. El uno o varios filtros estériles de grado esterilizante pueden disponerse cerca del acumulador 66 de agua, de modo que el conjunto 40 de tuberías de fluido resulte más fácil de plegar. En realizaciones alternativas adicionales, no hay filtros estériles de grado esterilizante en el segmento 64a de la tubería de agua. Los filtros estériles de grado esterilizante pueden, por ejemplo, ser reemplazados por uno o varios ultra-filtros ubicados en el trayecto del fluido del producto del aparato 300 de purificación de agua.

35 La figura 2 ilustra además que se puede prever una última bolsa o tubería 72 de muestra que se extiende desde una última bolsa u orificio de muestra del casete 42. La última bolsa o tubería 72 de muestra termina en un conector 74, que puede ser conectado a un conector de acoplamiento de una última bolsa de llenado premezclado de fluido de diálisis o a una bolsa de muestra u otro recipiente de recogida de muestras. La última bolsa o tubería 72 de muestra y el conector 74 se pueden usar alternativamente para un tercer tipo de concentrado si se desea.

40 Las figuras 1 y 2 ilustran que el conjunto desechable 40 incluye una primera tubería 76 de concentrado que se extiende desde un primer orificio de concentrado del casete 42 y termina en un primer conector 80a de concentrado de casete. Una segunda tubería 78 de concentrado se extiende desde un segundo orificio de concentrado del casete 42 y termina en un

segundo conector 82a de concentrado del casete.

La figura 1 ilustra que un primer recipiente 84a de concentrado contiene un primer concentrado, por ejemplo de glucosa, que se bombea desde el recipiente 84a a través de una tubería 86 de recipiente a un primer conector 80b de concentrado de recipiente, que se acopla con el primer conector 80a de casete de concentrado del casete. Un segundo recipiente 84b de concentrado contiene un segundo, por ejemplo, tampón químico, concentrado, que se bombea desde el recipiente 84b a través de una tubería 88 de recipiente a un segundo conector 82b de concentrado del recipiente, que se acopla con el segundo conector 82a de concentrado del casete.

En una realización, para comenzar el tratamiento, el paciente P carga el casete 42 en la máquina cicladora y en un orden aleatorio o designado (i) coloca la bolsa 62 de calentador/mezcla sobre la máquina cicladora 20, (ii) conecta el segmento 64a de tubería de agua, aguas arriba al orificio 128 de producto del aparato 300 de purificación de agua, (iii) conecta la tubería 56 de drenaje al orificio 118 de drenaje del aparato 300 de purificación de agua, (iv) conecta el primer conector 80a de concentrado del casete al primer conector 80b de concentrado del recipiente, y (v) conecta el segundo conector 82a de concentrado del casete al segundo conector 82b de concentrado del recipiente. En este punto, el conector 52 del paciente todavía está tapado. Una vez que se prepara y verifica el fluido de diálisis nuevo, la tubería 50 del paciente se ceba con fluido de diálisis nuevo, después de lo cual el paciente P puede conectar el conector 52 de la tubería del paciente al conjunto 54 de transferencia para el tratamiento. Cada una de las etapas anteriores puede ilustrarse gráficamente en el monitor 32 de video y/o proporcionarse a través de la guía de voz desde los altavoces 34.

El aparato 300 de purificación de agua se describe a continuación con más detalle.

Esquema de las partes funcionales del aparato de purificación de agua.

En la figura 3 hay un esquema de las partes funcionales del aparato 300 de purificación de agua según una realización, que incluye un módulo 160 de tratamiento previo, un módulo 170 de ósmosis inversa (OI) y un módulo 180 de tratamiento posterior. El aparato 300 de purificación de agua comprende un orificio 399 de entrada para alimentar agua desde una fuente 398 de agua, p. ej., un grifo de agua, al aparato 300 de purificación de agua, para la purificación del agua. El agua entrante desde la fuente de agua se alimenta a través del orificio 399 de entrada al módulo 160 de tratamiento previo.

El módulo de tratamiento previo

El módulo 160 de tratamiento previo trata el agua entrante con un filtro de partículas y un lecho de carbón activado.

El filtro de partículas está previsto para eliminar partículas tales como arcilla, limo y silicio del agua entrante. El filtro de partículas está previsto para prohibir partículas del tamaño de un micrómetro, opcionalmente también moléculas de endotoxina más grandes, procedentes del agua entrante.

El lecho de carbón activado está previsto para eliminar el cloro y las composiciones con cloro, procedentes del agua entrante, y para absorber sustancias tóxicas y pesticidas. En una realización ejemplar, el lecho de carbón activado está previsto para eliminar uno o varios de hipoclorito, cloramina y cloro. En otra realización ejemplar, el lecho de carbón activado también está previsto para reducir compuestos orgánicos (carbono orgánico total TOC) incluidos los pesticidas del agua entrante.

En algunas realizaciones, el filtro de partículas y el lecho de carbón activado están integrados en una única pieza consumible. La parte consumible se cambia, por ejemplo, en un intervalo predefinido que depende de la calidad del agua entrante. La calidad del agua entrante es examinada y determinada, por ejemplo, por personas cualificadas antes del primer uso del aparato 300 de purificación de agua en un punto de atención.

Opcionalmente, el módulo 160 de tratamiento previo comprende un dispositivo de intercambio de iones para la protección de dispositivos ubicados aguas abajo, tales como una membrana de ósmosis inversa, OI, y un clarificador.

El módulo 160 de tratamiento previo filtra así el agua entrante y entrega agua tratada previamente a un módulo 170 de OI ubicado aguas abajo.

Módulo de OI

El módulo 170 de OI elimina las impurezas del agua filtrada, tales como microorganismos, pirógenos y material iónico procedentes del agua tratada previamente por el efecto de la ósmosis inversa. El agua tratada previamente es presurizada por una bomba y forzada a través de una membrana de OI para superar la presión osmótica. La membrana de OI es, por ejemplo, una membrana semipermeable. De ese modo, la corriente de agua tratada previamente, denominada agua de alimentación, se divide en una corriente de agua de rechazo y una corriente de agua permeada. En una realización ejemplar, el agua de rechazo puede ser hecha pasar a través de una o ambas de un primer trayecto de rechazo y de un segundo trayecto de rechazo. El primer trayecto de rechazo recircula el agua de rechazo de nuevo al trayecto de fluido de alimentación de la bomba de OI para volver a alimentarla al dispositivo de OI. El agua de rechazo recirculada aumenta el flujo de alimentación al dispositivo de OI, para obtener un flujo suficiente más allá del lado de rechazo de la membrana de OI para minimizar la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de la membrana de OI. El segundo trayecto de rechazo

dirige el agua de rechazo hacia el drenaje. Esto hace que el nivel de concentración en el lado de rechazo sea lo suficientemente bajo para obtener una concentración de fluido de permeado adecuada y requerida. Si el agua de alimentación tiene un bajo contenido de solutos, parte del flujo de drenaje también se puede dirigir de nuevo al lado de entrada de la membrana de OI y, por lo tanto, aumentar la eficiencia del agua del aparato 300 de purificación de agua.

- 5 El módulo 170 de OI trata así el agua tratada previamente y entrega agua permeada a un módulo 180 de tratamiento posterior ubicado aguas abajo.

Módulo de tratamiento posterior

- 10 El módulo 180 de tratamiento posterior clarifica el agua permeada para eliminar más iones del agua permeada. El agua permeada se clarifica utilizando un dispositivo clarificador tal como un dispositivo de electro-desionización, EDI o un dispositivo de filtro de lecho mixto.

- 15 El dispositivo EDI utiliza la electro-desionización para eliminar iones del permeado, tales como de aluminio, plomo, cadmio, cromo, sodio y/o potasio, etc., que han penetrado en la membrana de OI. El dispositivo EDI utiliza electricidad, membranas de intercambio iónico y resina para desionizar el permeado y separar los iones disueltos, es decir, las impurezas, del permeado. El dispositivo EDI produce agua clarificada, clarificada por el dispositivo EDI a un nivel de pureza más alto que el nivel de pureza del permeado. El EDI tiene un efecto antibacteriano en el agua de producto y puede reducir la cantidad de bacterias y endotoxinas en el agua debido, entre otras cosas, al campo eléctrico en el dispositivo EDI.

El dispositivo de filtro de lecho mixto comprende una columna, o recipiente, con un material de intercambio iónico de lecho mixto.

- 20 El agua desionizada, denominada también en este documento agua de producto, está lista a continuación para ser entregada desde un orificio 128 de producto del aparato 300 de purificación de agua a un punto de uso del agua de producto. El agua del producto es apta para diálisis, es decir, agua para diálisis. En una realización, el agua de producto es agua para inyección. En una realización ejemplar, hay previsto un conjunto 40 de tubería desechable, que incluye una tubería 56 de drenaje, en el aparato 300 de purificación de agua para transportar el agua del producto a un punto de uso. Opcionalmente, el aparato 300 de purificación de agua comprende un orificio 118 de drenaje. El orificio 118 de drenaje se usa en una realización ejemplar para recibir fluido usado, p. ej., procedente de un paciente de DP, a través de una tubería 64 de drenaje, para su posterior transporte a través de un primer trayecto 384 de drenaje dentro del aparato 300 de purificación de agua a un drenaje 339 del aparato 300 de purificación de agua. Como opción adicional, el orificio 118 de drenaje recibe una muestra de solución mixta preparada para su posterior transporte a un sensor de conductividad previsto en el aparato 300 de purificación de agua, p. ej., en el primer trayecto 384 de drenaje. El conjunto 40 de tuberías desechable está provisto aquí de un conjunto de filtro estéril 70a, 70b esterilizado, para filtrar el agua de producto del aparato 300 de purificación de agua para asegurar una calidad del agua de producto como agua para inyección.

Así, el agua de producto recogida en la bolsa acumuladora 66 ha pasado a través de uno o varios filtros estériles de grado esterilizante del conjunto 40 de tuberías desechable para la eliminación de bacterias y endotoxinas, es decir, para producir agua de producto estéril. De acuerdo con una realización, los filtros estériles de grado esterilizante son redundantes.

- 35 Al recoger el agua de producto estéril en la bolsa acumuladora 66, el aparato 300 de purificación de agua y la máquina cicladora 20 se desacoplan en términos de presión, de modo que la alta presión necesaria para empujar el agua a través de los filtros estériles de grado esterilizante no afecta a la máquina cicladora 20.

EDI

- 40 En la figura 4 se ilustra un esquema de una realización ejemplar de un dispositivo EDI 306. El dispositivo EDI 306 comprende uno o más canales 306a de producto, dos o más canales 306b de concentrado y uno o más canales 306c de electrodo. Sin embargo, por simplicidad se dice que el dispositivo EDI 306 tiene un canal 306a de producto, un canal 306b de concentrado y un canal 306c de electrodo. El agua permeada se alimenta a todos los canales a través de un trayecto 371b de fluido desionizado. El producto de agua producido sale del canal 306a de producto a un trayecto 371c de producto de fluido. El agua concentrada procedente del canal 306b de concentrado, que contiene iones eliminados del agua permeada para producir agua de producto, se envía a un trayecto 377c de fluido concentrado. El fluido de electrodo del canal 306c de electrodo, que contiene gas, etc., sale a un trayecto 377d de fluido de electrodo. El agua concentrada y el fluido de electrodo son hechos pasar, por ejemplo, al drenaje 339 o se recirculan al depósito 350 para su reutilización. El trayecto 377c de fluido concentrado y el trayecto 377d de fluido de electrodo pueden desembocar en el mismo trayecto de fluido, denominado aquí como el trayecto 377c de fluido concentrado.

- 50 Introducción a la limpieza

La unidad 112 de control del aparato 300 de purificación de agua está prevista para configurar el aparato 300 de purificación de agua en diferentes estados operativos. El aparato 300 de purificación de agua está previsto para actuar según los comandos procedentes de la máquina cicladora 20.

El aparato 300 de purificación de agua, cuando no está en uso pero está encendido, está establecido en un estado de

espera.

5 Cuando finaliza un tratamiento, por ejemplo un tratamiento de DP, la máquina de diálisis o máquina cicladora 20 envía un mensaje al aparato 300 de purificación de agua para que el aparato 300 de purificación de agua se configure por sí mismo listo para la desconexión del conjunto 40 de tuberías desechable y para asegurar una tapa 401 del orificio (la tapa 401 del orificio que cubre y el orificio 128 del producto y el orificio 118 de drenaje del exterior, y al mismo tiempo conecta el orificio 128 de producto y el orificio 118 de drenaje) esté cerrada. El aparato 300 de purificación de agua verifica luego que la tapa 401 de orificio para los orificios 118, 128 esté cerrada. Por ejemplo, puede haber presente un circuito de detección que comprenda un sensor 345 de contacto (véase la figura 13), tal como un sensor Hall, en una pared del aparato 300 de purificación de agua, para detectar el cierre de la tapa 401 del orificio y enviar una señal de tapa cerrada a la unidad 112 de control si la tapa del orificio 401 está cerrada.

10 Es de gran importancia que el estado microbiano del módulo 170 de OI y el módulo 180 de tratamiento posterior del aparato 300 de purificación de agua sea excelente. Para lograr esto, el aparato 300 de purificación de agua ejecuta programas de limpieza oportunamente. Los programas de desinfección por calor incluidos en la limpieza se basan en algunas realizaciones en el siguiente principio. El calentamiento tiene como objetivo impedir el crecimiento de bacterias en las superficies internas del trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. Para lograr una reducción suficiente de organismos, la desinfección por calor se basa en algunas realizaciones en el "concepto A0". El concepto A0 se explicará con más detalle a continuación. El concepto A0 define la dosis de desinfección por calor. "Trayecto de fluido o trayecto de flujo del aparato 300 de purificación de agua" según una realización incluye todas los diferentes trayectos de flujo o trayectos de fluido que componen el módulo 170 de OI y el módulo 180 de tratamiento posterior del aparato 300 de purificación de agua. Así, en esta realización, el trayecto de fluido de tratamiento previo que conecta el orificio 333 de entrada con el depósito 350 de agua y una tubería 325 de ventilación de aire del depósito (conexión de exceso de flujo) para drenar 339, si existen (véase la figura 13), no se desinfectan por calor.

15 Los programas de limpieza pueden programarse para inicio automático o para ser iniciados manualmente desde un menú de interfaz de usuario o interfaz de servicio del aparato 300 de purificación de agua. Después de un programa de limpieza interrumpido, el aparato 300 de purificación de agua volverá al estado de espera, donde se observará que todavía es necesario realizar una limpieza y reiniciar el programa.

20 Algunas partes del aparato 300 de purificación de agua son parte del lado de alimentación de la membrana de OI y de los trayectos de fluido que conducen el fluido permeado de nuevo al lado de alimentación. El lado de alimentación de la membrana de OI incluye el depósito 350, el trayecto 391 de fluido de alimentación, la bomba 450 de OI, las piezas del dispositivo de OI aguas arriba de la membrana 324 de OI y los trayectos 389, 385b de fluido de rechazo y los componentes de los mismos. Estas piezas deben limpiarse con frecuencia. Sin embargo, entre estas piezas y el lado del permeado se encuentra la membrana de OI. El lado del permeado incluye los trayectos de fluido que conducen a los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje y los componentes de las mismas, es decir, los trayectos de fluido que no conducen el fluido permeado de nuevo al lado de alimentación. Una membrana de OI completamente funcional no deja pasar bacterias. Por lo tanto, se considera posible desinfectar estas partes del aparato 300 de purificación de agua (así, el lado de alimentación de la membrana de OI y de los trayectos de fluido que conducen el fluido permeado de nuevo al lado de alimentación) con menos frecuencia que el lado de permeado. Sin embargo, la frecuencia de desinfección debe ser tal que el crecimiento bacteriano se mantenga aceptablemente bajo. Por ejemplo, no se tolera bio-película en el trayecto del fluido del módulo 170 de OI y el módulo 180 de tratamiento posterior del aparato 300 de purificación de agua. Pero, siempre que esto se pueda lograr, se considera que todas las piezas, excepto las piezas que conducen directamente al orificio 128 de producto, requieren una desinfección menos frecuente que el propio orificio 128 de producto y las piezas que conducen directamente al orificio 128 de producto.

25 El primer trayecto 384 de drenaje del aparato 300 de purificación de agua puede estar en contacto con el fluido del paciente, que posiblemente contenga, p. ej., proteínas, material de fibrina y otras sustancias que pueden crecer en las paredes del trayecto del fluido, por ejemplo, cuando el fluido de diálisis usado se hace pasar a través del primer trayecto 384 de drenaje al drenaje 339. Por lo tanto, incluso si esta parte solo recibe fluido, las bacterias pueden crecer y posiblemente trepar por el primer trayecto 384 de drenaje al casete 42 del conjunto 40 de tuberías desechable. Por lo tanto, es importante que esta parte del aparato 300 de purificación de agua también se limpie con frecuencia. De acuerdo con algunas realizaciones, los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje se limpian y/o desinfectan después de cada tratamiento para evitar el crecimiento.

30 Según algunas realizaciones, el aparato 300 de purificación de agua está programado para conocer y programar cuándo y cómo ejecutar los diferentes programas de desinfección. Para, en la medida de lo posible, proteger los componentes del aparato 300 de purificación de agua, para una mayor confiabilidad y para impedir el crecimiento bacteriano, el aparato 300 de purificación de agua proporciona varios programas diferentes de limpieza y desinfección. Algunas de estas realizaciones se explicarán a continuación. Téngase en cuenta que las figuras 5-7 son dibujos conceptuales que solo ilustran partes del aparato 300 de purificación de agua que están relacionadas con la técnica propuesta. Se proporciona una ilustración más detallada de un aparato 300 de purificación de agua ejemplar en relación con la figura 13.

35 Durante la limpieza del aparato 300 de purificación de agua, en algunas realizaciones se introduce un agente de limpieza tal como ácido cítrico en el flujo de agua y, por lo tanto, aquí se denomina "fluido" en lugar de agua pura. El flujo de fluido

purificado es, por lo tanto, en algunas realizaciones, un flujo de agua purificada, y el flujo de fluido de rechazo, un flujo de agua de rechazo.

5 La figura 5 ilustra una primera realización ejemplar de un aparato 300 de purificación de agua. Más adelante, se explicará un método para limpiar el trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua en la figura 5 durante una desinfección general, con referencia al diagrama de flujo de las figuras 8-12.

Las diferencias en el estilo de línea de los trayectos de fluido de la figura 5 ilustran los flujos principales en un primer trayecto de fluido (líneas más gruesas) y un segundo trayecto de fluido (línea de puntos de doble trazo), durante una desinfección general.

10 Con referencia ahora a la figura 5, el dispositivo 301 de OI está previsto para producir un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo. Más detalladamente, el dispositivo 301 de OI comprende una entrada 301a de alimentación, una salida 301b de permeado y una salida 301c de rechazo. La membrana 324 de OI separa la entrada 301a de alimentación y la salida 301c de rechazo de la salida 301b de permeado. Un trayecto 391 de fluido de alimentación está conectado a la entrada 301a de alimentación, para transportar el fluido de alimentación a la entrada 301a de alimentación. El trayecto 391 del fluido de alimentación está provisto de un depósito 350 para recoger el fluido y una bomba 450 de OI, prevista para bombear el fluido de alimentación a la entrada 301a de alimentación. La bomba 450 de OI está prevista aguas abajo del depósito 350. La bomba 450 de OI está configurada para ser controlada a una cierta tasa de bombeo correspondiente a un cierto caudal del fluido permeado. A medida que aumenta la permeabilidad de la membrana 324 de OI cuando aumenta la temperatura del fluido de alimentación, la relación entre la tasa de bombeo y el caudal depende de la temperatura del fluido de alimentación y, así la temperatura de la membrana 324 de OI. En una realización alternativa, el depósito 350 no está presente.

25 El aparato 300 de purificación de agua comprende además un trayecto 371 de fluido purificado, conectado a la salida 301b de permeado y al orificio 128 de producto, para transportar fluido purificado desde la salida 301b de permeado al orificio 128 de producto. El trayecto 371 de fluido purificado comprende el trayecto 371a de fluido permeado, un trayecto 371b de fluido desionizado y un trayecto 371c de fluido de producto. El trayecto 371c del fluido desionizado comprende un dispositivo clarificador 306, por ejemplo, un dispositivo EDI o un dispositivo de filtro de lecho mixto. Hay previsto un trayecto 371d de derivación para puentear el dispositivo clarificador. Una válvula 305c de tres vías está prevista para ser controlada por la unidad 112 de control para dirigir el flujo de fluido permeado selectivamente, bien hacia el dispositivo clarificador 306 o bien hacia el trayecto 371d de derivación para puentear el dispositivo clarificador 306. Un primer trayecto 384 de drenaje está conectado al orificio 118 de drenaje y al drenaje 339, para dejar pasar fluido desde el orificio 118 de drenaje al drenaje 339. El primer trayecto 384 de drenaje aquí constituye la parte de un trayecto de drenaje de la máquina cicladora que está presente dentro del aparato 300 de purificación de agua. El primer trayecto de drenaje está previsto, por ejemplo, para transportar la solución de DP drenada desde el paciente hasta el drenaje 339 del aparato 300 de purificación de agua.

35 El aparato 300 de purificación de agua está además provisto de un calentador 302 previsto para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo 301 de OI aguas abajo del dispositivo 301 de OI. El calentador 302 puede incluir, por ejemplo, un elemento de calefacción. Un primer trayecto 381 de recirculación está previsto para hacer circular fluido purificado calentado desde un punto aguas abajo del dispositivo 301 de OI y aguas abajo del calentador 302, hasta el trayecto 391 de fluido de alimentación, dentro del aparato 300 de purificación de agua. El primer trayecto 381 de recirculación se denomina en algunas realizaciones como primer trayecto de fluido. El fluido purificado calentado se recircula aquí al depósito 350 y nuevamente se alimenta a la entrada 301a de alimentación del dispositivo 301 de OI. Sin embargo, el fluido purificado calentado se recircula de forma alternativa directamente a la tubería de fluido aguas arriba de la bomba 450 de OI.

Inicialmente, antes de que comience el calentamiento incluido en el programa de limpieza, el nivel de fluido en el depósito 350 puede controlarse a un nivel predeterminado del depósito 350. Esto puede lograrse monitorizando el nivel de fluido en el depósito y controlando la válvula 332 de entrada y/o la válvula 328 del depósito (véase la figura 13).

45 El flujo de rechazo se retroalimenta a el trayecto 391 de fluido de alimentación a través de un primer trayecto 385b de rechazo. El primer trayecto 385b de rechazo está conectado y en comunicación fluida con la salida 301c de rechazo y el trayecto 391 de fluido de alimentación. Un segundo trayecto 389 de rechazo está conectada y en comunicación fluida con la salida 301c de rechazo y aquí el depósito 350. Sin embargo, el segundo trayecto 389 de rechazo está alternativamente conectado y en comunicación fluida con el trayecto 391 de fluido de alimentación. Hay prevista un segundo trayecto 388 de drenaje para alimentar fluido de rechazo desde la salida 301c de rechazo a un drenaje 339. Hay prevista una válvula 305b de tres vías para dirigir selectivamente el flujo de rechazo hacia el segundo trayecto 389 de rechazo o hacia el segundo trayecto 388 de drenaje. Hay previsto un dispositivo 318 de flujo constante para controlar el caudal en el segundo trayecto de rechazo aguas arriba de la válvula 305b de tres vías. La disposición de flujo de rechazo descrita controla el equilibrio entre el flujo de permeado, el flujo de rechazo y la tasa de bombeo de la bomba 450 de OI, dependiendo de la permeabilidad de la membrana 324 de OI.

El aparato 300 de purificación de agua comprende un segundo trayecto 375 de recirculación provisto de un dispositivo 305a de control de flujo. En una realización ejemplar, el segundo trayecto 375 de recirculación se denomina segundo trayecto de fluido. El segundo trayecto 375 de recirculación está previsto para transportar el fluido purificado calentado

dentro del aparato 300 de purificación de agua. En una realización ejemplar, el segundo trayecto 388 de drenaje también se denomina segundo trayecto de fluido.

5 La unidad 112 de control está configurada para controlar la limpieza y, en particular, la desinfección del aparato 300 de purificación de agua. Esto significa controlar la limpieza de todas o partes de las partes del trayecto de fluido del módulo 170 de OI y el módulo 180 de tratamiento posterior del aparato 300 de purificación de agua que están en contacto con el fluido. Aquí se pretende que un trayecto de fluido incluya tubos, tubería, canales, dentro de aparatos, orificios, el depósito, componentes tales como válvulas, dispositivos de control, etc. del aparato 300 de purificación de agua.

10 La unidad 112 de control está configurada para hacer que el aparato 300 de purificación de agua controle el calentamiento, con el calentador 302, del fluido purificado del dispositivo 301 de OI. El calentador 302 comprende, por ejemplo, una barra de calentamiento. En una realización ejemplar, parte del trayecto 371a de fluido permeado se enrolla alrededor de la barra de calentamiento para calentar el fluido purificado en el trayecto 371a de fluido permeado de manera eficiente. Alternativamente, el calentador 302 comprende un intercambiador de calor, previsto para intercambiar calor entre un medio de calentamiento y el fluido en el trayecto 371a de fluido permeado. El calentador 302 está configurado en una realización para calentar el fluido purificado con una determinada tasa de calentamiento. Controlando la alimentación del calentador 15 302 y, por tanto, la potencia del calentador, se puede regular la tasa de calentamiento del calentador 302. Sin embargo, la tasa de calentamiento también depende del caudal del fluido purificado.

20 Hay prevista una disposición 305 de válvula para dirigir el fluido purificado calentado hacia el primer trayecto de fluido o al segundo trayecto de fluido. La disposición 305 de válvula comprende, por ejemplo, pero sin limitación, uno o varios de: el dispositivo 305a de control de flujo, la válvula 305b de tres vías, una válvula 305c de tres vías y una válvula 305d de agua de producto.

El aparato 300 de purificación de agua puede comprender uno o varios sensores de temperatura, p. ej., un primer y un segundo sensor de temperatura.

25 En la figura 5, un sensor 303 de temperatura del permeado está previsto para medir la temperatura del fluido purificado, por lo tanto, el fluido permeado, en el trayecto 371a del fluido permeado aguas abajo del calentador 302. Cuando el fluido permeado calentado se dirige al primer trayecto 381 de recirculación, la temperatura del permeado calentado indica la temperatura del fluido en el primer trayecto 381 de recirculación.

Además, un sensor 313 de temperatura del fluido del producto está previsto para medir la temperatura del fluido del producto, por lo tanto, la temperatura del fluido en el trayecto 371c del fluido del producto.

30 Se dispone un sensor 410 de flujo para medir el caudal del fluido purificado. El sensor 410 de flujo está previsto aquí en el trayecto 371a del fluido permeado y está previsto para medir el caudal del fluido permeado procedente del dispositivo 301 de OI. El sensor 410 de flujo está previsto aguas abajo de la salida 301b de permeado y aguas arriba del calentador 302, por ejemplo, directamente aguas abajo del dispositivo 301 de OI.

35 Para limpiar el aparato 300 de purificación de agua, la unidad 112 de control está configurada para controlar la disposición 305 de válvula para recircular el fluido purificado calentado en un primer trayecto de fluido, p.ej., el primer trayecto 381 de recirculación, hasta que se cumpla un primer criterio dependiente de la temperatura. El primer criterio dependiente de la temperatura comprende, por ejemplo, una duración de tiempo para la recirculación, o una temperatura predeterminada a alcanzar durante la recirculación. Por ejemplo, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, basado en la temperatura medida por el primer sensor de temperatura, del fluido purificado de manera que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70°-95° Celsius. Según una realización, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, basado en la temperatura medida por el primer 40 sensor de temperatura, del fluido purificado de manera que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70°-95° Celsius para un período de tiempo predeterminado, p. ej., 5, 10, 15 o 20 minutos. A medida que el fluido purificado calentado se recircula al depósito 350, el fluido purificado calentado se mezclará con fluido más frío en el depósito 350, y la temperatura del fluido en el depósito 350 en una realización no superará los 40° Celsius. La temperatura de la membrana 324 de OI, por lo tanto, no superará los 40° Celsius, ya que la membrana 324 de OI es calentada por el fluido que pasa a través de la membrana de OI alimentado desde el depósito 350, que no afectará a la membrana 324 de OI. En una realización, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento del fluido purificado y bombear con la bomba 450 de OI, en función de la temperatura medida y del caudal medido del fluido purificado, de modo que el fluido purificado obtenga una predeterminada dependiente del caudal. Así, a medida que aumenta la 45 temperatura del fluido de alimentación, ya que es una mezcla de fluido purificado recirculado calentado y fluido de rechazo recirculado, la temperatura de la membrana 324 de OI también aumenta. El aumento de temperatura de la membrana 324 de OI la hace más permeable, y se puede forzar más fluido a través de la membrana 324 de OI. La consecuencia es una menor purificación por parte del dispositivo 301 de OI, pero como el aparato 300 de purificación de agua está en modo de limpieza, puede tolerarse. En una realización, también la membrana de OI se desinfecta con calor hasta un intervalo de 70°-95° Celsius durante un periodo de tiempo predeterminado, p. ej., de 5, 10, 15 o 20 minutos. Sin embargo, de acuerdo con algunas otras realizaciones, la temperatura de la membrana 324 de OI preferiblemente no debería ir más allá de una cierta temperatura, p. ej., 40° Celsius. El primer trayecto 381 de recirculación es, en una realización, el trayecto de recirculación más larga y/o la más externa de los trayectos de recirculación de fluidos, de modo que todo el aparato de 50

purificación de agua se calienta mientras recircula agua calentada en el primer trayecto 381 de recirculación, lo que acelerará la posterior desinfección por calor de los trayectos de fluido restantes.

La temperatura de la membrana 324 de OI corresponde esencialmente a la temperatura del fluido permeado antes de que sea calentado por el calentador 302, y puede estimarse monitorizando la alimentación que necesita el calentador 302 para alcanzar una cierta temperatura del fluido purificado calentado, medida por el sensor 303 de temperatura del permeado, véase la Ecuación (1) a continuación. En una realización ejemplar, la potencia del calentador 302 se establece en un determinado nivel de potencia, p. ej., un nivel máximo tolerado por el aparato 300 de purificación de agua, y el fluido purificado se calienta a una temperatura predeterminada (correspondiente a una temperatura de la membrana de OI predeterminada) mientras que el calentador 302 se alimenta con el nivel de potencia determinado. Cuando se ha alcanzado la temperatura predeterminada de la membrana de OI, alternativamente del fluido purificado, se reduce la potencia del calentador 302 para no sobrecalentar la membrana de OI y/o hacer que el fluido comience a hervir. La temperatura predeterminada de la membrana de OI es en una realización de 40° Celsius. En una realización alternativa, la temperatura predeterminada de la membrana de OI es de 70°-85° Celsius. Sin embargo, a medida que se reduce la potencia, la tasa de bombeo de la bomba 450 de OI puede aumentarse simultáneamente para calentar el fluido purificado más rápidamente a la temperatura predeterminada. El caudal del fluido purificado es monitorizado a continuación, medido por el sensor 410 de flujo, para obtener un caudal predeterminado del fluido purificado que depende de la temperatura y está correlacionado con la potencia del calentador 302. La tasa de bombeo de la bomba 450 de OI se controla así en función del caudal del fluido purificado y la potencia alimentada al calentador 302.

La temperatura de la membrana 324 de OI se puede calcular de la siguiente manera:

$$T_{RO} = T_{\text{permeado}} - \frac{P}{Q \cdot c_p} \quad \text{Ecuación (1)}$$

donde P es la potencia [W] alimentada al calentador 302, Q es el caudal [l/s] medido por el sensor 410 de flujo, T_{permeado} es la temperatura del fluido purificado medido por el sensor 303 de temperatura de permeado, y c_p es la capacidad calorífica específica del agua, 4,19 kJ/(kg x K). ΔT es la diferencia de temperatura desde el depósito 350 hasta después del calentador 302: $T_2 - T_{RO}$. Por lo tanto, al controlar, mediante la unidad 112 de control, cualquiera o ambas de la potencia del calentador 302 y de la tasa de bombeo de la bomba 450 de OI, la temperatura de la membrana 324 de OI y, así del agua en el depósito 350, puede ser controlada a una cierta temperatura. Además, la recirculación en el primer trayecto de fluido puede detenerse al alcanzar una cierta temperatura de la membrana 324 de OI, opcionalmente la recirculación puede ser mantenida durante un cierto período de tiempo para desinfectar con calor la membrana 324 de OI.

La recirculación del fluido tiene como objetivo utilizar el aumento de la temperatura del fluido purificado, devolviendo el fluido purificado calentado a el trayecto 391 del fluido de alimentación y, finalmente, al depósito 350. La energía del fluido calentado se transfiere luego al fluido de alimentación y, por lo tanto, el calentamiento del fluido purificado es más rápido. La recirculación también tiene el efecto de que todo el aparato 300 de purificación de agua se calentará. La pérdida de calor hacia el medio ambiente/entorno en la próxima desinfección por calor puede entonces reducirse, y la próxima desinfección por calor puede así hacerse más rápida. Según una realización, el flujo de entrada al depósito 350 se detiene durante el calentamiento, mientras se recircula el fluido, de modo que no entre agua fría en el depósito 350. De ese modo, el calentamiento puede hacerse más rápido.

En respuesta al cumplimiento del primer criterio dependiente de la temperatura, la unidad 112 de control está configurada para controlar la disposición 305 de válvula para redirigir el fluido purificado calentado para que fluya hacia el segundo trayecto de fluido, por ejemplo, el segundo trayecto 375 de recirculación y/o el segundo trayecto 388 de drenaje, del aparato 300 de purificación de agua. La unidad 112 de control está además configurada para controlar el calentamiento, con el calentador 302, del fluido purificado calentado redirigido para cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido. El segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende, por ejemplo, alcanzar una cierta temperatura del fluido purificado calentado en el segundo trayecto de fluido durante un cierto período de tiempo. Alternativamente, el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende simplemente dirigir el fluido purificado calentado al segundo trayecto de fluido durante un cierto período de tiempo predeterminado, que es específico para el segundo trayecto de fluido o para cualquier componente que se ha de desinfectar por calor que sea parte de, o dispuesto para, el segundo trayecto de fluido. Por lo tanto, el segundo trayecto de fluido debe exponerse a fluido purificado calentado a una temperatura determinada durante un cierto tiempo, con el fin de desinfectar térmicamente el segundo trayecto de fluido.

La figura 6 ilustra una segunda realización ejemplar de un aparato 300 de purificación de agua, con trayectos de fluido marcados para ilustrar un ejemplo de una desinfección parcial del trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. Más adelante, se explicará un método para limpiar el trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua de la figura 6 durante la desinfección parcial, con referencia a los diagramas de flujo de las figuras 8-12.

Las diferencias en el estilo de línea de los trayectos de fluido de la figura 6 ilustran los flujos principales en un primer trayecto de fluido (líneas más gruesas) y un segundo trayecto de fluido (línea de puntos de doble trazo), durante la realización ejemplar de la desinfección parcial.

La segunda realización ejemplar es esencialmente la misma que la primera realización ejemplar, excepto que también comprende un sensor 336 de conductividad, o celda de conductividad, en el primer trayecto 384 de drenaje. El orificio 128 de producto y el orificio 118 de drenaje están cerrados por la tapa 401 del orificio. Cuando la tapa 401 del orificio está cerrada, el orificio 128 de producto y el orificio 118 de drenaje se conectan por un trayecto 401a, de modo que el fluido calentado puede fluir desde el orificio 128 de producto al orificio 118 de drenaje y luego al drenaje 339 a través del primer trayecto 384 de drenaje. Según una realización mostrada en las figuras 5-7, el trayecto 401a está definida por la tapa 401 del orificio y está incluida al menos parcialmente en la tapa 401 del orificio. Según otra realización que se muestra en la figura 13, el trayecto 401a está incluido en el aparato 300 de purificación de agua y está definida por una línea separada que conecta el orificio 128 de producto y el orificio 118 de drenaje. La línea separada no es accesible cuando la tapa 401 del orificio está abierta. Cuando la tapa 401 del orificio está cerrada, la tapa 401 del orificio abre la línea separada de manera que el fluido calentado puede fluir desde el orificio 128 del producto al orificio 118 de drenaje a través de la línea separada, para desinfectar el orificio 128 del producto y el orificio 118 de drenaje.

En una realización ejemplar, el orificio 128 de producto y el orificio 118 de drenaje están en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido. El segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura puede comprender entonces cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio 128 de producto y/o el orificio 118 de drenaje, p. para cumplir el criterio AO para los orificios 118, 128. En algunas realizaciones, el criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende una presión predeterminada que debe tener el fluido purificado calentado para desinfectar adecuadamente el orificio de producto 128 y/o el orificio 118 de drenaje, es decir, "los orificios 118, 128". La presión predeterminada se mide, por ejemplo, con un sensor de presión (por ejemplo, el sensor 308 de presión en la figura 13) previsto en el trayecto 371c de fluido del producto.

En una realización ejemplar, el segundo trayecto de fluido comprende un trayecto de drenaje, p. ej., el primer trayecto 384 de drenaje, en la que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el trayecto de drenaje.

En una realización ejemplar, la temperatura debería ser de al menos 75 °C durante un cierto tiempo predeterminado, para cumplir con el valor A0 respectivo para los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje.

En una realización ejemplar, la unidad 112 de control está configurada para hacer que el aparato 300 de purificación de agua realice una desinfección del dispositivo clarificador, p. ej., una desinfección del dispositivo EDI. La desinfección del dispositivo EDI comprende controlar el calentamiento del fluido purificado que fluirá a través del dispositivo EDI 306 y, así, a través del canal 306a de producto del dispositivo EDI 306, para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 306. La desinfección del dispositivo EDI comprende además controlar el aparato 300 de purificación de agua para puentear el dispositivo EDI 306, en respuesta a que se cumpla el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 306. Por ejemplo, la unidad 112 de control está configurada para ejecutar un programa de desinfección del dispositivo EDI que comprende controlar el aparato 300 de purificación de agua para realizar la desinfección del dispositivo EDI por medio de la disposición 305 de válvulas, el calentador 302, el primer sensor de temperatura y/o el segundo sensor de temperatura, etc. La disposición 305 de válvulas incluye al menos una o varias válvulas de los dispositivos 305a-305d de válvulas. Sin embargo, la disposición 305 de válvulas puede incluir más válvulas y dispositivos de válvulas, como se muestra en la figura 13. El fluido purificado calentado puede entonces pasar a través de un primer trayecto de fluido o de un segundo trayecto de fluido que incluye un trayecto 377c de concentrado que conecta un canal 306b de concentrado del dispositivo EDI 306 con el depósito 350.

Según una realización, el primer trayecto de fluido comprende el dispositivo EDI 306. El primer trayecto de fluido incluye entonces el canal 306a de producto (figura 4) del dispositivo EDI 306. En una realización, el primer trayecto de fluido incluye todos los canales del dispositivo EDI 306. Alternativamente, el segundo trayecto de fluido comprende el dispositivo EDI 306. El segundo trayecto de fluido incluye entonces el canal 306a de producto (figura 4) del dispositivo EDI 306. En una realización, el segundo trayecto de fluido incluye todos los canales del dispositivo EDI 306.

En una realización alternativa, el dispositivo clarificador comprende un dispositivo de filtro de lecho mixto. Así, en las realizaciones descritas en este documento con referencia a un dispositivo EDI, el dispositivo EDI es reemplazado con el dispositivo de filtro de lecho mixto.

Después de la desinfección real del aparato 300 de purificación de agua, la unidad 112 de control está configurada para realizar uno o varios programas posteriores a la desinfección.

Por ejemplo, la unidad 112 de control está configurada para hacer que el aparato 300 de purificación de agua realice un enfriamiento activo de una membrana 324 de OI del dispositivo 301 de OI. El enfriamiento activo comprende: controlar la bomba 450 de OI para bombear agua desde una fuente 398 de agua al dispositivo 301 de OI hasta que se haya cumplido un criterio de enfriamiento predeterminado para la membrana 324 de OI. El enfriamiento activo comprende además controlar la disposición de válvulas para drenar el fluido de rechazo del aparato 300 de purificación de agua, al drenaje 339. El enfriamiento activo puede incluir cerrar el lado de permeado de la membrana 324 de OI, por ejemplo, cerrando los dispositivos de válvulas aguas abajo de la salida 301b de permeado.

En otro ejemplo, el aparato 300 de purificación de agua comprende una segunda bomba 316 (véase la figura 13). La

segunda bomba también puede denominarse bomba de admisión de productos químicos. La unidad 112 de control está configurada en esta realización para hacer que el aparato 300 de purificación de agua controle la segunda bomba 316 para bombear aire (es decir, desde una entrada de aire, por ejemplo, en el depósito 350, hacia atrás a través del primer trayecto 381 de recirculación). La unidad 112 de control está configurada además para controlar la disposición 305 de válvulas para dirigir el aire más allá del orificio 128 de producto cerrado y/o más allá del orificio 118 de drenaje cerrado del aparato 300 de purificación de agua para eliminar el agua del orificio u orificios 118, 128.

En otra realización ejemplar, la segunda bomba 316 está prevista para ser utilizada para bombear un agente de limpieza tal como ácido cítrico. En esta realización, la unidad 112 de control está configurada para hacer que el aparato 300 de purificación de agua controle la segunda bomba 316 para bombear un agente de limpieza a el trayecto 391 de fluido de alimentación, y para hacer circular el agente de limpieza en el primer trayecto de recirculación de rechazo y el segundo trayecto de recirculación de rechazo, desde la salida 301c de rechazo hasta la entrada 301a de alimentación, para eliminar las incrustaciones en una membrana 324 de OI del dispositivo 301 de OI.

La figura 7 ilustra la tercera realización ejemplar de un aparato 300 de purificación de agua, con trayectos de fluido marcados para ilustrar otro ejemplo de una desinfección parcial del trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. Las diferencias en el estilo de línea de los trayectos de fluido ilustran los flujos principales en el primer trayecto de fluido (líneas más gruesas) y el segundo trayecto de fluido (línea de puntos de doble trazo), durante la desinfección parcial. En la tercera realización ejemplar, no hay recirculación de fluido para calentar el fluido, excepto por el flujo menor desde el canal 306b de concentrado del dispositivo EDI 306 de regreso al depósito 350 a través del trayecto 377c de fluido concentrado (y en algunos casos también el flujo menor desde el canal 306c del electrodo). Si el dispositivo clarificador comprende alternativamente un dispositivo de filtro de lecho mixto, no hay recirculación de fluido desde el dispositivo de filtro de lecho. En el ejemplo de la figura 7, la unidad 112 de control está configurada para hacer que el aparato 300 de purificación de agua controle el calentamiento, con el calentador 302, del fluido purificado en el trayecto 371 de fluido purificado, para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 306. En respuesta a que se cumpla el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 306, la unidad 112 de control está configurada para controlar el aparato 300 de purificación de agua para redirigir el fluido purificado calentado a un segundo trayecto de fluido, que aquí incluye el trayecto 371d de derivación y el trayecto 371c de fluido del producto, y por lo tanto puentear el dispositivo EDI 306. En respuesta al cumplimiento del criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 306, la unidad 112 de control también está configurada para controlar el calentamiento, con el calentador 302, del fluido purificado en el segundo trayecto de fluido para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto del fluido. El calentador 302 está aquí configurado para calentar el fluido purificado en una etapa desde aproximadamente 20 °C hasta más de 75 °C.

El segundo trayecto de fluido comprende los orificios 118, 128, que por lo tanto están en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido. El segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para los orificios 118, 128. Además, el segundo trayecto de fluido también comprende el primer trayecto 384 de drenaje, y el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende entonces cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el primer trayecto 384 de drenaje. Así, el fluido purificado calentado pasa a través de los orificios 118, 128 y a través del primer trayecto 384 de drenaje al drenaje 339. La temperatura se mide en el primer trayecto 384 de drenaje, con el sensor 315 de temperatura del trayecto de drenaje. Así, la temperatura debe ser de al menos 75 °C durante un cierto tiempo predeterminado, para cumplir con el valor A0 respectivo para los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje. El segundo criterio dependiente de la temperatura para el orificio también puede incluir tener una cierta presión del fluido que fluye más allá del orificio u orificios 118, 128. La presión se monitoriza, por ejemplo, con un sensor 308 de presión (véase la figura 13) en el trayecto 371c de fluido del producto, y se controla por medio de la bomba 450 de OI y/o el dispositivo 305a de control de flujo.

Métodos de limpieza

A continuación, se explicarán una pluralidad de diferentes programas de limpieza, con referencia a los diagramas de flujo de las figuras 8-12, a las realizaciones ejemplares de los aparatos de purificación de agua de las figuras 5-7, y a la descripción detallada del aparato de purificación de agua de la figura 13.

En algunas realizaciones, un programa de limpieza puede comenzar con uno o varios de los siguientes programas de inicio:

Lavado del lado de rechazo de la membrana de OI, S1a

El lavado del lado de rechazo de la membrana de OI se realiza para reducir las concentraciones de sustancias presentes después de un tratamiento. Como explicación, cuando se envía fluido de rechazo de nuevo al lado de alimentación de la membrana 324 de OI, el fluido de rechazo se concentrará cada vez más hasta un punto en el que el fluido de alimentación, el fluido de rechazo y la cantidad de fluido permeado producido están en equilibrio.

Lavado del primer trayecto de drenaje, S1b

El lavado del primer trayecto 384 de drenaje se realiza para eliminar la mayor cantidad de residuos del fluido del paciente que puedan estar presentes. Es importante hacer este lavado con agua fría para obtener el mejor lavado posible. Si se envía fluido calentado directamente, las proteínas pueden desnaturalizarse en las superficies del trayecto del fluido, lo que las hace mucho más difíciles de limpiar.

5 Limpieza del primer trayecto de drenaje con agente de limpieza, S1c

En este programa, un agente de limpieza tal como el ácido cítrico se distribuye con la segunda bomba 316, a través de un trayecto 382 de entrada de productos químicos (figura 13), al primer trayecto 384 de drenaje, es decir, el trayecto de drenaje del paciente, incluido el sensor 336 de conductividad del paciente, al mismo tiempo que el primer trayecto 384 de drenaje se enjuaga con agua fría. Para detectar que el agente de limpieza se toma, se utiliza el sensor 336 de conductividad. 10 Ambos trayectos paralelos 384, 384a deben llenarse con agente de limpieza (figura 13). La válvula 341 de la tubería de drenaje se abre primero y se cierra la válvula 338 de la tubería de drenaje principal. Eso permite el uso del sensor 336 de conductividad para detectar cuándo el agente de limpieza ha alcanzado el drenaje 339. Después de llenar con agente de limpieza, la válvula 305d de agua del producto se cierra y todo el fluido producido se dirige de nuevo al depósito 350. En una realización, el agente de limpieza está activo durante la fase de calentamiento y la fase de desinfección del trayecto 15 371 de fluido purificado y, según una realización, no se eliminará hasta que comience la desinfección del orificio. El ácido cítrico actuará como un agente anti-incrustación, y también eliminará cualquier residuo que quede después del enjuagado con agua fría. El ácido cítrico también tendrá un efecto desinfectante, debido al bajo pH del ácido cítrico. El fluido presente en el primer trayecto 384 de drenaje permanece allí para realizar su actividad de desincrustado y limpieza mientras el aparato 300 de depuración de agua se prepara para la fase de desinfección por calentamiento.

20 Cuando finalizan los programas de inicio opcionales, el aparato 300 de purificación de agua comienza a prepararse para la desinfección por calor:

En algunas realizaciones, las preparaciones comprenden controlar en S2 el nivel de fluido en el depósito 350 a un nivel predeterminado del depósito 350, antes de que comience el calentamiento del fluido purificado. Por ejemplo, el nivel de fluido se controla a un nivel apropiado de modo que, cuando se calienta el fluido en el depósito 350, hay espacio para que el fluido se expanda sin fugas, p. ej., a través de la tubería 325 de ventilación de aire del depósito. Según una realización, 25 la válvula 332 de entrada y/o la válvula 328 del depósito se cierran cuando se ha alcanzado el nivel predeterminado (véase la figura 13). Por lo tanto, no se introduce agua fría nueva durante el calentamiento, p. ej., durante la recirculación para calentar el fluido, y el fluido puede calentarse más rápidamente. La válvula 305b de tres vías está configurada para dirigir toda el agua de nuevo al depósito 350. Opcionalmente, se abre una válvula 321 de derivación de rechazo para puentear los elementos restrictivos del dispositivo 318 de flujo constante, a fin de reducir la presión sobre la membrana 324 de OI (véase la figura 13).

Después de que se hayan realizado los preparativos opcionales, se puede iniciar un método para limpiar el aparato 300 de purificación de agua. A continuación, se explicarán una pluralidad de diferentes métodos de limpieza. En algunas realizaciones, solo se realiza desinfección por calor para limpiar el aparato 300. Solo se usa una bomba, así la bomba 450 de OI, para producir un flujo para desinfectar por calor los trayectos de fluido del aparato 300 (excepto en realizaciones en las que también se acciona la bomba 316 para desinfectar por calor el trayecto de fluido para la que está prevista la bomba 316).

Desinfección completa por calor

40 A continuación se explicarán métodos para realizar una desinfección completa con referencia a los diagramas de flujo de las figuras 8-12, y a la figura 5.

Muchas partes del aparato 300 de purificación de agua pertenecen, como se explicó anteriormente, al lado de alimentación del aparato 300 de purificación de agua (al lado de alimentación del dispositivo 301 de OI) y los trayectos de fluido que conducen a este lado. Por lo tanto, la desinfección completa por calor incluye la desinfección de esas partes, y se realiza con algunos días de diferencia, generalmente dos veces por semana. En una realización ejemplar, el canal 306a de producto del dispositivo EDI 306 (figura 5) siempre se omite, es decir, se puentea, durante la desinfección térmica por calor. La razón es proteger el dispositivo EDI 306 de los metales que pueden atravesar la membrana 324 de OI mientras la membrana 324 de OI se calienta, ya que la membrana 324 de OI resulta más permeable cuando aumenta la temperatura. Estas partes se cuidan durante otras fases de desinfección, es decir, la desinfección de orificios y fase de drenaje, como se explicará a continuación. Además, si el dispositivo clarificador comprende un dispositivo de filtro de lecho mixto, el dispositivo de filtro de lecho mixto siempre se puentea durante la desinfección completa por calor. 50

A continuación se explicarán dos programas diferentes de desinfección completa: un programa Normal y un programa de ausencia Planificado.

1a. Programa normal

55 El programa normal se ejecuta de acuerdo con lo recomendado por el fabricante de la membrana de OI, es decir, no aumentar la temperatura por unidad de tiempo más de lo recomendado. También, al bajar la temperatura, la disminución necesita ser menor, por unidad de tiempo, que un máximo definido por el fabricante. Este último está incluido en el

enfriamiento activo. Específicamente, los procedimientos de calentamiento y enfriamiento son importantes para temperaturas fuera del intervalo de funcionamiento normal de la membrana, p. ej., por encima de 40 °C. El enfriamiento activo también reducirá el tiempo a alta temperatura para la membrana de OI, lo que aumentará la vida útil de la membrana de OI.

- 5 A continuación se explicará la desinfección normal por calor. Etapas realizadas para la mitigación de riesgos, como p. ej., la comparación de sensores de flujo, probar que el trayecto del fluido no tiene fugas, etc., se omiten aquí por brevedad, pero podrían incluirse en el programa.

Comienza la desinfección - primera secuencia

- 10 Antes de que se inicie el programa, la bomba 450 de OI necesita ser puesta en marcha de manera que el fluido sea bombeado a través de la membrana 324 de OI a través del calentador 302. El método comprende entonces controlar, en S3, el calentamiento del fluido purificado. Por ejemplo, cuando el sensor 410 de flujo detecta un flujo, el calentador 302 se enciende. Ahora se hace referencia a la figura 5, donde el primer trayecto de fluido está indicado mediante la línea gruesa desde la salida 301b de permeado hasta el depósito 350 y más allá hasta la entrada 301a de alimentación. La válvula 305c de tres vías se controla para dirigir el fluido permeado calentado al trayecto 371d de derivación. Por lo tanto, la válvula 305c de tres vías está configurada para puentear el dispositivo EDI 306. Como se describirá más adelante en relación con la figura 13, el fluido calentado es dirigido a la cámara 319 de trampa de aire y de nuevo al depósito 350 a través de la válvula 396 de vaciado.

- 15 Luego, el calentador 302 se configura para suministrar energía en tal cantidad que la temperatura de la membrana 324 de OI no aumente más rápido que una tasa predeterminada, es decir, un número predeterminado de grados por unidad de tiempo, p. ej., 3 °C/min, para no someter a esfuerzo la membrana 324 de OI. La tasa predeterminada es establecida, por ejemplo, por el proveedor de la membrana 324 de OI.

- 20 El método comprende además recircular S4 el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido hasta que se cumpla en S4d un primer criterio dependiente de la temperatura. Por ejemplo, el método comprende medir en S4b la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido y/o medir en S4c un caudal del fluido purificado. El primer criterio dependiente de la temperatura comprende, por ejemplo, controlar el calentamiento, en base a la temperatura medida, del fluido purificado de manera que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70°-95° Celsius. La temperatura se establece en alguna realización para que sea suficiente para la desinfección del primer trayecto de fluido, o de un componente en el primer trayecto de fluido. En otras palabras, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende recircular el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido al trayecto del fluido de alimentación, hasta que se cumpla un primer criterio de desinfección dependiente de la temperatura. La temperatura del fluido purificado se puede medir luego con el sensor 313 de temperatura del fluido del producto, y la temperatura debe alcanzar una temperatura predeterminada suficiente para la desinfección, p. ej., 85 °C.

- 25 En algunas otras realizaciones, la temperatura del fluido purificado debe alcanzar cierta temperatura, que corresponde a que el fluido en el depósito 350 (y por lo tanto la membrana 324 de OI) se precalienta a un cierto nivel, p. ej., 40 °C. El calentamiento también depende del caudal del fluido purificado. Así, en alguna realización, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento y el bombeo con la bomba 450 de OI, en función de la temperatura medida y del caudal medido en el trayecto 371a del fluido permeado, de modo que el fluido purificado alcance un caudal dependiente de la temperatura.

- 30 En otra realización, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende calentar la membrana 324 de OI a una temperatura determinada durante un tiempo determinado, p. ej., de manera que se cumpla un criterio A0 para la membrana 324 de OI. Por ejemplo, el criterio A0 puede incluir que la temperatura determinada esté entre 70 y 85 °C, y el tiempo determinado entre 5 y 20 minutos. El concepto A0 se explicará con más detalle a continuación.

Si no se cumple el primer criterio S4d, se continúa con el control del calentamiento en S3 y la recirculación en S4.

Continúa la desinfección - segunda secuencia

- 35 En respuesta al cumplimiento del primer criterio dependiente de la temperatura, el método comprende redirigir en S5 el fluido purificado calentado para que fluya en un segundo trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. El segundo trayecto de fluido puede abarcar uno, varios o todos los trayectos en el lado del permeado del aparato 300 de purificación de agua. Sin embargo, según una realización, el canal 306a de producto del dispositivo EDI 306 puede ser puenteadado constantemente durante una desinfección completa.

- 40 El método comprende además controlar el calentamiento en S6 del fluido purificado calentado redirigido, con el fin de cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido. Todos los trayectos necesitan alcanzar un criterio de desinfección prescrito, específico para ese trayecto o componente en el trayecto. El criterio de desinfección incluye, en algunas realizaciones, alcanzar un valor A0 que se describirá a continuación. Esto se puede lograr midiendo continuamente la temperatura en puntos estratégicos, tales como con el sensor 313 de temperatura del fluido del producto y/o con un sensor 315 de temperatura del trayecto de drenaje y calculando los valores de A0, o usando secuencias validadas para lograr los valores de A0 correctos. En otras palabras, el método comprende

5 medir S61a la temperatura del fluido en el segundo trayecto de fluido. En algunas realizaciones, el método comprende determinar, en base a la temperatura medida, una duración de tiempo para desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido con el fluido a la temperatura medida, de manera que se cumpla un criterio de reducción bacteriana, y controlar la desinfección por calor del segundo trayecto de fluido basado en la duración del tiempo. El segundo criterio dependiente de la temperatura comprende entonces desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido durante la duración de tiempo. La duración del tiempo se calcula, por ejemplo, utilizando el concepto A0. De ese modo, se puede lograr la desinfección requerida del segundo trayecto de fluido, o de un componente del segundo trayecto de fluido.

Si los valores A0 se calculan durante la desinfección, existe la posibilidad de minimizar el consumo de energía y el tiempo utilizado para el programa de desinfección en comparación con un método que utiliza secuencias validadas.

10 El método comprueba, para cada segundo trayecto, si se cumple el segundo criterio en S61b. Si no, el método continúa controlando el calentamiento en S6 en del fluido en el segundo trayecto de fluido. Si se cumple el segundo criterio para un segundo trayecto, el método comprueba en S61c si hay más segundos trayectos de fluido que se han de desinfectar. Si es así, el método se redirige en S5 al otro segundo trayecto de fluido que aún no se ha desinfectado y controla el calentamiento en S6 del fluido en el segundo trayecto de fluido.

15 La desinfección finaliza cuando se cumple el segundo criterio S61b para todos los trayectos en el lado del permeado. Por ejemplo, si se han cumplido todos los valores A0 prescritos para los segundos trayectos de fluido, se termina la desinfección.

20 En algunas realizaciones, el método continúa, una vez finalizada la desinfección, para realizar uno o varios programas posteriores a la desinfección, p. ej., un programa de enfriamiento activo y un programa de enfriamiento activo y un programa de vaciado de orificios de agua.

Enfriamiento activo que incluye desinfección de orificios y trayecto de drenaje

Durante el enfriamiento activo S7, ilustrado en el diagrama de flujo de la figura 11, la válvula 332 de entrada y/o la válvula 328 del depósito se abren para permitir que el agua fría entre nuevamente al aparato 300, y la válvula 305b de tres vías se abre para drenar 339 para dejar que el agua caliente drene en 339.

25 Al mismo tiempo, se puede realizar un programa de desinfección parcial para desinfectar los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje, mientras se puentea el dispositivo EDI 306. También, las partes que conducen a los orificios 118, 128 y al primer trayecto 384 de drenaje se desinfectan por calor durante la desinfección parcial, tal como la válvula 305d de agua del producto y el trayecto de fluido desde la cámara 319 de trampa de aire hasta el orificio 128 del producto (véase la figura 13). Durante el programa de desinfección parcial, el fluido purificado calentado, p. ej., a 85 °C o más, se hace pasar por los orificios 118, 128 y más abajo a través del primer trayecto 384 de drenaje para desinfectar los dos trayectos 384, 384a en este documento (véase la figura 13). El nivel de desinfección está asegurado por el sensor 315 de temperatura del trayecto de drenaje. Cuando se ha logrado una desinfección suficiente de los orificios 118, 128 y del primer trayecto 384 de drenaje, se cierra en S64 el lado de permeado de la membrana 324 de OI y se deja enfriar. Para una explicación adicional, se hace referencia a la descripción detallada de la desinfección parcial más adelante, cuyas realizaciones también se pueden llevar a cabo en los programas de desinfección completa.

30 El enfriamiento de la membrana 324 de OI continúa hasta que se ha alcanzado una temperatura estimada por debajo de, p. ej., 40 °C en el lado de rechazo de la membrana 324 de OI. La estimación de la temperatura se basa en primer lugar en la temperatura de flujo de permeado medida por el sensor 303 de temperatura de permeado y la energía necesaria para alcanzar la temperatura durante el calentamiento del primer trayecto 384 de drenaje. Al conocer también la cantidad de agua caliente enviada al segundo trayecto 388 de drenaje y cuál es la temperatura del agua de alimentación medida por el sensor 326 de temperatura del agua de alimentación, es posible estimar cuándo la temperatura del lado de rechazo ha resultado inferior a 40 °C. En otras palabras, el enfriamiento activo comprende bombear en S71 agua desde una fuente de agua al dispositivo 301 de OI hasta que se cumpla en S72 un criterio de enfriamiento predeterminado para la membrana 324 de OI, y controlar en S73 el drenaje del fluido de rechazo desde el aparato 300 de purificación del agua.

45 Una vez finalizado el programa de enfriamiento activo, se puede realizar un programa opcional para vaciar los orificios de agua.

Vaciado de orificios de agua (opcional)

50 Directamente después de haber desinfectado los orificios y el primer trayecto 384 de drenaje, en paralelo con el enfriamiento activo, la segunda bomba 316 comienza a bombear aire en S8 (figura 10) desde el depósito 350 (las superficies del depósito 350 todavía están calientes) y lo bombea a través de los orificios 118, 128 para eliminar el agua de ellos. Esta etapa se puede omitir para mejorar el estado bacteriológico entre tratamientos. Sin embargo, los orificios 118, 128 deben vaciarse al comienzo de la puesta en marcha del siguiente tratamiento, antes de que se le pida al paciente que conecte el conjunto 40 de tuberías desechable.

55 Después de haber terminado el programa de enfriamiento activo y, opcionalmente, el vaciado de orificios y el programa de agua, el aparato 300 de purificación de agua se configura, por ejemplo, en un modo de bajo consumo, p. ej., en el modo

de espera o se apaga. El aparato 300 de purificación de agua también puede configurarse para enviar una actualización S10 de limpieza a la máquina cicladora 20.

1b. Programa de ausencia planificado

El programa de ausencia planificada es básicamente el mismo que el programa normal. Lo que difiere son tres fases:

5 1. El programa de enfriamiento no se ha hecho. El aparato 1 de purificación de agua se deja enfriar pasivamente para minimizar el riesgo de que entren bacterias en el trayecto del fluido. Sin embargo, se hace la desinfección parcial, incluida la desinfección de orificios y del trayecto de drenaje.

2. El programa de vaciado de orificios no se ha hecho, por la misma razón que para el No. 1 anterior.

3. Programa de limpieza química para membrana de OI

10 Una pequeña cantidad de un agente de limpieza, correspondiente al 0,3-1 % del agente de limpieza (p. ej., 0,3-1% ácido cítrico) en los trayectos 385b, 389 de de rechazo, se introduce en el trayecto de fluido del aparato 300 usando la segunda bomba 316. El fluido permeado se calienta ahora utilizando la máxima potencia del calentador 302 a un fluido purificado calentado. En esta corriente de fluido purificado calentado, la segunda bomba 316 está bombeando una pequeña cantidad de agente de limpieza, por ejemplo, una cantidad de ácido cítrico, p. ej., 15 ml de ácido cítrico. Cuando el agente de limpieza ha sido transportado al depósito 350, se detiene el flujo de permeado. El fluido en el depósito 350 ahora se recircula durante un tiempo predeterminado en el bucle del lado de alimentación/rechazo mientras que la válvula 305b de tres vías se cierra para drenar 339, de modo que el agente de limpieza llegue a todas las partes del lado de rechazo y principalmente a la membrana de 324 de OI. En otras palabras, el programa incluye la circulación de un agente S9 de limpieza, tal como ácido cítrico, en un trayecto de recirculación de rechazo desde una salida de rechazo hasta la entrada de alimentación del dispositivo de OI, para eliminar las incrustaciones en una membrana de OI del dispositivo de OI. Durante la recirculación, no pasa fluido a través de la membrana 324 de OI hacia el lado del permeado. El programa de limpieza química da como resultado un desincrustado de la membrana 324 de OI para evitar la acumulación de incrustaciones en la membrana 324 de OI para, en la medida de lo posible, mantener constante el rendimiento del dispositivo 301 de OI a lo largo del tiempo. La razón para no hacerlo es minimizar la posible admisión de bacterias. El agente de limpieza puede dejarse en el trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua hasta que haya comenzado el siguiente tratamiento.

El programa de ausencia planificado se realiza antes de una pausa planificada en el uso del aparato 300 de purificación de agua, p. ej., cuando el paciente planea estar fuera del hogar durante varios días. Una vez que se haya cumplido el criterio de desinfección prescrito, p. ej., un tiempo predeterminado a una temperatura por encima de una temperatura predefinida, el aparato 300 de purificación de agua se configura p. ej., en un modo de bajo consumo, tal como el modo de espera. Al hacerlo, no debería haber organismos vivos en el trayecto del fluido, lo que prolongaría el tiempo hasta el momento en que sea necesario realizar una nueva desinfección.

En una realización ejemplar, una limpieza completa del aparato 300 de purificación de agua comprende realizar, en el orden específico de a) a d):

35 a) Ejecutar un programa de limpieza química para desincrustar, y hasta cierto punto de desinfección química, del primer trayecto 384 de drenaje, incluido el sensor 336 de conductividad del paciente, con un agente de limpieza tal como ácido cítrico;

40 b) Desinfectar por calor el lado de rechazo de la membrana de OI, incluida el primer trayecto 381 de recirculación y el segundo trayecto 375 de recirculación (esencialmente todas los trayectos de fluido del módulo de OI y del módulo de tratamiento posterior excepto el primer trayecto 384 de drenaje, la última parte del trayecto del producto y el canal 306a de producto EDI y el canal 306b de concentrado).

c) Desinfección por calor de los orificios 118, 128 y del primer trayecto 384 de drenaje;

d) Ejecutar un programa de limpieza química que incluya el desincrustado de la membrana 324 de OI con un agente de limpieza tal como el ácido cítrico.

2. Programa de desinfección por calor parcial

45 El programa de desinfección por calor parcial comprende la desinfección de uno o varios del dispositivo EDI 306, los orificios 118, 128, los trayectos 384, 388 de drenaje y las partes que conducen a los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje, tal como la válvula 305d de agua de producto y el trayecto de fluido desde la cámara 319 de trampa de aire hasta el orificio 128 de producto (véase la figura 13). El programa de desinfección por calor parcial también puede denominarse como programa de desinfección de orificios y/o trayectos de drenaje. En algunas realizaciones, se realiza un programa de desinfección por calor parcial después de cada tratamiento, a menos que se realice una desinfección por calor completa.

Es posible una pluralidad de diferentes programas de desinfección parcial por calor, y a continuación se explicarán algunas

alternativas.

Como los programas completos, cada programa de desinfección por calor parcial puede comenzar con el lavado en S1a del lado de rechazo de la membrana de OI y en S1b el lavado del primer trayecto 384 de drenaje con agua fría, para eliminar cualquier sustancia presente después de un tratamiento.

5 Después de ello, están disponibles algunos programas alternativos de desinfección por calor parcial:

Alternativa 1

10 En esta desinfección, el canal 306a de producto EDI y el canal 306b de concentrado están incluidos en el trayecto de fluido que se desinfecta con calor. Este programa de desinfección por calor parcial se ejecuta preferiblemente con la misma frecuencia que la desinfección por calor normal pero en un día diferente. Las principales etapas de esta desinfección se explicarán a continuación. Las etapas ejecutadas para la mitigación de riesgos, tales como p. ej., la comparación de sensores de flujo, la prueba de que el trayecto de fluido no tiene fugas, etc., se omiten.

Como etapa previo opcional, el nivel de agua en el depósito 350 es controlado en S2 por el aparato 300 de purificación de agua a un nivel predeterminado, p. ej., hasta su nivel superior.

Hay disponible una pluralidad de opciones diferentes para calentar el canal 306 de agua de producto EDI:

15 Alternativa 1 - Primera opción

En una primera secuencia, el agua de alimentación es bombeada por la bomba 450 de OI a través del dispositivo 301 de OI, y el calentamiento del fluido purificado se controla en S3 controlando la alimentación del calentador 302. El fluido purificado calentado es recirculado en S4 en un primer trayecto de fluido que incluye el primer trayecto 381 de recirculación pero con el dispositivo EDI 306 puentado a través del trayecto 371d de derivación, como se ilustra en la figura 6 con una línea gruesa. Con referencia a la figura 13, el primer trayecto de fluido comprende el trayecto 371a de fluido permeado, el trayecto 371b de fluido del clarificador, el trayecto 371c de fluido de producto hasta la cámara 319 de trampa de aire, y el primer trayecto 381 de recirculación de regreso al depósito 350 a través de la válvula 396 de vaciado. El método puede incluir controlar el calentamiento en S3 y la recirculación en S4 en base a la medición en S4b de la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido. El calentamiento en S3 y la recirculación en S4 prosiguen entonces hasta que se cumple un primer criterio dependiente de la temperatura. En una realización, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, en base a la temperatura medida, del fluido purificado, de modo que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70-95° Celsius. En alguna realización, esto corresponde a que el fluido en el depósito 350 y por lo tanto la membrana 324 de OI se ha calentado a aproximadamente 40° C. Alternativamente, el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento del fluido purificado y bombear con la bomba 450 de OI, en función de la temperatura medida y del caudal medido del fluido purificado, de tal modo que el fluido purificado obtenga un caudal dependiente de la temperatura predeterminada. Por ejemplo, el método comprende medir en S4b la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido y/o medir en S4c un caudal del fluido purificado.

35 En una segunda secuencia, cuando el agua en el depósito 350 y, en consecuencia, también la membrana 324 de OI se han calentado a aproximadamente 40 °C y, por lo tanto, cumplen un primer criterio dependiente de la temperatura, el fluido purificado calentado se redirige en S5 para fluir en un segundo trayecto de fluido, como se indica en la figura 6 con la línea de puntos de doble trazo. El primer criterio dependiente de la temperatura, por ejemplo, comprende controlar el calentamiento, en base a la temperatura medida, del fluido purificado de manera que una temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70-95 °C. El fluido purificado calentado, se calienta luego más en S62a para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura del dispositivo EDI 306. Cuando se ha cumplido en S62c el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI 301, que es p. ej., determinada midiendo en S62b la temperatura del fluido calentado que pasa por el canal 306a de producto, el método vuelve a la etapa S5. El fluido calentado ahora se redirige para puentear el dispositivo EDI 306 y, por lo tanto, hacia otro segundo trayecto de fluido, que es el mismo que el segundo trayecto de fluido mencionada anteriormente, excepto que ahora se puentea el dispositivo EDI 306. El fluido purificado ahora se redirige continuamente en S5 para que fluya hacia el otro segundo trayecto de fluido, y se calienta en S6, hasta que se cumple en S61b un segundo criterio para el segundo trayecto de fluido. El segundo criterio comprende, por ejemplo, cumplir el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para los orificios 118, 128 y/o cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el primer trayecto 384 de drenaje. El método incluye, según alguna realización, alternar el flujo en el primer trayecto 384 de drenaje entre el trayecto de drenaje de conductividad con el sensor 336 de conductividad y el trayecto 384a de derivación. Cualquiera de los criterios de desinfección por temperatura puede incluir el cumplimiento de un criterio A0 predeterminado, p. ej., un valor A0, para el dispositivo EDI 306, para el o los orificios 118, 128 o para el primer trayecto 384 de drenaje, respectivamente. Para cumplir el criterio A0, hay que medir la temperatura. En otras palabras, el método puede comprender medir en S61a la temperatura del fluido en el segundo trayecto de fluido.

55 En algunas realizaciones, el segundo criterio dependiente de la temperatura comprende determinar, en base a la temperatura medida, una duración de tiempo para desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido con el fluido a la

temperatura medida, de tal modo que se cumpla un criterio de reducción bacteriana, y controlar la desinfección por calor del segundo trayecto de fluido en función de la duración del tiempo. La duración de tiempo es, por ejemplo, un valor A0, expresado como una duración de tiempo Δt . De ese modo, se puede lograr la desinfección requerida del segundo trayecto de fluido, o de un componente del segundo trayecto de fluido. Si la temperatura del depósito 350, es decir, la membrana 324 de OI, llega a ser demasiado baja para lograr cualquiera de los criterios de desinfección, el método vuelve a la etapa S3 para calentar el agua en el depósito 350 nuevamente.

Alternativa 1 - Segunda opción

La segunda opción también incluye una primera secuencia y una segunda secuencia.

En la primera secuencia, el agua de alimentación es bombeada por la bomba 450 de OI a través del dispositivo 301 de OI, y el calentamiento del fluido purificado, por el calentador 302, se controla en S3. El fluido purificado calentado se recircula en S4 en un primer trayecto de fluido, que incluye el segundo trayecto 375 de recirculación que ahora incluye el dispositivo EDI 306, como se ilustra en la figura 6 con una línea gruesa. Como se mostrará más adelante con referencia a la figura 13, el primer trayecto de fluido comprende el trayecto 371a de fluido permeado, el trayecto 371b de fluido del clarificador que incluye el canal 306a de producto y el canal 306b de concentrado, y el segundo trayecto 375 de recirculación de regreso al depósito 350. El fluido calentado purificado pasa ahora desde el lado inverso del canal 306a de producto del dispositivo EDI 306 de regreso al depósito 350. Alternativamente, el fluido calentado es recirculado en primer lugar en el primer trayecto 381 de recirculación para calentar el fluido a una temperatura predeterminada, p. ej., 85 °C, medida con el sensor 313 de temperatura del fluido de producto, correspondiente a una temperatura de la membrana 324 de OI de 40 °C, antes de que el fluido calentado sea hecho pasar a través del dispositivo EDI 306. Entonces, el método comprende además controlar en S4a el calentamiento del fluido purificado calentado que fluirá a través del dispositivo EDI 306. La temperatura se mide utilizando el sensor 303 de temperatura del permeado. Cuando el sensor 303 de temperatura del permeado mide 35 °C, el calentador 302 es alimentado para calentar el fluido del permeado rápidamente entre 70 y 85 °C, para obtener un flujo de agua a alta temperatura a través del canal 306a de producto del dispositivo EDI 306 cuando sea posible. Opcionalmente, al mismo tiempo que se alimenta el calentador 302 para calentar rápidamente, los trayectos del lado de rechazo se abren al máximo de modo que el fluido de rechazo recirculado se mezcle con el fluido purificado calentado recirculado, mientras se envía la mayor cantidad posible de fluido de rechazo al drenaje 339, para evitar así que la membrana 324 de OI se caliente por encima de su límite de temperatura.

Según una realización, el dispositivo EDI 306 es alimentado durante la desinfección por calor del mismo, para minimizar la disminución de la capacidad del dispositivo EDI 306, y para minimizar el tiempo necesario para la recuperación posterior de la capacidad del dispositivo EDI 306 causada por la disminución de la capacidad.

Si la temperatura del agua fresca entrante es tan alta como de 35 °C desde el comienzo, es posible que sea necesario interrumpir temporalmente el calentamiento mientras se reduce la temperatura del agua del lado de alimentación/rechazo. Según una realización, esto se hace apagando completamente el calentador 302, mientras se continúa bombeando el agua fresca y de retorno mezcladas en el depósito 350 hacia el drenaje del lado de rechazo y recirculando el agua permeada de regreso al depósito 350 a través de un dispositivo 305a de control de flujo abierto al máximo. Cuando la temperatura medida por el sensor 303 de temperatura del permeado se ha reducido lo suficiente (para no esperar demasiado y que resulte una temperatura demasiado baja dentro del canal 306a de producto EDI), se reinicia el calentamiento del canal 306a de producto EDI. Puede ser necesario repetir el procedimiento una o más veces. Cuando el criterio de desinfección para el dispositivo EDI 306, p. ej., se ha cumplido, el valor A0 apropiado para el dispositivo EDI, determinado por medio de mediciones realizadas por el sensor 303 de temperatura de permeado, se detiene el calentamiento y se cierra el canal 306a de producto EDI, es decir, cerrando el dispositivo 307 de válvula (véase la figura 13). El dispositivo EDI 306 se puentea por lo tanto. En cambio, el fluido purificado calentado ahora se recircula de regreso al depósito 305 abriendo la válvula 396 de vaciado, es decir, a través del primer trayecto 381 de recirculación. La temperatura del fluido purificado calentado en el primer trayecto de recirculación se controla para que tenga una temperatura de 40 °C, que se mide mediante el sensor 313 de temperatura del fluido del producto. En otras palabras, el primer criterio puede comprender que: se cumpla el criterio de desinfección para el dispositivo EDI 306, se puentee el dispositivo EDI 306, se recircule el fluido purificado calentado a través del primer trayecto 381 de recirculación y se controle la temperatura a aproximadamente 40 °C.

En la segunda secuencia, cuando se ha cumplido el primer criterio y, por lo tanto, la temperatura del fluido purificado calentado ha alcanzado una temperatura predeterminada de 40 °C, el fluido calentado se redirige en S5 para fluir hacia un segundo trayecto de fluido que incluye los orificios 118, 128 y el primer trayecto 384 de drenaje, mientras calienta en S6 el fluido purificado. El segundo criterio predeterminado comprende calentar el fluido purificado a una temperatura predeterminada de 85° C, y luego dirigir el fluido purificado calentado a los diferentes trayectos del primer trayecto 384 de drenaje en una secuencia alterna, por ejemplo, 1 minuto en un trayecto seguido por 1 minuto en el otro trayecto, hasta que todo el primer trayecto 384 de drenaje haya alcanzado el valor A0 requerido. Si el fluido purificado no puede calentarse por encima de 85° C, p. ej., en caso de que el agua entrante esté tan fría que el calentador 302 no pueda calentar el fluido purificado por encima de los 75 °C, medidos con el sensor 313 de temperatura del fluido del producto, entonces el fluido purificado calentado se envía de regreso al depósito 350 y al aparato 300 de purificación de agua nuevamente controla el calentador 302 para alcanzar una temperatura de 40 °C en la primera secuencia. Tan pronto como esto se logra, el calentador 302 se ajusta nuevamente para alcanzar una temperatura superior a 85 °C con el sensor 313 de temperatura

del fluido del producto y comienza a enviar el fluido purificado calentado a través del orificio 118, 128 y al drenaje 339 en la segunda secuencia. La temperatura en el primer trayecto 384 de drenaje es monitorizada por el sensor de temperatura 315 del trayecto de drenaje de manera que la temperatura en el primer trayecto 384 de drenaje no baje de 65 °C (más algún margen). Si es así, se requiere un tiempo de desinfección prolongado para desinfectar el primer trayecto 384 de drenaje.

5

Cuando se ha cumplido el criterio de desinfección respectivo, la desinfección por calor de las partes respectivas del trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua se considera finalizada.

En algunas realizaciones, la desinfección por calor va seguida por un programa de limpieza química para la membrana 324 de OI, de la siguiente manera:

10 Cuando se alcanza la desinfección requerida, es decir, se cumplen los criterios de desinfección respectivos, la válvula 317 de tres vías se cierra. y el flujo de permeado es enviado en bucle de nuevo al depósito 350 a través de la cámara 319 de trampa de aire y al depósito 350 a través de la válvula 396 de vaciado. El fluido permeado se calienta ahora, p. ej., utilizando toda la potencia del calentador 302, para obtener un fluido purificado calentado. La segunda bomba 316 está bombeando una pequeña cantidad de agente de limpieza a esta corriente de fluido purificado calentado. La pequeña cantidad de agente de limpieza es, por ejemplo, una cantidad de ácido cítrico, p. ej., de 15 ml, para la limpieza química de la membrana 324 de OI, como se ha explicado anteriormente en relación con el programa de ausencia planificado.

15

Un programa de enfriamiento activo para enfriar la membrana 324 de OI, como se ha explicado previamente, se puede realizar simultáneamente cuando se realiza cualquiera de los programas de desinfección por calor parcial.

20

Una vez finalizada la desinfección por calor y, opcionalmente, también el programa de limpieza química, se puede ejecutar el programa de vaciado de agua del o de los orificios. Después de haber terminado el programa de enfriamiento activo y, opcionalmente, también el programa de vaciado de agua del orificio o de los orificios, el aparato 300 de purificación de agua se apaga.

Alternativa 2

25

Esta alternativa 2 es la misma que la alternativa 1, excepto que el canal 306a de producto EDI no está incluido y, por lo tanto, no se desinfecta. Así, las etapas en la alternativa 1 que describen cómo se desinfecta por calor el canal de agua de producto 306 se omiten en la alternativa 2. Este programa de desinfección por calor parcial se ejecuta preferiblemente después de cada uso del aparato de purificación de agua.

Alternativa 3

30

Esta alternativa 3 es igual a la alternativa 2, pero además incluye el programa de inicio S1c, explicado en relación con el programa completo, para usar un agente de limpieza antes de que comience el calentamiento, para eliminar/evitar acumulaciones de posibles "depósitos" (proteínas, calcio...) en el primer trayecto 384 de drenaje, antes de que comience la desinfección por calor parcial. Debe ejecutarse con la frecuencia necesaria para asegurarse de que el primer trayecto 384 de drenaje esté limpio, minimizando así el riesgo de una constante de celda de conductividad (CP) alterada del sensor 336 de conductividad.

35

Alternativa 4

40

En la figura 7 y en el diagrama de flujo de la figura 12 se ha ilustrado un método de desinfección parcial alternativo. El método puede comenzar con las mismas etapas S1 y S2 que se han explicado anteriormente. El método comprende, en una primera secuencia, controlar el calentamiento S3a del fluido purificado producido por el dispositivo 301 de OI, y dirigir en S4e el fluido purificado calentado en un primer trayecto de fluido, a través de un canal de producto de una unidad de electro-desionización, dispositivo EDI, en el que el dispositivo EDI también comprende un canal 306b de concentrado. La temperatura del fluido purificado se mide, por ejemplo en S4f mediante el sensor 303 de temperatura de permeado o el sensor 313 de temperatura del fluido del producto. El primer trayecto de fluido se ha ilustrado en la figura 7 con una línea más gruesa.

45

En respuesta a un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo EDI que se cumple en S4g, comienza una segunda secuencia. La segunda secuencia comprende redirigir en S5a el fluido purificado calentado a un segundo trayecto de fluido para puentear el dispositivo EDI 306 y controlar el calentamiento en S6a del fluido purificado redirigido, para cumplir con un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido. El segundo trayecto de fluido se ilustra en la figura 7 con la línea de puntos de doble trazo. El segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende, por ejemplo, cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el o los orificios 118, 128 en el segundo trayecto de fluido. Alternativa o adicionalmente, el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el primer trayecto.

50

Después de ello, el método comprueba si hay más trayectos de fluido para limpiar en S6b. Si hay más trayectos de fluido para limpiar, entonces el método vuelve a S5a. Si no hay más trayectos de fluido para limpiar, el método puede realizar

cualquiera de las etapas ilustradas en el diagrama de flujo de la figura 10.

Los métodos se han explicado con referencia a tener un dispositivo EDI. Sin embargo, como alternativa, el dispositivo EDI se sustituye en los métodos descritos anteriormente por un dispositivo de filtro de lecho mixto. Los criterios descritos con referencia al dispositivo EDI se intercambian luego con criterios para un dispositivo de filtro de lecho mixto.

5 Uso prolongado de conjunto desechable de tuberías

En una realización alternativa, se propone un método para prolongar la vida útil del conjunto desechable 40 de tuberías. Aquí, el conjunto desechable 40 de tuberías se usa con la máquina cicladora 20 para más de un tratamiento. En lugar de retirar el conjunto desechable 40 de tuberías, se bombea desde el recipiente 392 un agente de limpieza, tal como un agente que inhibe el crecimiento microbiológico, y se diluye en el aparato 300 de purificación de agua. El agente diluido se bombea al conjunto desechable 40 de tuberías que incluye el casete 42, sus porciones de tubería y el recipiente 62 conectado al casete 42. El agente, en una realización, puede ser o incluir ácido cítrico, o una derivación del mismo, y puede bombearse desde el recipiente 392 y diluirse en una parte del trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua y luego ser empujado hacia el circuito del conjunto desechable 40 de tuberías, por ejemplo a través de la tubería 64 (64a, 64b) de agua. En una realización alternativa, la tubería 50 del paciente se puede conectar a un orificio del aparato 300 de purificación de agua para recibir el agente diluido para proteger el circuito del conjunto desechable 40. Además, alternativamente, el recipiente 392 puede estar en comunicación fluida directa con la máquina cicladora 20, por ejemplo, a través de una conexión a la tubería 50 del paciente. La unidad 22 de control hace que el ácido cítrico (u otro ácido adecuado con o sin aditivos) sea extraído del recipiente 392 y sea dirigido al interior del casete 42, a las tuberías conectadas al mismo y al recipiente 62.

La unidad 22 de control está en una realización programada para realizar una o más etapas de mezclado, de modo que el agente que inhibe el crecimiento microbiológico se diluya con el fluido que ya está contenido en el conjunto 40 de tuberías de fluido, que puede ser agua de producto esterilizada utilizando el proceso anterior para permitir que el circuito del conjunto desechable 40 sea utilizado para más de un tratamiento en lugar de ser desechado después de un solo uso.

En una realización, el agente diluido se deja en el circuito semi-desechable (por ejemplo, el circuito del conjunto desechable 40) hasta el comienzo de la preparación para el siguiente tratamiento. Aquí, la unidad 22 de control realiza una etapa de enjuagado para eliminar el agente diluido del circuito semi-desechable; el enjuagado se puede realizar con agua de producto esterilizada del aparato 300 de purificación de agua.

Debe apreciarse que el procedimiento descrito anteriormente no es un procedimiento de desinfección; más bien, el procedimiento con ácido cítrico actúa como una solución bacteriostática y evita el crecimiento entre tratamientos para permitir un uso prolongado del casete 42, de las tuberías asociadas y del recipiente 62. También debe apreciarse que si quedan trazas del ácido cítrico en el circuito del conjunto desechable 40, la cantidad menor no dañaría al paciente considerando que una máquina cicladora de ácido cítrico es un metabolismo celular común y seguro.

Desinfección con agua caliente del conjunto semi-desechable de tuberías

En una realización alternativa de uso múltiple del conjunto 40 de tuberías desechable, el agente inhibidor del crecimiento que se acaba de describir se reemplaza por desinfección con agua caliente. Antes de que el conjunto 40 de tuberías desechable se desinfecte con calor, el conjunto 40 de tuberías desechable puede lavarse con agua fría, es decir, agua producida con el aparato 300 de purificación de agua sin calentar el agua, para eliminar cualquier residuo del tratamiento anterior. Después de ello, el calentador 302 del aparato 300 de purificación de agua, bajo el control de la unidad 112 de control, calienta su agua a 70 °C, por ejemplo, para desinfectar con calor el trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. Como se ilustra en este documento, el aparato 300 de purificación de agua está conectado al conjunto 40 de tubería desechable a través del segmento 64a de tubería de agua que tiene filtros 70a y 70b de grado esterilizante. Los filtros 70a y 70b de grado esterilizante incluyen capacidad de eliminación de endotoxinas para ayudar a producir agua de producto esterilizada. El agua de producto esterilizada se usa para diluir los concentrados para preparar fluido de diálisis listo para usar. La capacidad de los filtros desechables 70a y 70b depende de la carga biológica del agua suministrada por el aparato 300 de purificación de agua. El bombeo de agua calentada a través de los filtros 70a y 70b de grado esterilizante desinfecta los filtros, colocándolos en mejores condiciones para realizar múltiples tratamientos utilizando el mismo conjunto desechable 40. Bombear agua calentada a través del conjunto desechable 40 también desinfecta el equipo desechable, colocándolo en mejores condiciones para múltiples tratamientos. En una realización, el fluido calentado usado para limpiar el conjunto 40 de tuberías desechable incluye el agente de limpieza. De este modo se puede lograr un efecto combinado de desinfección por calor y limpieza con el agente de limpieza.

El concepto A0

Los programas de desinfección por calor se basan en algunas realizaciones en el siguiente principio. El calentamiento tiene como objetivo impedir el crecimiento de bacterias (y, por lo tanto, de bio-películas) en las superficies internas del trayecto de fluidos del aparato de purificación de agua. Con el fin de lograr una reducción suficiente de organismos, se utiliza un concepto denominado en este documento como el "concepto A0". El concepto se define como:

$$A_0 = \sum 10^{(T-80)/z} \cdot \Delta t \quad \text{Ecuación (2)}$$

donde z es un valor definido por el tipo de microorganismos que es necesario eliminar. Para las esporas bacterianas, que son los más resistentes de todos los microorganismos, se considera necesario un valor z de z=10 °C. A una temperatura T de 80 °C el A0 expresa el tiempo, Δt en segundos, necesario para alcanzar un efecto esperado. Si T=90 °C solo se necesita una décima parte del tiempo, es decir, 6 segundos para obtener un A0 de 60. Si T es en cambio 70 °C, el tiempo necesario es diez veces mayor.

En un escenario en el que se somete a más de un paciente al mismo instrumento o dispositivo, se recomienda lograr un valor A0 de más de 3000*. Este es, por tanto, el valor mínimo necesario cuando se realiza un reacondicionamiento del aparato 300 de purificación de agua cuando se traslada de un paciente al siguiente.

10 Durante los períodos en los que el dispositivo de agua esté siendo utilizado por un solo paciente, un valor A0 de 600* debería ser suficiente. El punto del trayecto de fluido que alcanza la temperatura más baja es aquel para el que se debe determinar el A0.

15 La eficacia de la desinfección se mide mediante el cálculo de A0. Se considera que todas las temperaturas superiores a 65 °C tienen "efecto desinfectante". Esto significa que todos los casos de temperaturas superiores a 65 °C, es decir, durante el calentamiento y el enfriamiento, deben incluirse en el cálculo de A0. Por lo tanto, la expresión anterior podría escribirse alternativamente como:

$$A_0 = \int_{\tau_{\min}(T > 65^{\circ}\text{C})} 10^{(T(\tilde{t})-80)/z} \cdot d\tilde{t} \quad \text{Ecuación (3)}$$

20 lo que significa que se tiene en cuenta todo el tiempo, por lo tanto cada punto de tiempo, para el cual la temperatura está por encima de 65°C. Así, cualquiera de los criterios a los que se hace referencia en este documento puede incluir un criterio A0 de acuerdo con el concepto A0.

*Los números se encuentran en un artículo "Thermal Desinfection – The A0 Concept and the Biological Background" ("Desinfección por Calor - El concepto A0 y los Antecedentes Biológicos") de Urs Olsenberg, volumen 11, 2003. En este artículo se hacen referencias a los proyectos de normas prEN14476 y prEN15883.

Descripción detallada de un aparato de purificación de agua

25 La figura 13 ilustra una realización ejemplar del aparato 300 de purificación de agua. En otras realizaciones, el aparato 300 de purificación de agua puede incluir menos o más componentes o módulos. El aparato 300 de purificación de agua de la figura 13 recibe agua procedente de una fuente 398 de agua (figura 3), tal como una fuente continua de agua potable o bebible del hogar de un paciente. En varias realizaciones, el aparato 300 de purificación de agua puede instalarse en una habitación que tenga acceso a la fuente 398 de agua para proporcionar WFPD a la máquina cicladora 20 como se ha analizado en este documento. El agua se filtra opcionalmente utilizando un filtro previo 334 de partículas para eliminar la suciedad y los sedimentos, antes de entregarla al aparato 300 de purificación de agua. El agua entra en el aparato 300 de purificación de agua a través del orificio 333 de entrada de agua. Como se describió anteriormente, el aparato 300 de purificación de agua incluye un módulo 160 de tratamiento previo, un módulo 170 de OI y un módulo 180 de tratamiento posterior. El módulo 160 de tratamiento previo incluye un filtro de partículas y un filtro de carbón activado, es decir, un lecho de carbón activado, para eliminar aún más los contaminantes y las impurezas. El filtro de partículas y el filtro de carbón activado están integrados en un solo paquete 331 de filtros. El paquete único 331 es un paquete desechable. El módulo 160 de tratamiento previo incluye una válvula 332 de entrada y un dispositivo 330 de flujo constante aguas arriba del paquete 331 de filtro. La válvula 332 de entrada controla la entrada de agua de alimentación mediante el control de la unidad 112 de control. El dispositivo 330 de flujo constante proporciona un flujo constante al depósito 350 siempre que la presión del agua esté por encima de una presión mínima para el dispositivo 330 de flujo constante. Además, el módulo 160 de tratamiento previo comprende una válvula 329 de muestreo con una salida 329a de orificio de muestreo, una válvula 328 de depósito, un sensor 327 de conductividad de tratamiento previo y un sensor 326 de temperatura del agua de alimentación aguas abajo del paquete 331 de filtro. La salida 329a del orificio de muestreo permite tomar una muestra del agua de alimentación, p. ej., para probar el nivel de cloro. La válvula 328 del depósito controla el flujo de agua de alimentación filtrada al depósito 350. El sensor 327 de conductividad de tratamiento previo monitoriza la conductividad del agua de alimentación filtrada, y el sensor 326 de temperatura del agua de alimentación monitoriza la temperatura del agua de alimentación filtrada. La temperatura del agua de alimentación filtrada se necesita, por ejemplo, para calibrar la medición de la conductividad del agua de alimentación filtrada. Los componentes descritos están incluidos en un trayecto 390 de fluido de tratamiento previo. El trayecto 390 de fluido de tratamiento previo está conectada al orificio 333 de entrada de agua y termina en el depósito 350. La válvula 332 de entrada y la válvula 328 del depósito están configuradas para ser controladas por la unidad 112 de control del aparato 300 de purificación de agua. El ablandamiento del agua en el módulo 160 de tratamiento previo puede lograrse alternativa o adicionalmente usando resinas ablandamiento con cal, de intercambio de iones o un anti-incrustante tal como polifosfato, como se conoce en la técnica. Debe apreciarse que el

paquete 331 de filtro no se requiere en algunas realizaciones y puede no estar presente.

El módulo 170 de OI comprende el depósito 350, la bomba 450 de OI y el dispositivo 301 de OI. Ya se ha descrito en detalle un dispositivo 301 de OI con referencia a la figura 5 y se hace referencia a esa descripción para una explicación más detallada. El agua de alimentación filtrada (o sin filtrar) entra en el depósito 350, por ejemplo desde una parte superior del depósito 350. El agua de alimentación se acumula en el depósito 350 y es bombeada por la bomba 450 de OI a la entrada 301a de alimentación (véanse las figuras 5-7) del dispositivo 301 de OI.

Los interruptores 350a, 350b, 350c de vacío, nivel bajo y alto previstos en el depósito 350 detectan su nivel de agua, mientras que un programa informático que se ejecuta en una unidad 112 de control del aparato 300 de purificación de agua está configurado para controlar la apertura y el cierre de la válvula 332 de entrada y de la válvula 328 del depósito, que se abren durante el llenado del depósito 350 y se cierran cuando el nivel de agua en el depósito 350 activa su interruptor 350c de nivel alto conectado a la unidad 112 de control. La válvula 332 de entrada se abre de nuevo cuando el nivel del agua cae por debajo del interruptor 350b de nivel bajo del depósito 350, desplazando así el interruptor 350b de nivel bajo conectado a la unidad 112 de control. Si el nivel de agua en el depósito 350 sube demasiado, el exceso de agua se drena a través de una tubería 325 de ventilación de aire del depósito y una ventilación 335 de aire del depósito (conexión de desborde), p. ej., a una bandeja 420 o drenaje 339. Se puede acceder al orificio 335 de ventilación de aire del depósito desde el exterior del aparato 300 de purificación de agua. El orificio 335 de ventilación de aire del depósito se puede cerrar, p. ej., durante el transporte del aparato 300 de purificación de agua, de modo que se evitará que cualquier agua en el depósito 350 fluya hacia la bandeja 420 y haga que el agua fluya fuera del aparato 300 de purificación de agua.

La unidad 112 de control está configurada para hacer que la bomba 450 de OI deje de bombear, si el interruptor 350a de nivel vacío en el depósito 350 detecta aire o un nivel de agua críticamente bajo. La bomba 450 de OI está configurada para proporcionar el flujo de agua y la presión requeridos para el proceso de ósmosis inversa que tiene lugar en el dispositivo 301 de OI. Como se describió anteriormente, p. ej., con referencia a la figura 5, el dispositivo 301 de OI filtra agua para proporcionar agua purificada en su salida 301b de permeado. El agua de rechazo que deja el dispositivo 301 de OI en una salida 301c de rechazo (puede retroalimentarse a la bomba de 450 de OI para conservar el consumo de agua o, alternativamente, ser bombeada al drenaje 339).

El agua purificada que deja el dispositivo 301 de OI se transporta en un trayecto 371 de fluido purificado dentro del aparato 300 de purificación de agua antes de ser hecha salir a través de un orificio 128 de producto, por lo tanto, una salida de agua. El trayecto de fluido purificado comprende el trayecto 371a de fluido permeado, el trayecto 371b de fluido del clarificador y el trayecto 371c de fluido de producto. El dispositivo EDI 306 se puede derivar a través del trayecto 371d de derivación. El trayecto 371d de derivación está conectada al trayecto de fluido aguas arriba del dispositivo EDI 306, y al trayecto de fluido aguas abajo del dispositivo EDI 306. El agua purificada que deja el dispositivo 301 de OI pasa por un sensor 410 de flujo, un calentador 302 y un sensor 303 de temperatura del permeado, incluidos en el trayecto 371a del fluido del permeado. El sensor 410 de flujo monitoriza el flujo del fluido purificado que sale del dispositivo 301 de OI. El calentador 302 calienta, mediante el control de la unidad 112 de control, el agua purificada que sale del dispositivo 301 de OI. El sensor 303 de temperatura del permeado monitoriza la temperatura del fluido purificado que sale del dispositivo 301 de OI directamente aguas abajo del calentador 302. Un sensor 304 de conductividad adicional monitoriza la conductividad del agua purificada que deja el dispositivo 301 de OI.

Aguas abajo del calentador 302, del sensor 303 de temperatura del permeado y del sensor 304 de conductividad adicional, el fluido purificado entra en el módulo 180 de tratamiento posterior a través del trayecto 371b del fluido del clarificador. El módulo 180 de tratamiento posterior comprende el dispositivo clarificador, p. ej., el dispositivo EDI 306. La válvula 305c de tres vías está prevista para ser controlada por la unidad 112 de control para dirigir selectivamente el flujo de fluido purificado hacia el dispositivo EDI 306 o hacia el trayecto 371d de derivación para puentear el dispositivo EDI 306. Cuando se dirige al dispositivo EDI 306, el fluido purificado entra en el canal 306a de producto, el canal 306b de concentrado y el canal 306c de electrodo del dispositivo EDI 306. El fluido purificado se alimenta a todos los canales a través del trayecto 371b de fluido del clarificador, aguas abajo de la válvula 305c de tres vías. El dispositivo EDI 306 está configurado para producir agua de producto. El agua de producto producida deja el dispositivo EDI 306 y entra en el trayecto 371c del fluido del producto. Una válvula 307 de canal de producto regula el caudal del agua de producto en el trayecto 371c de fluido de producto desde el canal 306a de producto. El trayecto 377c del fluido concentrado está previsto para hacer pasar el agua concentrada y el fluido del electrodo de regreso al depósito 350.

El agua del producto es hecha pasar al orificio 128 del producto, y luego a una tubería 64 (64a, 64b) de agua conectada al mismo del conjunto 40 de tuberías de fluido para el transporte al punto de atención. El conjunto 40 de tuberías de fluido comprende dos filtros estériles 70a, 70b de esterilización. Los filtros estériles 70a, 70b de esterilización filtran el agua de producto que deja el orificio 128 de producto a agua de producto esterilizada, que es adecuada para inyección. Según algunas realizaciones alternativas, esos filtros se omiten o el número de filtros es menor o mayor de dos.

Un orificio 118 de drenaje define un primer trayecto 384 de drenaje al drenaje 339. Una tubería 56 de drenaje del conjunto 40 de tuberías de fluido está conectada al orificio 118 de drenaje, para dejar pasar fluido, como fluido de DP usado, desde el orificio 118 de drenaje al drenaje 339. El primer trayecto 384 de drenaje aquí incorpora la parte de un trayecto de drenaje de la máquina cicladora que está presente dentro del aparato 300 de purificación de agua. El primer trayecto 384 de drenaje comprende un sensor 336 de conductividad, un sensor 315 de temperatura del trayecto de drenaje y una válvula 341 de

la tubería de drenaje. El sensor 336 de conductividad está configurado para medir la conductividad del fluido en el trayecto de drenaje. El sensor 315 de temperatura está previsto para medir la temperatura del fluido en el primer trayecto 384 de drenaje. La válvula 341 de la tubería de drenaje está, mediante el control de la unidad 112 de control, prevista para regular el flujo en el primer trayecto 384 de drenaje a través del sensor 336 de conductividad. El primer trayecto 384 de drenaje comprende además un trayecto 384a de derivación previsto para puentear el sensor 336 de conductividad, el sensor 315 de temperatura del trayecto de drenaje y la válvula 341 de la tubería de drenaje. El trayecto 384a de derivación comprende una válvula 340. La válvula 340 está prevista para regular el flujo a través del trayecto 384a de derivación.

El dispositivo 305a de control de flujo está configurado para controlar el caudal de agua purificada en el trayecto 375 de recirculación previsto desde un punto aguas abajo del calentador 302, el sensor 303 de temperatura del permeado y el sensor 304 de conductividad adicional, y de regreso al depósito 350. Un sensor 308 de presión de agua del producto está previsto para monitorizar la presión en el trayecto 371c del fluido del producto aguas abajo del dispositivo EDI 306. Un sensor 309 de flujo de agua de producto está previsto para monitorizar el caudal del agua de producto aguas abajo del dispositivo EDI 306. La presión y el caudal del agua de producto se alimentan a la unidad 112 de control. La unidad 112 de control está configurada para controlar el funcionamiento del dispositivo 305a de control de flujo. Más particularmente, la unidad de control está configurada para regular el caudal en el trayecto 375 de recirculación en función de la presión y el caudal del agua de producto, para controlar el caudal del agua de producto hasta un caudal deseado, y la presión del agua de producto a una presión deseada. El dispositivo 305a de control de flujo es, por ejemplo, una válvula de control de flujo motorizada que está configurada para regular con precisión el caudal en el trayecto 375 de recirculación.

Una válvula 305d de agua de producto está prevista para, mediante el control de la unidad 112 de control, controlar el flujo de producto producido para que vaya al orificio 128 de producto o regrese al depósito 350 a través de un trayecto de recirculación adicional, aquí un primer trayecto 381 de recirculación. Una válvula 396 de vaciado está prevista para controlar el caudal en el primer trayecto 381 de recirculación. El primer trayecto 381 de recirculación está conectado de manera fluida al trayecto 371c de fluido del producto a través de una cámara 319 con trampa de aire. Un sensor 312 de conductividad del agua de producto está previsto para monitorizar la conductividad del agua de producto aguas arriba de la cámara 319 con trampa de aire. Un sensor 313 de temperatura del fluido del producto está configurado para monitorizar la temperatura del agua del producto aguas arriba de la cámara 319 con trampa de aire.

En funcionamiento, una parte del agua de rechazo que deja el dispositivo 301 de OI a través de un trayecto 385a de fluido pasa por un dispositivo auxiliar 318 de flujo constante, que proporciona un flujo constante de agua de rechazo a una válvula 305b de tres vías (por ejemplo, una válvula de solenoide de tres vías) bajo el control de la unidad 112 de control. Una porción restante del agua de rechazo regresa a la bomba de 450 de OI a través de una válvula 320 (por ejemplo, una válvula de aguja manual) en un primer trayecto 385b de rechazo. La válvula 305b de tres vías está configurada para desviar selectivamente el agua de rechazo al drenaje 339 a través de un segundo trayecto 388 de drenaje o de regreso al depósito 350 a través de un segundo trayecto 389 de rechazo. Un trayecto 385f de derivación está previsto para puentear el dispositivo auxiliar 318 de flujo constante. Una válvula 321 de derivación de rechazo está prevista para controlar el flujo en el trayecto 385f de derivación mediante el control del dispositivo de control 112.

Todos los medidores y sensores descritos en conexión con el aparato 300 de purificación de agua en la figura 13 están configurados en algunas realizaciones para enviar sus señales correspondientes a la unidad 112 de control.

El aparato 300 de purificación de agua incluye un recipiente 392 que contiene un agente inhibidor del crecimiento microbiológico. Como se ilustra, el recipiente 392 está en comunicación fluida con una entrada 392a del aparato 300 de purificación de agua. En la figura 13, el trayecto 382 de admisión de productos químicos conecta el contenedor 392 al trayecto de fluido del aparato 300 de purificación de agua. Alternativamente, el recipiente 392 se puede conectar a través de una tubería (no ilustrada) que conduce directamente al casete desechable 42 que funciona con la máquina cicladora 20, o se puede conectar a la tubería 64 de agua, o se puede conectar a la tubería 56 de drenaje.

El agente que inhibe el crecimiento microbiológico en el recipiente 392 puede ser un ácido seguro fisiológicamente adecuado, tal como ácido cítrico, citrato, ácido láctico, ácido acético o ácido clorhídrico (o una combinación de los mismos). En una realización, el recipiente 392 contiene ácido cítrico, citrato o un derivado del mismo. Se observa que el recipiente 392 también puede incluir aditivos proporcionados junto con el ácido (tal como con ácido cítrico). La entrada 392a de productos químicos está ubicada, por ejemplo, en la parte frontal del aparato 300 de purificación de agua. Un sensor de presencia (no mostrado, por ejemplo, un sensor óptico) está previsto para detectar cuándo el contenedor 392 está conectado a la entrada 392a de productos químicos. La válvula 317 de tres vías, bajo el control de la unidad 112 de control, en la entrada 392a de productos químicos está prevista para abrirse hacia una segunda bomba 316 que es una bomba de entrada de productos químicos y un depósito 350. La segunda bomba 316 está prevista para suministrar solución desinfectante al depósito 350. El sensor óptico está previsto para detectar si la fuente de solución de limpieza o desinfección está conectada o desconectada. Si/cuando el recipiente 392 se retira o no es detectado por el sensor óptico, la segunda bomba 316 se detiene o no se activa y la válvula 317 de tres vías se cierra hacia la entrada 392a de productos químicos. La válvula 317 de tres vías bajo el control de la unidad 112 de control también se puede usar para recircular agua y desinfectante desde y hacia el depósito 350 durante las fases de desinfección química (es decir, desinfección con un agente de limpieza), limpieza y/o enjuague. La segunda bomba 316 y una válvula 310 están previstas en un trayecto 379 que conecta de forma fluida la válvula 317 de tres vías y el trayecto 371c de fluido del producto. La válvula 310 está prevista para controlar el flujo en el trayecto 379. En una realización, cuando se desinfecta el primer trayecto 381 de recirculación,

por ejemplo durante una desinfección completa, el fluido calentado también es hecho pasar a través de un trayecto 386 entre el primer trayecto 381 de recirculación y la válvula 317 de tres vías, a través del trayecto 379 y a el trayecto 381 de recirculación. Durante este flujo, la segunda bomba 316 está activa y, así, bombea el fluido calentado para no detener el flujo.

- 5 En un ejemplo de fase de desinfección más detallado, cuando se inicia la desinfección química, el nivel en el depósito 350 se ajusta a un nivel justo por encima del interruptor 350b de nivel bajo. La unidad 112 de control hace que la bomba 450 de OI arranque y funcione hasta que el interruptor 350a de nivel vacío indique la presencia de aire. Entonces se detiene la bomba de 450 de OI y se abre la válvula 332 de entrada. La válvula 332 de entrada se mantiene abierta hasta que el interruptor 350a de nivel vacío indica agua. Luego, la segunda bomba 316 se hace funcionar hasta que se dosifica una cantidad predeterminada de solución química en el depósito 350. Cuando el nivel en el depósito 350 alcanza un nivel predeterminado, la válvula 317 de tres vías se abre al drenaje 339. La bomba 450 de OI hace circular el fluido en el trayecto de fluido durante la fase de entrada de productos químicos y puede ser hecha funcionar en dos direcciones para crear un flujo turbulento y aumentar el tiempo y el contacto de desinfección. Al final de la fase de admisión, se abre la válvula 321 de derivación de rechazo y se activa la válvula 305b de tres vías para abrir el segundo trayecto 388 de drenaje al drenaje 339 y para drenar el nivel de agua en el depósito 350 a su nivel bajo en el interruptor 350b de nivel bajo.

El módulo 160 de tratamiento previo descrito, el módulo 170 de OI y el módulo 180 de tratamiento posterior están encerrados dentro de un solo armario 110a de purificación de agua, excepto el paquete 331 de filtro, que está dispuesto de forma extraíble, p. ej., articulado, en el exterior del único armario 110a de purificación de agua. El paquete 331 de filtro puede entonces cambiarse cuando se agote. En una realización alternativa, los módulos pueden disponerse en unidades separadas. Como se mencionó anteriormente, el agua purificada se envía desde el aparato 300 de purificación de agua al conjunto desechable 40 a través de la tubería 64 de agua. Con referencia a la figura 1, la tubería 64 de agua alimenta agua purificada a un orificio 282 de agua del casete 42 del conjunto desechable 40. La tubería 64 de agua es en una realización un tubo flexible que tiene un primer extremo conectado al orificio 128 de producto del aparato 300 de purificación de agua y un segundo extremo conectado a un orificio 282 de agua de la máquina cicladora 20. La tubería 64 de agua puede tener al menos 2 metros de largo y, en una realización, más de 4 metros. La tubería 64 de agua permite que el aparato 300 de purificación de agua sea instalado en una habitación que tenga un suministro de agua disponible, mientras que la máquina cicladora 20 reside en una habitación diferente de aquella en la que reside el paciente, por ejemplo, donde duerme. En consecuencia, la tubería 64 de agua puede ser tan larga como sea necesario para conectar el aparato 300 de purificación de agua a la máquina cicladora 20.

La figura 13 también ilustra que el conjunto desechable 40 de tuberías incluye una configuración de tubería 56 de drenaje prevista para conducir fluido, tal como fluido de diálisis usado, al drenaje 339 del aparato 300 de purificación de agua. La tubería 56 de drenaje es, p. ej., un tubo que tiene un primer extremo conectado al casete 42 de la máquina cicladora 20 y un segundo extremo que incluye un conector de 58 de tubería de drenaje (figura 1) conectado a un orificio 118 de drenaje del aparato 300 de purificación de agua. La tubería 56 de drenaje puede ser alternativamente un tubo flexible, que puede tener más de 2 metros de largo y, en algunas realizaciones, más de 4 metros. La tubería 56 de drenaje puede ser tan larga como sea necesario para conectar entre el aparato 300 de purificación de agua y la máquina cicladora 20. La tubería 64 de agua y la tubería 56 de drenaje en la realización ilustrada discurren en paralelo utilizando un tubo de doble lumen. También es posible que el aparato 300 de purificación de agua y la máquina cicladora 20 estén colocados juntos, de modo que el mismo trayecto de fluido de dos tuberías que incluye la tubería 64 de agua y la tubería 56 de drenaje puede ser, por ejemplo, inferior a 0,5 metros. Además, aunque se ilustran una tubería 64 de agua de doble lumen y la tubería 56 de drenaje, es posible que la tubería 64 de agua y la tubería 56 de drenaje estén separadas.

Una bandeja 420 de agua está posicionada debajo del aparato 300 de purificación de agua. Un sensor 370 de fluido está previsto en la parte inferior de la bandeja 420 de agua para detectar cualquier fuga del aparato 300 de purificación de agua. En una realización ejemplar, la bandeja 420 de agua está encerrada dentro del armario 110a de purificación del aparato 300 de purificación de agua.

La figura 14 ilustra una disposición 500 de conservación de calor una realización ejemplar. La disposición 500 de conservación de calor está prevista para transferir energía térmica, es decir, calor, desde el fluido en el primer trayecto 384 de drenaje y/o el fluido en el segundo trayecto 388 de drenaje, a otro medio, tal como el fluido en el trayecto 390 de fluido de tratamiento previo. Por lo tanto, la energía térmica procedente del fluido drenado se conserva en el agua en el trayecto 390 del fluido de tratamiento previo 390, y se necesita menos energía para que cualquier calentamiento posterior del agua para la desinfección por calor, proporcione una cierta temperatura del agua del producto o proporcione una temperatura constante de la membrana de OI. La disposición 500 de conservación de calor comprende un conservador 501 de calor, un primer trayecto 502a, un segundo trayecto 502b, un tercer trayecto 503a y un cuarto trayecto 503b. Una válvula 502c de tres vías está prevista para, bajo el control de la unidad 112 de control, dirigir el agua desde el trayecto 391 del fluido de alimentación al conservador 501 de calor a través del primer trayecto 502a. Un segundo trayecto 502b dirige el agua calentada desde el conservador 501 de calor de vuelta al trayecto 391 del fluido de alimentación. Una válvula 503c de tres vías está prevista para, mediante el control de la unidad 112 de control, dirigir el fluido desde cualquiera de los trayectos 384, 388 de drenaje al conservador 501 de calor a través del tercer trayecto 503a. Un cuarto trayecto 503b dirige el fluido enfriado desde el conservador 501 de calor de regreso a los trayectos 384, 388 de drenaje y luego al drenaje 339.

Alternativamente, la disposición 500 de conservación de calor está prevista para transferir energía térmica, es decir, calor,

desde el fluido en el primer trayecto 384 de drenaje al fluido de rechazo del dispositivo 301 de OI en cualquiera de los trayectos 385a de fluido, del segundo trayecto 388 de drenaje, del primer trayecto 385b de de rechazo, o del segundo trayecto 389 de de rechazo, o al fluido en el depósito 350, o al fluido de alimentación en el trayecto 391 de fluido de alimentación. En una realización, el segundo trayecto 388 de drenaje está previsto como un serpentín de enfriamiento alrededor de parte del primer trayecto 384 de drenaje dentro del aparato 300. En otra realización, el fluido de rechazo que pasa al drenaje 339 a través del segundo trayecto 388 de drenaje es guiado a través de una tubería adicional conectada de forma fluida al segundo trayecto 388 de drenaje al dispositivo 500 de conservación y luego a través de otra tubería al fluido en el trayecto 390 de fluido de tratamiento previo. Una válvula puede controlar el flujo en el segundo trayecto 388 de drenaje aguas abajo de la conexión a la tubería que guía el fluido de rechazo a la disposición 500 de conservación, y otra válvula puede controlar el flujo en la tubería adicional que guía el fluido de rechazo al trayecto 390 del fluido de tratamiento previo.

Opcionalmente, se puede disponer un ventilador para enfriar aún más el flujo de fluido de rechazo que deja del aparato 300 a través del segundo trayecto 388 de drenaje y/o el fluido de drenaje que deja el aparato a través del primer trayecto 384 de drenaje.

El conservador 501 de calor comprende, por ejemplo, un elemento de transferencia de calor pasivo o activo, p. ej., un intercambiador de calor o un elemento Peltier. En una realización, el conservador 501 de calor comprende un elemento de conservación, p. ej., un recipiente cerrado o trayecto de fluido con otro medio tal como otro fluido, que absorbe el calor y por lo tanto energía térmica desde el fluido en cualquiera de los trayectos 384, 388 de drenaje. La energía térmica absorbida puede transferirse al fluido en el trayecto 390 del fluido de tratamiento previo, o al fluido de rechazo en cualquier momento, o ser liberada al entorno. En una realización, el conservador 501 de calor comprende un acumulador de fluido en donde se recoge parte del fluido de cualquiera de los trayectos 384, 388 de drenaje, para una futura transferencia de calor desde el fluido al agua en el trayecto 391 de fluido de alimentación o al primer trayecto 385b de rechazo. El recipiente cerrado y el acumulador de fluido están aislados en una realización para impedir la pérdida de calor. Por ejemplo, pueden aislarse para mantener el calor hasta 24 horas con pérdidas mínimas. A continuación, el calor se puede utilizar para calentar el agua en el trayecto 390 de fluido de tratamiento previo en el siguiente tratamiento ahorrando energía, o simplemente se puede liberar al entorno. Además, si se reduce la energía térmica en el fluido de drenaje, el fluido drenado se calentará menos, lo que reduce el riesgo de que el operador que interactúa con los trayectos 388, 384 de drenaje se queme con el fluido de drenaje caliente. La función se puede puentear en fases cuando no se usa, controlando las válvulas 502c, 503c de tres vías. El segundo trayecto 502b y el cuarto trayecto 503b en algunas realizaciones incluyen válvulas (no mostradas), controlables por la unidad 112 de control, para restringir los flujos en la misma. La disposición 500 de conservación de calor puede incluirse dentro del armario 110a del aparato 300 de purificación de agua. Según otra realización, la disposición 500 de conservación de calor está prevista fuera del armario 110a del aparato 300 de purificación de agua.

La presente descripción no se limita a las realizaciones preferidas descritas anteriormente. Por lo tanto, las realizaciones anteriores no deben tomarse como limitantes del alcance de la descripción, que está definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (300) de purificación de agua para producir agua purificada, comprendiendo el aparato (300) de purificación de agua

5 - un dispositivo (301) de ósmosis inversa, OI, previsto para producir un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo, comprendiendo el dispositivo (301) de OI una membrana (324) de OI, una entrada (301a) de alimentación, una salida (301b) de permeado y una salida (301c) de rechazo;

- un trayecto (391) de fluido de alimentación provisto de una bomba (450) de OI para bombear fluido de alimentación a la entrada (301a) de alimentación;

10 - un calentador (302) previsto para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo (301) de OI aguas abajo del dispositivo (301) de OI;

- un primer trayecto de fluido previsto para hacer circular fluido purificado calentado desde un punto aguas abajo del calentador (302) a un depósito (350) dispuesto en el trayecto (391) de fluido de alimentación dentro del aparato (300) de purificación de agua, donde el primer trayecto de fluido incluye la membrana (324) de OI de manera que el agua purificada calentada pasa a través de la membrana (324) de OI;

15 - un segundo trayecto de fluido previsto para transportar el fluido purificado calentado al interior del aparato (300) de purificación de agua;

- una disposición (305) de válvula prevista para dirigir el fluido purificado calentado hacia el primer trayecto de fluido o hacia el segundo trayecto de fluido;

20 - una unidad (112) de control configurada para controlar la limpieza del aparato (300) de purificación de agua, estando configurada la unidad (112) de control para hacer que el aparato (300) de purificación de agua:

- controle el calentamiento, con el calentador (302), del fluido purificado procedente del dispositivo (301) de OI;

- controle la disposición (305) de válvula para recircular el fluido purificado calentado en el primer trayecto de fluido, hasta que se cumpla un primer criterio dependiente de la temperatura;

25 • controle la disposición (305) de válvula para redirigir el fluido purificado calentado para que fluya en un segundo trayecto de fluido del aparato (300) de purificación de agua, en respuesta a que se cumpla el primer criterio dependiente de la temperatura; y

- controle el calentamiento, con el calentador (302), del fluido purificado calentado redirigido para cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido

30 en el que solo se usa la bomba (450) de OI para producir un flujo de fluido en el primer trayecto de fluido y en el segundo trayecto de fluido para cumplir el primer criterio dependiente de la temperatura y el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura.

2. El aparato (300) de purificación de agua según la reivindicación 1, en el que el aparato (300) comprende:

35 - un primer sensor (303, 313) de temperatura previsto para medir la temperatura del fluido purificado en el primer trayecto de fluido; y

en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento, en base a la temperatura medida, del fluido purificado de manera que la temperatura del fluido purificado esté dentro de un intervalo de 70°-95° Celsius.

3. El aparato (300) de purificación de agua según la reivindicación 2, en el que el aparato (300) comprende:

40 - un primer sensor (410) de flujo previsto para medir un caudal del fluido purificado; y

en el que el primer criterio dependiente de la temperatura comprende controlar el calentamiento del fluido purificado y el bombeo con la bomba (450) de OI, en base a la temperatura medida y al caudal medido, de manera que el fluido purificado obtenga un caudal predeterminado dependiente de la temperatura.

45 4. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (300) de purificación de agua comprende:

- un segundo sensor (303, 313, 315) de temperatura previsto para medir la temperatura del fluido purificado en el segundo trayecto de fluido, y en el que la unidad (112) de control está configurada para determinar, en base a la

temperatura medida, un tiempo de duración para desinfectar por calor el segundo trayecto de fluido con el fluido a la temperatura medida, de manera que se cumpla un criterio de reducción bacteriana, y controlar la desinfección por calor del segundo trayecto de fluido en base al tiempo de duración para cumplir el criterio de reducción bacteriana.

5 El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (300) de purificación de agua comprende

- un orificio (118, 128) en comunicación fluida con el segundo trayecto de fluido, estando previsto el orificio (118, 128) para ser conectado a un conjunto de tuberías de fluido, y

en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura comprende un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el orificio (118, 128).

10 6. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo trayecto de fluido comprende un primer trayecto (384) de drenaje, y

en el que el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura es un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el primer trayecto (384) de drenaje.

15 7. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer trayecto de fluido o el segundo trayecto de fluido comprende un dispositivo clarificador (306), y la unidad (112) de control está configurada para hacer que el aparato (300) de purificación de agua realice una desinfección de un dispositivo clarificador que comprende:

- controlar el calentamiento del fluido purificado que fluirá a través del dispositivo clarificador (306), para cumplir un criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador (306);

20 • controlar el aparato (300) de purificación de agua para puentear el dispositivo clarificador (306), en respuesta a que se cumpla el criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el dispositivo clarificador (306).

8. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (112) de control está configurada para hacer que el aparato (300) de purificación de agua:

25 • controle un nivel de fluido en el depósito (350) a un nivel predeterminado del depósito (350), antes de calentar el fluido purificado.

9. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (112) de control está configurada para hacer que el aparato (300) de purificación de agua realice un enfriamiento activo de una membrana (324) de OI del dispositivo (301) de OI, el enfriamiento activo comprende:

30 • controlar la bomba (450) de OI para bombear agua desde una fuente de agua al dispositivo (301) de OI hasta que se haya cumplido un criterio de enfriamiento predeterminado para una membrana (324) de ósmosis inversa, OI, del dispositivo (301) de OI;

- controlar la disposición de la válvula para drenar el fluido de rechazo del aparato (300) de purificación de agua.

35 10. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (300) de purificación de agua comprende una segunda bomba (316), y en el que la unidad (112) de control está configurada para hacer que el aparato (300) de purificación de agua:

- controle la segunda bomba (316) para bombear aire;

- controle la disposición de la válvula para dirigir el aire a través de un orificio cerrado (118, 128) del aparato (300) de purificación de agua para eliminar el agua del orificio (118, 128).

40 11. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (300) de purificación de agua comprende una segunda bomba (316) prevista para bombear un agente de limpieza, tal como el ácido cítrico, en el que la unidad (112) de control está configurada para hacer que el aparato (300) de purificación de agua:

- controle la segunda bomba (316) para bombear un agente de limpieza a el trayecto (391) de fluido de alimentación;

45 • haga circular el agente de limpieza en un trayecto de recirculación de rechazo desde la salida (301c) de rechazo hasta la entrada (301a) de alimentación, para eliminar las incrustaciones en una membrana (324) de OI del dispositivo (301) de OI.

12. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el calentador (302) está previsto en un trayecto (371a) de fluido de permeado para calentar el fluido purificado producido por el dispositivo

(301) de OI.

13. El aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una disposición (500) de conservación de calor prevista para transferir calor desde un fluido en un primer trayecto (384) de drenaje y/o un fluido en un segundo trayecto (388) de drenaje, a otro medio.

5 14. Un método para limpiar un aparato de purificación de agua para producir agua purificada, el aparato de purificación de agua comprende un dispositivo de Ósmosis Inversa, OI, que produce un flujo de fluido purificado y un flujo de fluido de rechazo, comprendiendo el método:

- controlar el calentamiento (S3) del fluido purificado aguas abajo del dispositivo de OI;
- 10 • recircular (S4) el fluido purificado calentado en un primer trayecto de fluido desde un punto aguas abajo del calentador (302) hasta un depósito dispuesto en un trayecto de fluido de alimentación aguas arriba del dispositivo (301) de OI donde el primer trayecto de fluido incluye la membrana (324) de OI y en donde el agua purificada calentada es hecha pasar a través de la membrana (324) de OI, hasta que se cumple un primer criterio dependiente de la temperatura; y
- 15 • redirigir (S5) el fluido purificado calentado para que fluya en un segundo trayecto de fluido del aparato de purificación de agua, en respuesta al cumplimiento del primer criterio dependiente de la temperatura; y
- controlar el calentamiento (S6) del fluido purificado calentado redirigido para cumplir un segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura para el segundo trayecto de fluido

20 en el que solo se usa la bomba (450) de OI para producir un flujo de fluido en el primer trayecto de fluido y el segundo trayecto de fluido para cumplir el primer criterio dependiente de la temperatura y el segundo criterio de desinfección dependiente de la temperatura.

15. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por una unidad (112) de control de un aparato (300) de purificación de agua según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, hace que el aparato (300) de purificación de agua lleve a cabo el método según la reivindicación 14.

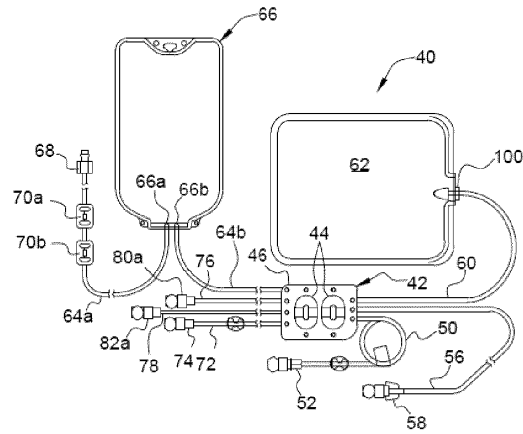


FIG. 2

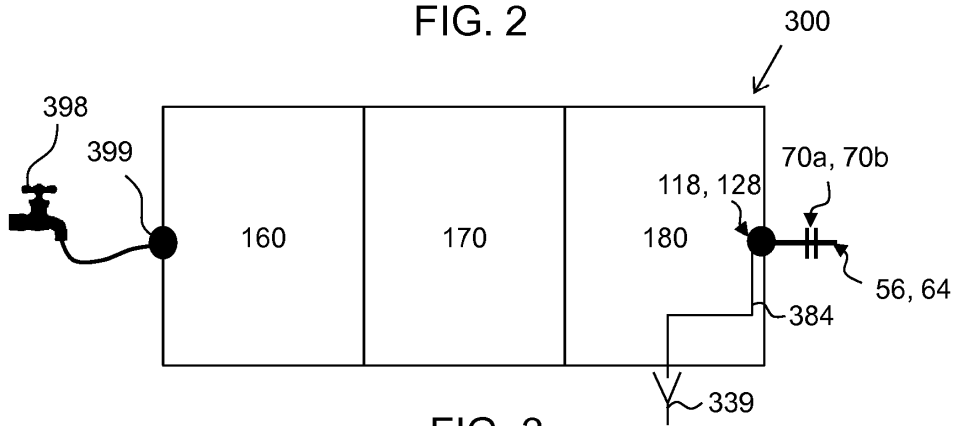


FIG. 3

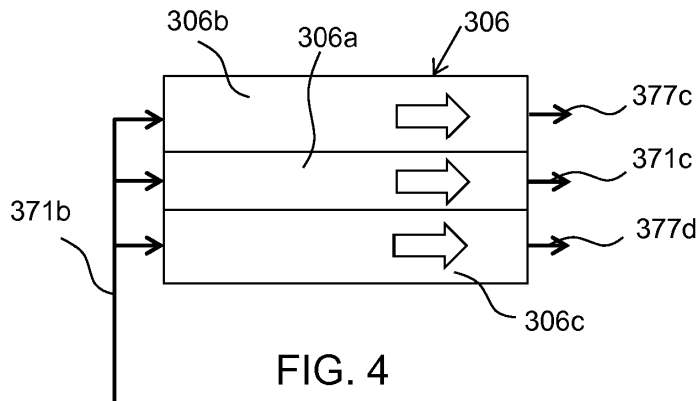


FIG. 4

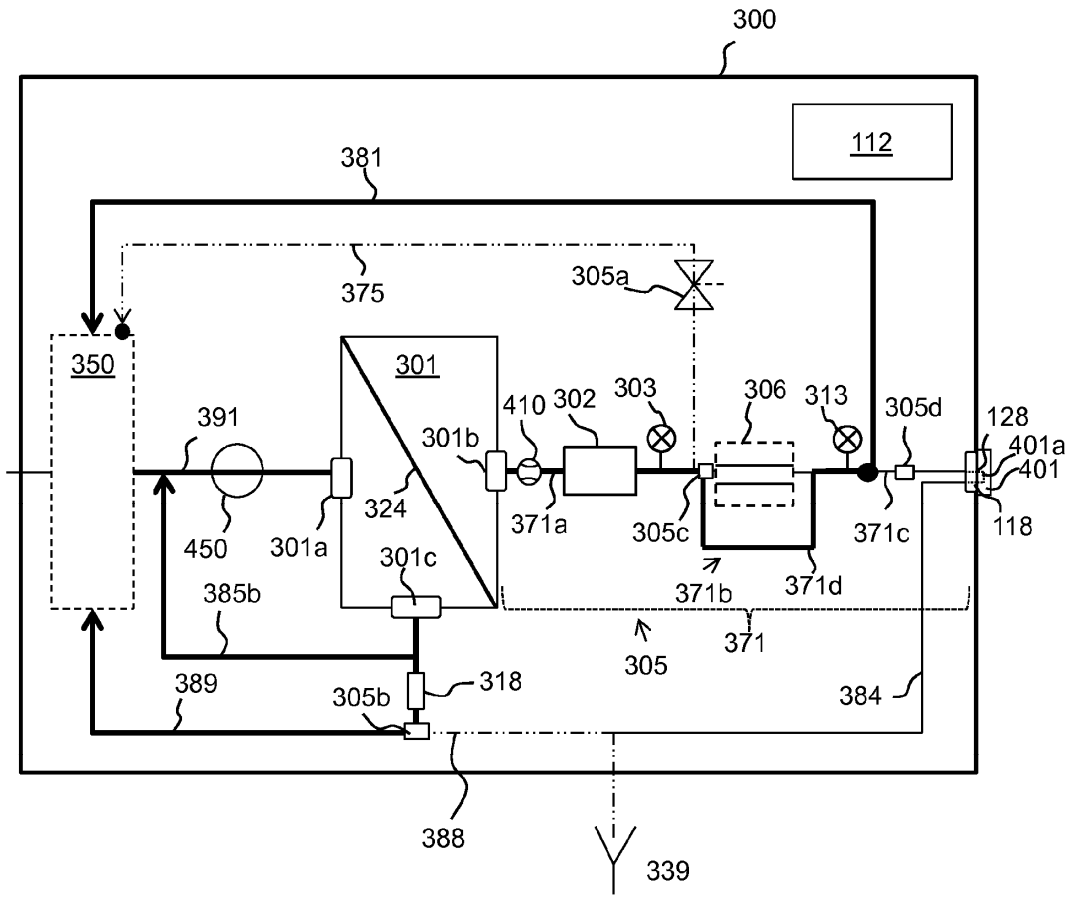


FIG. 5

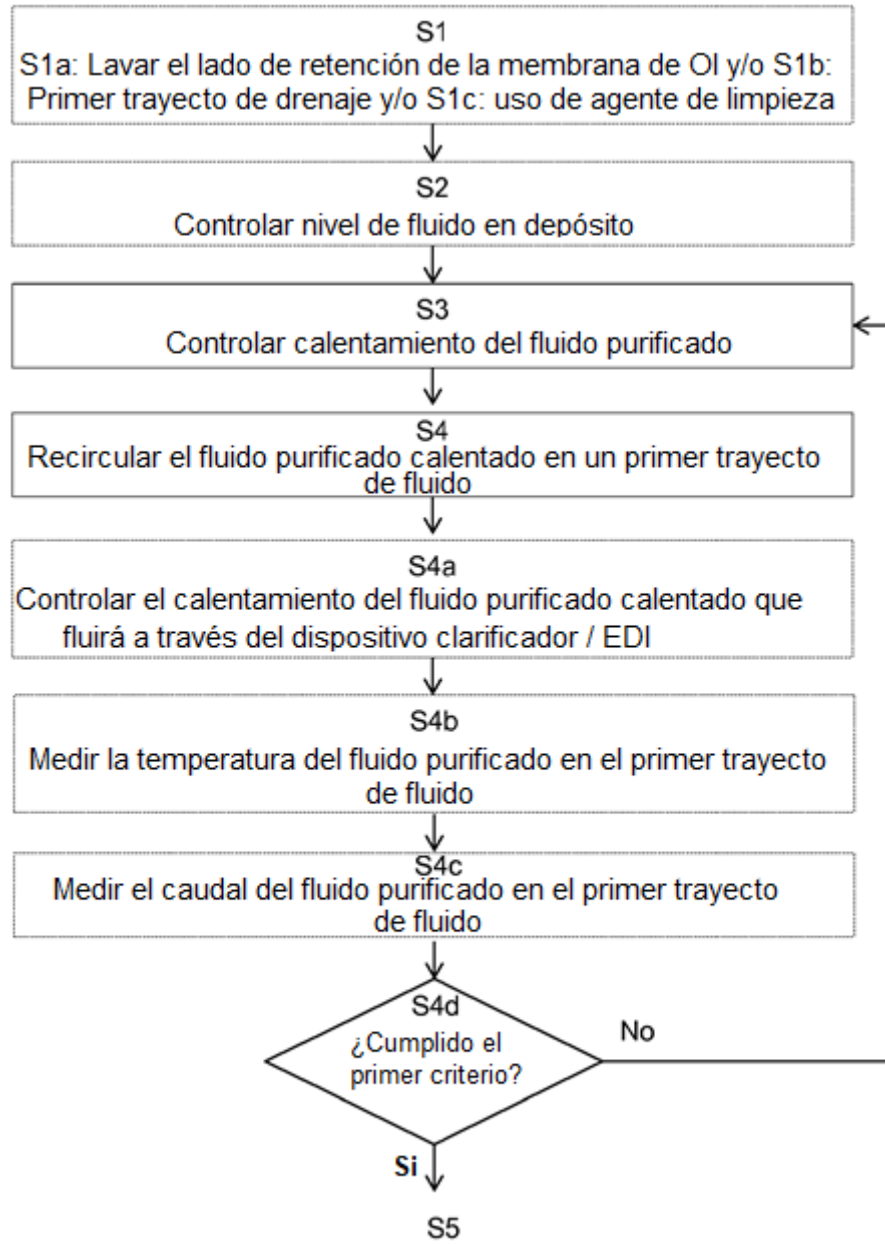


FIG. 8

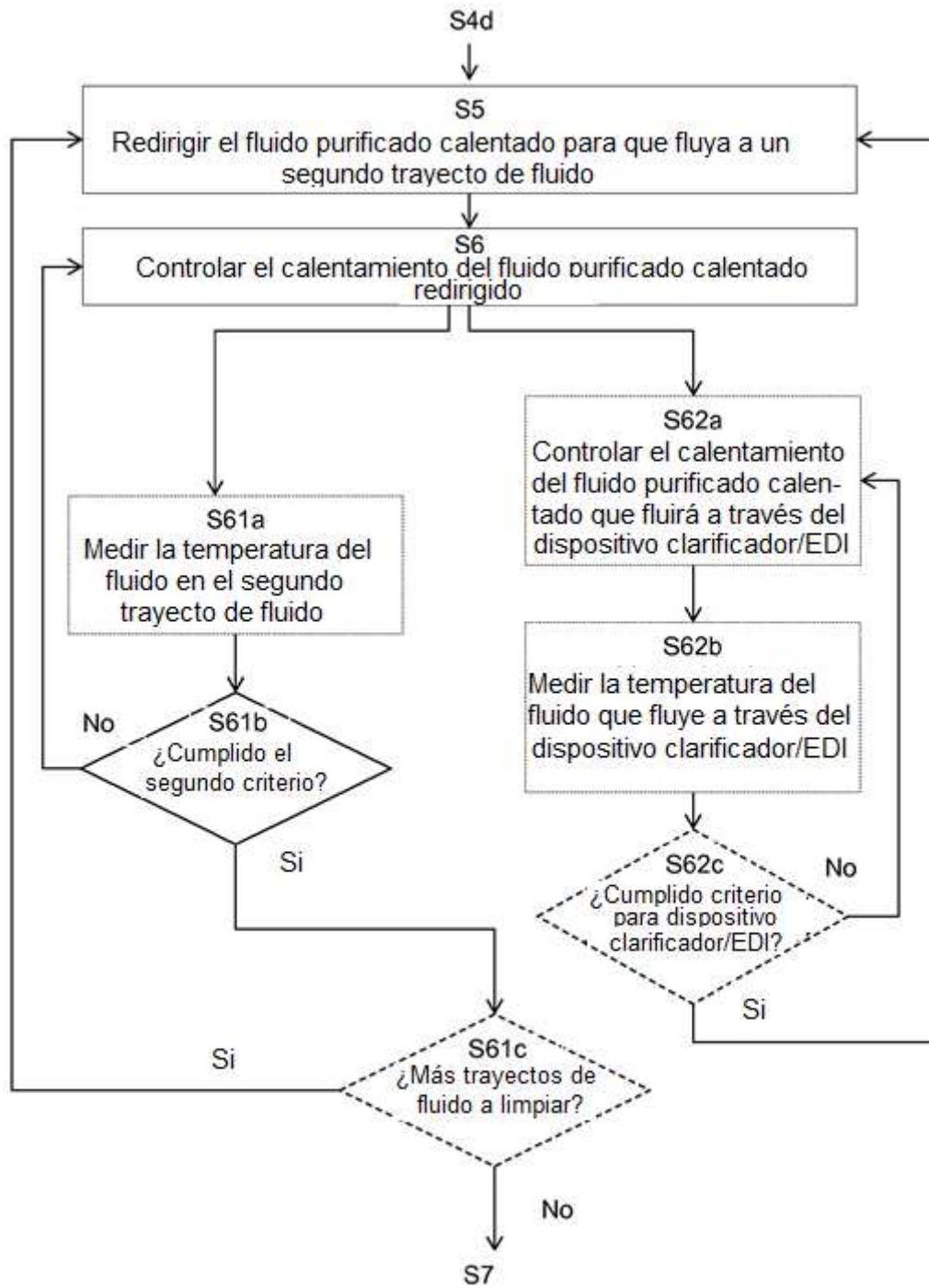


FIG. 9

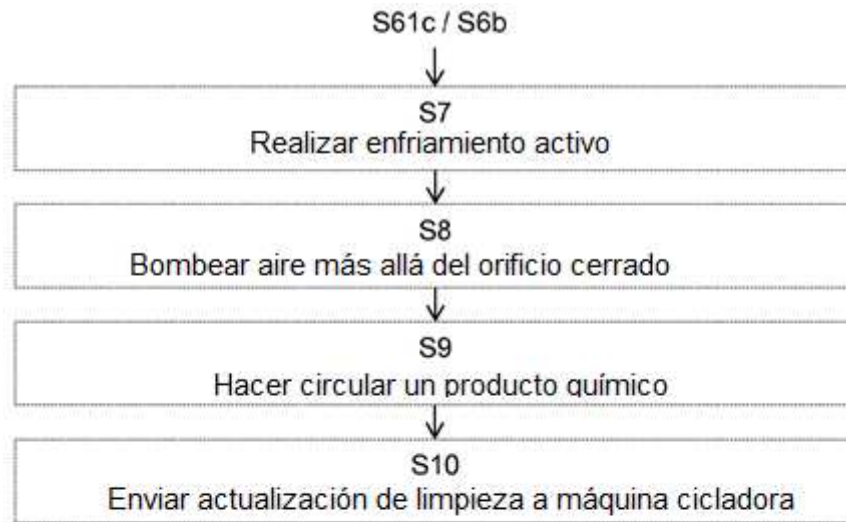


FIG. 10

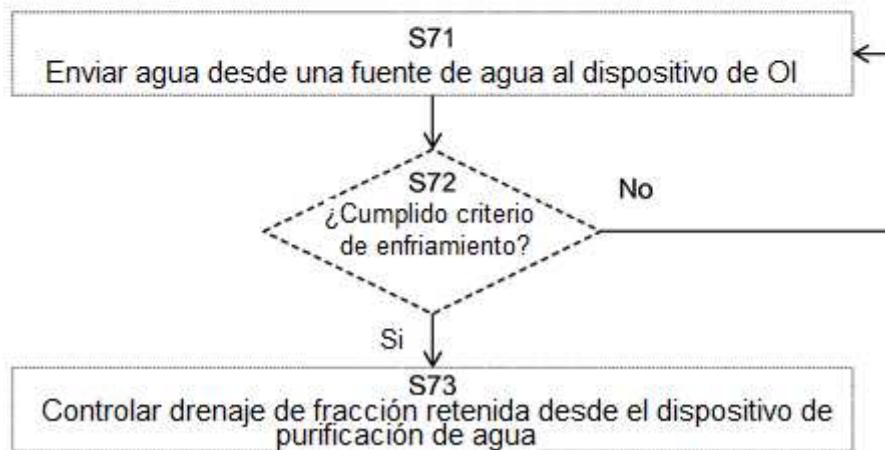


FIG. 11

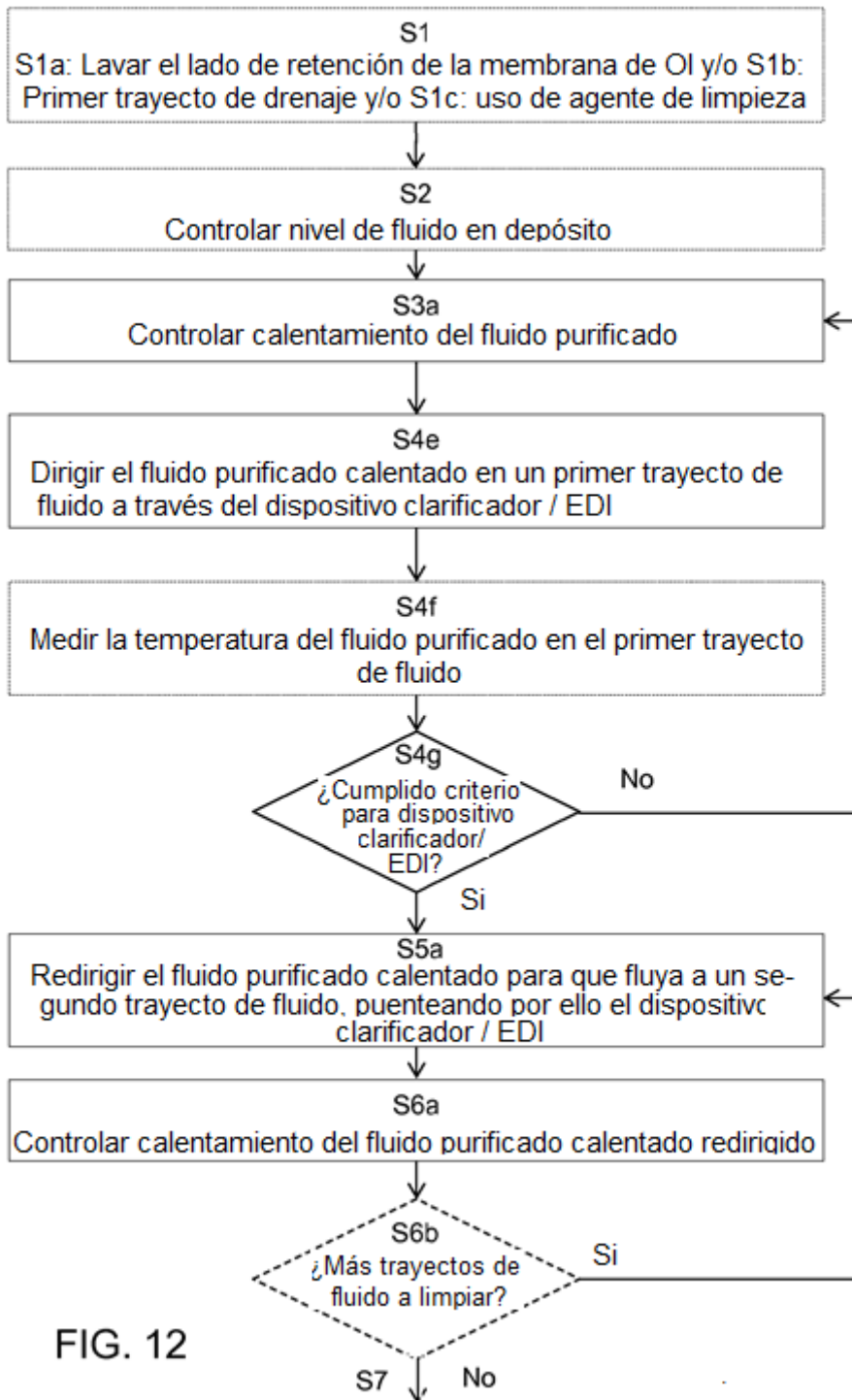


FIG. 12

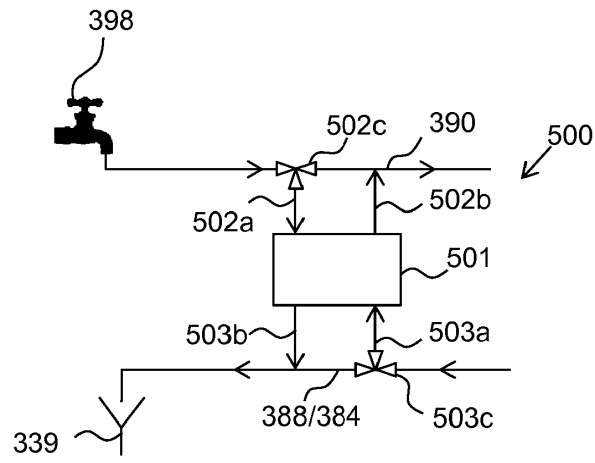


FIG. 14