

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 113**

21 Número de solicitud: 201531881

51 Int. Cl.:

**C02F 1/44** (2006.01)

**B01D 61/02** (2006.01)

**B01D 61/04** (2006.01)

**B01D 61/12** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**22.12.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**23.06.2017**

Fecha de la concesión:

**27.04.2018**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**08.05.2018**

73 Titular/es:

**ACCIONA AGUA, S.A. (100.0%)**  
**Av. Europa, 22. Parque Empresarial la Moraleja**  
**28108 Alcobendas (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**CORZO GARCÍA, Beatriz;**  
**MALFEITO SÁNCHEZ, Jorge;**  
**MICO RECHE, Mª Del Mar;**  
**MOLINA FERNANDEZ, Adolfo y**  
**DE LA TORRE GARCÍA, Teresa**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE SISTEMA COMBINADO DE ÓSMOSIS DIRECTA Y NANOFILTRACIÓN U ÓSMOSIS INVERSA**

57 Resumen:

Procedimiento de control de ósmosis directa.  
Procedimiento para tratar agua por nanofiltración u ósmosis inversa con un sistema de ósmosis directa como pretratamiento que comprende un sistema de control por el cual la diferencia de caudal entre la entrada y la salida de la membrana en cualquiera de los dos lados de la membrana es regulada mediante un sistema de adición de una disolución de una presión osmótica inferior o superior al agua a tratar.

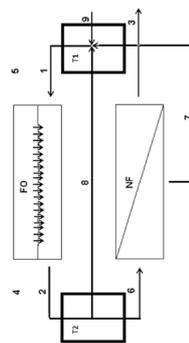


Figura 1

ES 2 619 113 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**Procedimiento de control de sistema combinado de ósmosis directa y nanofiltración u ósmosis inversa**

**DESCRIPCIÓN**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de dosificación de una disolución extractora (DS) para mantener el caudal de agua nanofiltrada producida por un sistema de ósmosis directa (FO) y nanofiltración (NF) u ósmosis inversa (RO) mediante la diferencia en la medida del caudal de la DS o del caudal de agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema de FO o mediante la diferencia en la medida del caudal del agua de alimentación a la entrada y la salida del sistema FO.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

15 En una planta de producción de agua es de vital importancia suministrar un caudal de agua constante al usuario final. Así, el caudal de permeado, es decir, el caudal de agua producto, es la variable a fijar en un proceso de un sistema combinado de ósmosis directa y nanofiltración u ósmosis inversa.

20 Para ello, el sistema de control consiste en añadir más o menos disolución extractora al otro lado de la membrana para aumentar o disminuir la diferencia de presión osmótica. Hasta la fecha los sistemas de control descritos para sistemas de FO están basados en la fijación de la conductividad eléctrica (mS/cm) de la DS (ver, por ejemplo, Alturki et al. *Bioresource Technology* 2012, 113, 201-206; Chen et al. *nd. Eng. Chem. Res.*, 2014, 53, 16170–16175; y Zhang et al. *Journal of Membrane Science* 2012, 403-404, 8-14). Así, cuando por dilución con el permeado la conductividad baja por debajo de un valor concreto, se activa la dosificación de DS para restablecer la conductividad. Sin embargo, no existe una relación directa entre la conductividad eléctrica de la DS (mS/cm) y el caudal de permeado obtenido (m<sup>3</sup>/s) puesto que el caudal de permeado obtenido depende de la conductividad del agua a purificar, pero también de otros factores como son la capa de suciedad de la membrana, el caudal de paso por la membrana (Akther et al. *Chemical Engineering Journal* 2015, 281, 502-522) y de la composición de la DS que puede ir cambiando con el tiempo. Por tanto, el control basado en la conductividad no permite conseguir un caudal de agua producto constante.

35

Por tanto, sería deseable disponer de un procedimiento de ósmosis directa que permita el control del caudal obtenido de agua nanofiltrada/osmotizada y, además, que las etapas de nanofiltración/ósmosis inversa y de ósmosis directa de dicho procedimiento sean estables mediante su regulación en serie.

5

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de filtración de agua en un sistema de ósmosis forzada que comprende una etapa de dosificación de una disolución extractora caracterizada por medir el caudal de la disolución extractora o el caudal de agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema, donde:

- 10
- i) cuando la diferencia entre el caudal de la disolución extractora o del agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema es menor de entre un 1% y un 10% del caudal se produce la dosificación de disolución extractora concentrada; o
- 15
- ii) cuando la diferencia entre el caudal de la disolución extractora o del agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema es mayor de entre un 1% y un 10% del caudal se produce la dosificación de disolución extractora diluida,
- 20
- caracterizado por que el caudal al que se refieren las etapas (i) y (ii) es de entre 2 y 15 L/h por metro cuadrado de superficie de membrana.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas.

25

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano.

30

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l.

35

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.

5 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (Thin Film Composite o TFC) o de triacetato de celulosa (CTA).

10 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o espiral.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde la membrana es TFC configurada como placa plana.

15

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas; y

20 la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas; y

25 la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas;

30 la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l;

y

35 la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano; y

la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l.

10 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano; y

la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.

20 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano;

25 la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l; y

la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.

30 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas; y

35 el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (TFC) o de Triacetato de Celulosa (CTA), y preferiblemente donde la membrana es TFC y está configurada como placa plana.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

5 la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas; y

el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (TFC) o de Triacetato de Celulosa (CTA), preferiblemente donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o espiral, y más preferiblemente donde la membrana es TFC y está configurada como  
10 placa plana.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

15 la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano; y

el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada  
20 de composite de capa fina (TFC) o de Triacetato de Celulosa (CTA), preferiblemente donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o espiral, y más preferiblemente donde la membrana es TFC y está configurada como placa plana.

25 En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas;

30 donde la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l;

la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l; y

el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (TFC) o de Triacetato de Celulosa (CTA), preferiblemente donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o  
35 espiral, y más preferiblemente donde la membrana es TFC y está configurada como placa plana.

En otra realización, la invención se refiere al procedimiento definido anteriormente, donde:

5 la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano;

10 donde la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l;

la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l; y el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (TFC) o de Triacetato de Celulosa (CTA), preferiblemente donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o 15 espiral, y más preferiblemente donde la membrana es TFC y está configurada como placa plana.

A lo largo de la presente invención el término “filtración de agua” se refiere a nanofiltración y ósmosis directa, donde ambos son procesos de separación que 20 utilizan membranas semipermeables. Se denomina membrana semipermeable a aquella estructura que permite el paso de unos compuestos y de otros no, en función de características del compuesto como tamaño, o carga. La nanofiltración y la ósmosis inversa son técnicas similares que se distinguen por el tipo de membrana que utilizan. Las membranas de nanofiltración tienen un tamaño de poro equivalente de 25 0,001 – 0,0001 micras, mientras que la ósmosis inversa tendría un tamaño de poro equivalente menor ( $< 0,0001 \mu\text{m}$ ).

“Membranas de placa plana” se refiere a láminas planas de membrana soportadas en placas de apoyo y se utilizan en módulos de placa y bastidor. Estos módulos tendrán 30 dos entradas (una para la “feed” (agua de alimentación) y otra para la “draw solution” (disolución extractora)) y dos salidas, distribuidas en distintos puntos de la placa en función del tipo de flujo deseado.

“Membranas de fibra hueca” se refiere a un grupo de tubos huecos de pequeño 35 diámetro (0,6 a 2 mm) que están contruidos con membrana, donde el agua puede fluir o bien de dentro a fuera o bien de fuera a dentro.

“Membranas de espiral” se refieren a dos capas de membrana, situadas en un tejido colector de permeados. Esta funda de membrana envuelve a un desagüe de permeados situado en la posición central.

5

Así pues, las diferencias entre estas tres configuraciones radican en cómo está dispuesta la membrana:

- las membranas de placa planas son láminas de membrana plana, tipo folios;
- las membranas en espiral están enrolladas en espiral; y
- 10 - las membranas de fibra hueca están dispuestas en tubos huecos.

Los términos “agua de alimentación” o “agua de aporte” o “feed water” se refieren a la corriente de agua a tratar. Puede ser agua de mar, agua salobre, agua residual, etc., es decir, cualquier agua que se quiera desalinizar o concentrar.

15

Los términos “disolución extractora” o “draw solution” o “DS” se refieren a un fluido que tiene una concentración de soluto disuelto elevada y, por lo tanto, una presión osmótica mayor que la corriente llamada *feed water* o agua de aporte. Debido a la diferencia de presiones osmóticas entre ambas corrientes, si se ponen en contacto con una membrana semipermeable, la concentración con mayor presión osmótica tiende a diluirse con el objeto de igualar presiones, por consiguiente, esta corriente extrae el fluido hacia sí misma. La “disolución extractora concentrada” es aquella que aún no se ha puesto en contacto a través de la membrana semipermeable con el agua de alimentación, mientras que la “disolución extractora diluida” ya se ha puesto en contacto con el agua de alimentación y ha extraído parte de esa agua hacia sí misma diluyéndose. Ejemplos de DS incluyen entre otras:

20

25

- “polímeros de alto peso molecular”: los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Generalmente son moléculas orgánicas de alto peso molecular. Las moléculas preferidas deben tener un peso molecular de corte de 2-25 KDa. Moléculas con mayor peso molecular no deben considerarse debido a su alta viscosidad. Ejemplos de polímeros son: poliacrilato de sodio, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol, dextrano;

30

- “Fertilizantes”: es un tipo de sustancia la cual contiene nutrientes, en formas químicas saludables y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo para que la planta los

35

absorba. Ejemplos de fertilizante: nitrato cálcico, nitrato magnésico, EDTA cálcico, EDTA magnésico, sulfato magnésico, pirofosfato sódico;

5 - "sales orgánicas": se aplica a la sal formada por cationes (iones con carga positiva) unidos a aniones (iones con carga negativa) mediante un enlace iónico, donde el anión se compone principalmente de compuestos de carbono, con enlaces C-C y C-H, siendo ejemplos el formiato potásico, EDTA cálcico, EDTA magnésico, acetato cálcico, acetato magnésico; y

10 - "sales inorgánicas": se aplica a la sal formada por cationes (iones con carga positiva) unidos a aniones (iones con carga negativa) mediante un enlace iónico, donde ninguna parte contiene compuestos de carbono con enlaces C-C y C-H. Siendo ejemplos: sulfato magnésico, nitrato cálcico, nitrato magnésico, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico.

15 Como se ha mencionado anteriormente, gracias al procedimiento de la invención se puede suministrar un caudal constante de agua (agua producto, caudal de permeado). En el sistema el caudal de agua producto es la variable que se mantiene fija. Para ello, se añade disolución extractora nueva o diluida a un lado de la membrana de ósmosis directa para subir o bajar así la diferencia de presión osmótica en el sistema y con ello modificar el caudal de agua producto. Una vez que el caudal de agua  
20 producto medido por la diferencia entre los caudalímetros de entrada y salida de la FO esté dentro del rango deseado, se deja de dosificar disolución extractora nueva o diluida.

25 Por otro lado, el proceso de la invención permite que el proceso de ósmosis y NF/RO sean estables, es decir, el permeado de la NF/RO se hace coincidir con la diferencia de caudales entre la entrada y la salida de la FO para que ambos procesos trabajen de forma sincronizada. Estos dos procesos trabajan en serie para evitar que la NF/RO se detenga por falta del agua producida por la FO o, al revés, que la FO se detenga y no produzca más agua. Si no es así, llegará un momento en que o bien la NF/RO no  
30 tendrá alimento y se parará, ya que depende del agua que produce la FO, o al revés, un momento en que la FO produzca más agua que la NF/RO.

Además, el proceso de la invención permite el ahorro de agua producto del sistema puesto que, cuando el caudal de agua producto a través de la FO aumenta, en lugar  
35 de añadir agua producto para disminuir la diferencia de presión osmótica y disminuir el flujo de agua que pasa por la membrana, lo que se hace en el proceso de la invención

es añadir disolución extractora diluida consiguiendo que la concentración de la disolución extractora disminuya. Así se ahorra agua producto.

5 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

10

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

**FIG. 1** Muestra el esquema del proceso de ósmosis directa y nanofiltración. **FO:** Ósmosis directa Membranas de Porifera Company. Se configura mediante 2 racks de 15 6 elementos cada uno. Cada elemento tiene 7 m<sup>2</sup>, por consiguiente, el área total de las membranas de FO es 84 m<sup>2</sup>. **NF:** Membranas de NF de Dow Chemical Company. Se utilizan 2 contenedores de presión con 4 elementos de NF de las medidas 4x40" en serie o en paralelo. Cada membrana tiene 7,6 m<sup>2</sup> de superficie, por lo tanto, 60,8 m<sup>2</sup>. **T1:** es el tanque que contiene la DS concentrada donde existe un agitador para 20 mantener la mezcla uniforme. **T2:** es el tanque donde se almacena la DS diluida. **1:** DS, caudal de 2.000L/h y presión de 0,7 bar. **2:** DS diluida, caudal de 2.200L/h y presión de 0,2 bar. **3:** agua producto, caudal de 200L/h y presión de 0,2 bar. **4:** agua de alimentación (efluente de una EDAR), caudal de 3.000L/h y presión de 0,9 bar. **5:** concentrado, caudal de 2.800 L/h y presión de 0,5 bar. **6:** DS diluida, caudal de 2.200 25 L/h y presión de 10 bar. **7:** DS concentrada (quizás menos concentrada que 1 si 3 contiene gran cantidad de DS). **8:** DS diluida, caudal a demanda y presión de 0,2 bar. **9:** DS nueva, caudal a demanda (rango de 0,6 a 4L/h dependiendo del tipo de DS) y presión de 0,2 bar.

30

### EJEMPLOS

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores que ponen de manifiesto la efectividad del producto de la invención.

35 Durante el proceso global se mantiene constante el caudal de agua producida por la osmosis directa añadiendo la disolución extractora concentrada con una bomba

dosificadora en caso de que el caudal disminuya, y añadiendo DS diluida en caso de que el caudal aumente. El caudal de agua nanofiltrada será igual al caudal producido por la osmosis directa para mantener la estabilidad del sistema.

5 El estudio correspondiente a la invención se llevó a cabo en una planta piloto automática que permite realizar la secuencia de operación y de lavado y ajustar las condiciones de operación del sistema formado por la tecnología de FO/NF. Las membranas de FO utilizadas son de la empresa Porifera. Las membranas de NF fueron suministradas por la empresa Dow Chemical.

10

Ejemplo 1:

Se estudiaron caudales de entrada en la membrana de FO de agua a tratar de 3.000 L/h y caudales de 2.000L/h de DS. El agua de entrada fue agua residual tratada proveniente de un bioreactor de membrana con una calidad variable según la estacionalidad, con una conductividad de alrededor de 4-6 mS/cm y una concentración de boro de 0,9-1,3 ppm. Se ajustó el caudal de permeado a 200 L/h. Se utilizó una DS formada por poliacrilato de sodio. Las membranas de NF utilizadas en este ejemplo se caracterizaron por tener alto flujo. Al observarse una bajada en el flujo de la membrana de FO (lo cual fue observado en base a una disminución en la diferencia de caudales entre la entrada y la salida de la membrana), probablemente debida a un ensuciamiento en la membrana de FO, se dosificó DS en 9 para aumentar la concentración de DS a la entrada de la membrana de FO (1) para aumentar la diferencia de presión osmótica entre un lado y otro de la membrana y lograr restaurar así el flujo deseado. Durante la operación, la concentración de DS fue aumentando desde 100 g/L hasta 200 g/L. Se dosificaron de media un total de 6.900 kg/año de DS comercial y no fue necesario dosificar DS diluida debido a que el caudal de producción se situó en todo momento por debajo del caudal deseado. La membrana de NF respondió a la diferencia de concentración de la DS subiendo la presión de la bomba entre 7-16 bar para dar un caudal de permeado constante e igual al caudal de agua producida por la FO. El agua obtenida mostró una calidad alta, con 0,5 mS/cm de conductividad y 0,4 ppm de boro.

Ejemplo 2:

Se estudiaron caudales de entrada en la membrana de FO de agua a tratar de 3.000 L/h y caudales de 2.000L/h de DS. El agua de entrada fue agua residual tratada proveniente de un biorreactor de membrana con una calidad variable según la

estacionalidad, con una conductividad de alrededor de 4-6 mS/cm y boro de 0,9-1,3 ppm. Se ajustó el caudal de permeado a 200 L/h. Se utilizó una DS formada por sulfato magnésico. Las membranas de NF se caracterizaron por tener alto flujo. No se observó ensuciamiento en la membrana ni variaciones significativas en la calidad del agua de entrada ni en la temperatura, por lo tanto, la concentración de la DS a la entrada de la membrana de FO se mantuvo alrededor de 35 g/L. Se dosificaron de media un total de 6.300 kg/año de DS comercial y no fue necesario dosificar DS diluida debido a que siempre el caudal de producción se situó por debajo del caudal deseado. La membrana de NF respondió a la diferencia de concentración de la DS subiendo la presión de la bomba alrededor de 10 bar para dar un caudal de permeado constante e igual al caudal de agua producida por la FO. El agua obtenida mostró una calidad adecuada, con una conductividad de 2 mS/cm y 0,4 ppm de boro.

#### Ejemplo 3:

Se estudiaron caudales de entrada en la membrana de FO de agua a tratar de 3.000 L/h y caudales de 2.000 L/h de DS. El agua de entrada fue agua residual tratada proveniente de un biorreactor de membrana con una calidad variable según la estacionalidad, con una conductividad de alrededor de 4-6 mS/cm y boro de 0,9-1,3 ppm. Se ajustó un caudal de permeado de 200 L/h. Se usó una DS formada por sulfato magnésico. Las membranas de NF utilizadas se caracterizaron en este caso por mostrar un alto rechazo. No se observó ensuciamiento en la membrana ni variaciones significativas en la calidad del agua de entrada ni en la temperatura, con lo cual la concentración de la DS a la entrada de la membrana de FO se mantuvo alrededor de 35 g/L. Se dosificaron aproximadamente un total de 3.200 kg/año de DS comercial y no fue necesario dosificar DS diluida debido a que el caudal de producción se situó en todo momento por debajo del caudal deseado. La membrana de NF respondió a la diferencia de concentración de la DS subiendo la presión de la bomba alrededor de 11,5 bar para dar un caudal de permeado constante e igual al caudal de agua producida por la FO. El agua obtenida mostró una alta calidad, con una conductividad de 0,5 mS/cm y 0,4 ppm de boro.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de filtración de agua en un sistema de ósmosis forzada que comprende una etapa de dosificación de una disolución extractora caracterizada por medir el caudal de la disolución extractora o el caudal de agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema, donde:
  - i) cuando la diferencia entre el caudal de la disolución extractora o del agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema es menor de entre un 1% y un 10% del caudal se produce la dosificación de disolución extractora concentrada; o
  - ii) cuando la diferencia entre el caudal de la disolución extractora o del agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema es mayor de entre un 1% y un 10% del caudal se produce la dosificación de disolución extractora diluida, caracterizado por que el caudal al que se refieren las etapas (i) y (ii) es de entre 2 y 15 L/ h por metro cuadrado de superficie de membrana.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde la disolución extractora se selecciona de un polímero de alto peso molecular, fertilizantes, sales inorgánicas y sales orgánicas.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, donde la disolución extractora se selecciona de poliacrilato de sodio, sulfato magnésico, EDTA disódico de calcio, EDTA disódica de magnesio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, acetato de calcio y acetato de magnesio, cloruro sódico, cloruro cálcico, cloruro magnésico, pirofosfato sódico, formiato potásico, poliacrilamida, polietilenglicol, polivinil alcohol y dextrano.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la disolución extractora concentrada tiene una concentración de entre 10 g/l y 500 g/l.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la disolución extractora diluida tiene una concentración de entre 5 g/l y 400 g/l.
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el sistema de ósmosis forzada comprende una membrana de filtración seleccionada de composite de capa fina (TFC) o de triacetato de celulosa (CTA).

7. El procedimiento según la reivindicación 6, donde la membrana de filtración está configurada como fibra hueca, placa plana o espiral.
- 5 8. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 ó 7, donde la membrana es TFC configurada como placa plana.

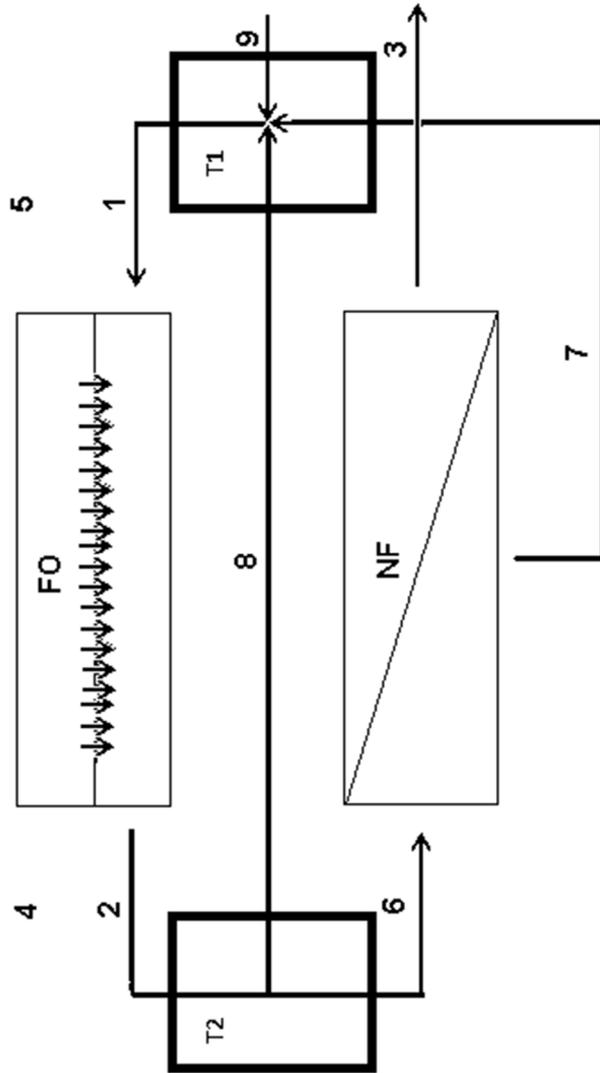


Figura 1



②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201531881

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 22.12.2015

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2010155329 A1 (IYER SUBRAMANIAN) 24/06/2010, reivindicaciones, figura 2.	1
A	WO 2006047577 A1 (CASCADE DESIGNS INC et al.) 04/05/2006, reivindicaciones; resumen.	1
A	WO 2012102677 A1 (NANO MEM PTE LTD et al.) 02/08/2012, reivindicaciones; resumen.	1
A	US 2014116943 A1 (NAKANO KEIKO) 01/05/2014, reivindicaciones; resumen.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
21.03.2017

Examinador  
R. E. Reyes Lizcano

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C02F1/44** (2006.01)

**B01D61/02** (2006.01)

**B01D61/04** (2006.01)

**B01D61/12** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01D, C02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.03.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-8	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2010155329 A1 (IYER SUBRAMANIAN)	24.06.2010

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

En relación a la reivindicación independiente 1, el documento D01 (reivindicaciones; figura 2) divulga un procedimiento de filtración de agua (100) que comprende:

- un sistema de ósmosis directa (10) que comprende: una membrana semipermeable que tiene una superficie que se enfrenta al agua de alimentación opuesta a una superficie que se enfrenta a la solución extractora (44); agua de alimentación en comunicación con la superficie que se enfrenta al agua de alimentación de la membrana semipermeable, donde el agua de alimentación comprende agua salobre a filtrar e impurezas disueltas en el agua salobre a filtrar; una solución extractora en comunicación con la superficie de la membrana semipermeable que se enfrenta a la solución extractora, donde la solución extractora comprende al menos un soluto de punto de enturbiamiento (56), y donde la concentración del al menos un soluto de punto de enturbiamiento en la solución extractora es mayor que la concentración de las impurezas en el agua de alimentación;
- un sistema de precipitación configurado para precipitar el al menos un soluto de punto de enturbiamiento de la solución extractora; y
- un sistema de filtración (60) configurado para eliminar el soluto precipitado de al menos un punto de enturbiamiento del agua a filtrar en la solución de extracción, donde el sistema de filtración comprende una membrana de nanofiltración.

Sin embargo, el documento D01 no divulga un procedimiento de filtración de agua en un sistema de ósmosis forzada que comprenda una etapa de dosificación de la disolución extractora donde se mida el caudal de la disolución extractora o el caudal de agua de alimentación a la entrada y a la salida del sistema con las características técnicas definidas en la reivindicación 1, y se considera que dichas características técnicas no serían evidentes para un experto en la materia.

Por lo tanto, la reivindicación independiente 1, y sus dependientes 2 a 8, cumplen los requisitos de novedad y actividad inventiva a la vista del estado de la técnica conocido (art. 6.1 y 8.1 LP).