

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 738**

51 Int. Cl.:

B01D 61/06 (2006.01)

F04B 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2012 PCT/EP2012/068393**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041547**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2012 E 12762270 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2758154**

54 Título: **Planta de ósmosis inversa con intensificador de presión activo y su uso**

30 Prioridad:

21.09.2011 DE 102011114093

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

12.07.2019

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**WENT, JOACHIM y
ANHALT, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 719 738 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

Planta de ósmosis inversa con intensificador de presión activo y su uso.

- 5 La invención se refiere a una planta de ósmosis inversa que comprende un intensificador de presión activo que comprende una bomba de pistón de doble diferencial diseñada como una bomba de placa oscilante con una carcasa en la que un tambor impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón, en las que cada una de las cámaras de pistón presenta entradas y salidas para el flujo de volumen del suministro, así como entradas y salidas para el flujo de volumen del concentrado, y en cada una de las
- 10 cámaras de pistón está dispuesto un pistón, caracterizado porque la bomba presenta dos placas oscilantes como dispositivos de accionamiento mecánico, en las que los pistones a cada uno de los lados presentan un vástago de pistón con diámetros diferentes, que no están fijados a las placas oscilantes, sino que están montados de manera
- 15 componentes disueltos en soluciones líquidas por medio de ósmosis inversa. El objeto según la invención se usa en particular en la desalinización de agua de mar y salobre, en el tratamiento de aguas residuales, en la industria alimentaria, en la industria química y en la minería.

Hay una variedad de aplicaciones de alta presión en las que la recuperación de energía de la energía potencial de un flujo de volumen parcial parece razonable. En las áreas de ósmosis inversa, minería e ingeniería de procesos químicos, esto se realiza parcialmente. Para todas estas aplicaciones, la invención puede ser aplicable. El principio básico se explica en el ejemplo del proceso de ósmosis inversa para la desalinización de agua de mar.

20

En general, en este tipo de sistemas, el agua de mar, salobre o salina se introduce a presión en condiciones de sobrepresión por encima de la presión osmótica en uno o en varios módulos de membrana como el denominado caudal de alimentación o suministro. El flujo de volumen del suministro se divide dentro de estos módulos de membrana en dos flujos de volumen parciales, que consisten en flujo de volumen del permeado y flujo de volumen del concentrado.

25

El flujo de volumen del permeado sale de la membrana prácticamente sin presión y, en el caso de la desalinización de agua de mar, constituye el producto del proceso que luego se puede usar como agua dulce. En otros procesos de ósmosis inversa, que implican, por ejemplo, el espesamiento de jugos de frutas, el flujo de volumen del concentrado constituye el flujo de volumen del producto que se desea obtener. La relación del flujo de volumen del permeado respecto al flujo de volumen del suministro se define como la tasa de rendimiento. En el flujo de volumen del

30 concentrado, que consiste en la desalinización de agua de mar a partir de agua salada concentrada, se almacena energía potencial debido a su sobrepresión. El uso de esta sobrepresión constituye el punto de partida para todos los sistemas conocidos de recuperación de energía en plantas de ósmosis inversa. La recuperación de energía se puede llevar a cabo básicamente de dos maneras: Por conversión o transferencia directa de la presión del concentrado. En el caso de la transferencia de presión, existe la posibilidad de realizar un intercambio isobárico o

35 mediante un intensificador de presión.

40

En el caso de la conversión de la presión del concentrado, la energía almacenada en la sobrepresión del concentrado se puede convertir en energía mecánica por medio de máquinas de flujo o desplazamiento positivo y, posteriormente, utilizarse como ayuda para incrementar la presión en la entrada del proceso. En el caso de las

45 máquinas de desplazamiento positivo, la tasa de rendimiento está determinada por los volúmenes de elevación y succión de la bomba y el motor. Un ejemplo de esto es una combinación de bomba y motor de pistón axial. La bomba y el motor están conectados entre sí por un eje, por lo que al accionar la bomba se alivia la carga sobre un motor eléctrico ubicado en el centro. Las turbomáquinas, por otro lado, generalmente permiten una tasa de rendimiento variable en función de una curva característica del sistema, pero debido a sus propiedades cinemáticas

50 solo se pueden usar de manera eficiente en plantas de ósmosis inversa de gran tamaño.

Al convertir la energía almacenada en la presión del concentrado para aliviar la carga mecánica sobre la bomba de alimentación, existen pocas posibilidades de mejora, ya que los componentes ya están optimizados aerodinámicamente y la única alternativa sería reducir los factores de pérdida mecánica. Sin embargo, se estima que

55 el potencial es bajo.

Como alternativa a la conversión de energía, la presión del concentrado también se puede transferir directamente al flujo de volumen del suministro. Sin embargo, estos dos flujos de volumen no se deben mezclar de manera apreciable durante la transmisión de presión, ya que, de lo contrario, debido al aumento de la concentración de sal

60 en el caudal de alimentación, su presión osmótica y, en última instancia, también la presión requerida por el sistema, aumentarían. Por esta razón, en la mayoría de los sistemas, se utiliza un cilindro de pistón para el intercambio de presión, que permite separar en espacios diferentes los volúmenes con diferentes concentraciones de sustancias.

Si las superficies de aplicación de presión a ambos lados del pistón son idénticas, por ejemplo, en el caso de los tubos del intercambiador de presión con pistón sin vástago, esto se denomina intercambio de presión isobárica. En este caso, la presión sin transmisión hidráulica del concentrado se transmite a una parte del caudal de alimentación.

5 Los sistemas contruidos de esta manera se manejan combinando una bomba de alta presión (HPP, por sus siglas en inglés) y una bomba de recirculación (RCP, por sus siglas en inglés). La figura 1 muestra un sistema según este esquema. Una HPP 1 introduce a presión un caudal de alimentación 2 en la dirección de uno o varios módulos de membrana 3, permitiendo la separación del flujo de volumen en flujo de volumen del permeado 4 y flujo de volumen del concentrado 5. El concentrado 5 es conducido, a continuación, a través de un circuito de válvula 6 hacia el
10 primero de varios tubos intercambiadores de presión 7, 8, en el que desplaza un pistón 9. Del otro lado de este pistón 9, en este primer tubo intercambiador de presión, se prealmacena el caudal de alimentación 10, que se expulsa por desplazamiento positivo en la dirección del módulo de membrana 3.

El funcionamiento continuo de la planta está garantizado por múltiples tubos en los que se introduce el concentrado de forma intermitente a través de un circuito de válvula 6. Mientras un primer tubo se llena con concentrado, el
15 concentrado casi sin presión del ciclo anterior se debe expulsar de un segundo tubo y se debe llenar con nuevo caudal de alimentación para el ciclo siguiente. Para este propósito, se necesita una bomba de llenado de baja presión (LPP, por sus siglas en inglés) 11. Al cambiar las válvulas, se pueden producir picos de presión en el sistema, algunas de ellos, fuertes, debido a que el flujo de volumen del concentrado queda estancado
20 temporalmente en el lado en condiciones de alta presión. Los conceptos de válvulas que evitan que esto ocurra son muy complejos y no están disponibles en tamaños pequeños.

Dado que el concentrado ha perdido presión como resultado de la fricción al pasar por el proceso, antes de introducir nuevamente caudal de alimentación en el flujo de volumen desde la HPP 1, esta pérdida de presión se
25 debe compensar mediante una RCP 12, ya que de lo contrario no se podría mantener ningún ciclo. La RCP 12 constituye un factor de coste desproporcionado, ya que la carcasa y los elementos de sellado se deben diseñar para alta presión, aunque solo se requiere un nivel de desempeño bajo en el flujo de recirculación. Esto lleva a un producto de nicho, lo que aumenta los costes de adquisición.

Debido al control separado de HPP 1 y RCP 12, en el ámbito del concepto de recuperación de energía por intercambio de presión isobárica, es posible controlar los flujos de volumen de caudal de alimentación y concentrado por separado. Esto ofrece la gran ventaja de una tasa de rendimiento variable. Esto es particularmente interesante en el caso de que existan fluctuaciones en el contenido de sal del caudal de alimentación y en el suministro de energía, ya que la tasa de rendimiento variable permite controlar todos los puntos de funcionamiento del sistema que
35 se deseen. De este modo, en todo momento se pueden lograr condiciones óptimas respecto a la energía en el proceso de desalinización. Debido a la estructura relativamente compleja de dichos sistemas, hasta ahora este concepto se ha utilizado principalmente solo en plantas de gran tamaño.

Si las superficies de aplicación de presión a ambos lados de un pistón no son idénticas, una transmisión hidráulica
40 provoca un cambio en la presión mediante el pistón. El pistón es movido tanto por una bomba como por la presión del concentrado.

Esto constituye la alternativa de la llamada intensificación de presión y lleva a sistemas más simples, compactos y sencillos en cuanto a la estructura del sistema. El bombeo del caudal de alimentación y la recuperación de energía
45 se pueden realizar en un solo componente. Sin embargo, análogamente a las máquinas de desplazamiento positivo, en la conversión de energía, la relación de los flujos de volumen del caudal de alimentación y concentrado, y por lo tanto la tasa de rendimiento en intensificadores de presión, siempre se determina de manera constructiva. En condiciones de funcionamiento constantes, esto no constituye una desventaja, ya que el sistema se puede diseñar siguiendo el punto de funcionamiento nominal. Sin embargo, en condiciones de funcionamiento variables, dichos
50 sistemas son difíciles de adaptar.

También se debe aclarar que, en el caso del intercambio de presión de intensificación mencionado anteriormente, la mera intensificación de la presión de salida de una bomba antepuesta se logra mediante la ayuda de la presión del concentrado o se alivia la carga sobre un motor de accionamiento. Por otro lado, la transmisión hidráulica de la
55 superficie del anillo de pistón a la superficie del pistón como tal realmente reduce la presión transmitida del concentrado al caudal de alimentación, ya que la superficie de aplicación de presión del lado del caudal de alimentación es mayor que del lado del concentrado.

Se conoce un sistema a partir del documento US 7.799.221 B1. Este se basa en el principio de transferir la presión
60 del concentrado al caudal de alimentación. Esto se lleva a cabo mediante una bomba de pistón axial de placa oscilante (configuraciones alternativas pueden ser: ejes oscilantes o platos cíclicos).

A diferencia de las bombas conocidas construidas de esta manera, no se usan pistones de dedo, sino pistones y vástagos de pistón con diferentes secciones transversales. La estructura de la bomba es relativamente simple, ya que consta de unos pocos componentes móviles. Dos placas finales opuestas alineadas axialmente están conectadas entre sí a través de una carcasa, en la que un tambor (accionado por un motor eléctrico) gira con
5 múltiples cámaras de pistón distribuidas axialmente a través de la sección transversal.

Del lado de las superficies del pistón se encuentra la placa final, que permite la entrada y salida del caudal de alimentación. Del lado de las superficies del anillo de pistón se encuentra la placa final, que permite la entrada y salida del concentrado. Los extremos de los vástagos de pistón están provistos de patas, que se deslizan sobre una
10 placa oscilante fija. El concentrado en condiciones de sobrepresión es conducido a la superficie del anillo de pistón de un cilindro. En este momento, el caudal de alimentación ya está prealmacenado del lado de la superficie del pistón. Como consecuencia, la carga sobre el motor eléctrico, que acciona los pistones por medio de la inclinación de la placa oscilante fija, es aliviada por la presión del concentrado.

15 En función del ángulo de rotación del tambor, los pistones o avanzan, lo que implica que el concentrado en condiciones de presión es conducido hacia la superficie del anillo de pistón y el caudal de alimentación prealmacenado es expulsado en la dirección del módulo de membrana, o retroceden, lo que implica que se prealmacena un nuevo caudal de alimentación y se expulsa el concentrado casi sin presión. Dado que los vástagos de pistón no están conectados de forma fija a la placa oscilante, cuando el caudal de alimentación entra debe estar
20 en condiciones de ligera sobrepresión para que el pistón pueda retraerse y expulsarse el concentrado. Por lo tanto, se necesita otra bomba de llenado (mencionada solo indirectamente en este concepto). De lo contrario, los pistones permanecerían en la posición delantera.

Lo que llama la atención de este sistema es que permite controlar los flujos de volumen sin circuitos de válvulas.
25 Sobre las superficies de las placas finales, se disponen canales radiales, que tienen secciones transversales optimizadas aerodinámicamente. En el concentrado, se utilizan orificios oblongos arqueados del para liberar y cerrar gradualmente la entrada a una cámara de pistón, mientras que una cámara de pistón siguiente ya se puede comenzar a llenar con el concentrado. Como resultado, idealmente se pueden evitar los picos de presión durante el funcionamiento.

30 Una alternativa anterior del Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar, que consiste en combinar una estructura compacta del sistema con la posibilidad de obtener una tasa de rendimiento variable, se conoce a partir de la solicitud de patente publicada DE 10 2009 020 932 A1. Sin embargo, las grandes fuerzas motrices y las dimensiones inusuales del producto semiacabado requerido hacen que la implementación sea un desafío.

35 A partir de esto, se convirtió en un objetivo de la presente invención proporcionar una planta de ósmosis inversa que consista en productos semiacabados convencionales y que, a pesar de ser un sistema compacto para recuperación de energía sin RCP, bomba de llenado ni tubos del intercambiador de presión, permita una tasa de rendimiento variable.

40 Este objetivo se logra mediante una planta de ósmosis inversa con las características de la reivindicación 1 y el procedimiento para la concentración de componentes disueltos en soluciones líquidas por medio de la ósmosis inversa con las características de la reivindicación 6. En la reivindicación 11 se indican los usos según la invención. Las demás reivindicaciones secundarias muestran variantes ventajosas.

45 Se da a conocer un intensificador de presión activo que comprende una bomba de pistón axial con una carcasa en la que un tambor impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón, en las que cada una de las cámaras de pistón presenta una entrada de flujo y una salida de flujo, y en cada una de las cámaras de pistón está dispuesto un pistón con al menos un vástago de pistón.

50 El concentrado tiene una superficie de aplicación de presión mayor que el caudal de alimentación opuesto, lo que permite realizar la intensificación efectiva de la presión del concentrado durante el intercambio de presión. Como resultado, el pistón puede desplazar el caudal de alimentación en la dirección de al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa, en principio, sin potencia de accionamiento adicional, a pesar del bajo nivel de presión del concentrado en relación con el caudal de alimentación. Al controlar directamente las revoluciones del intensificador
55 de presión activo, se puede definir la tasa de rendimiento deseada.

El intensificador de presión activo se caracteriza porque cada vástago del pistón está conectado a al menos un dispositivo mecánico que permite un desplazamiento del pistón en ambas direcciones axiales activado mecánicamente.

60 El concepto que se da a conocer se basa en la implementación del principio de intensificación de presión activa en forma de bomba de pistón axial.

Preferiblemente, la bomba de pistón axial es una bomba de placa oscilante, una bomba de eje inclinado o una bomba de plato cíclico.

- 5 El dispositivo mecánico es preferiblemente un dispositivo de accionamiento mecánico, en particular, preferiblemente una placa oscilante, en la que los extremos de los vástagos de pistón se presionan sobre la placa oscilante mediante un disco de rotor.

Otra forma de realización preferida prevé que la bomba de pistón axial sea una bomba de doble diferencial axial de placa oscilante. En este caso, la bomba de pistón axial presenta preferiblemente dos placas oscilantes como dispositivos de accionamiento mecánico, los pistones a cada uno de los lados tienen un vástago de pistón con diferentes diámetros, que no están fijados a las placas oscilantes, sino que están montados de manera movable en la placa oscilante, en la que se puede prescindir de las placas oscilantes para presionar los extremos de los vástagos de pistón sobre un disco de rotor.

15 De ello se deduce, además de la intensificación efectiva de la presión del concentrado, lo que constituye una diferencia significativa respecto a la bomba X según US 7.799.221 B1, que se evita la retención del pistón en la posición final. En el caso de la bomba X, esto ocurre por medio de una bomba de llenado, que permite que los pistones vuelvan una y otra vez a la posición inicial. En el intensificador de presión activo, los vástagos de pistón están conectados axialmente a la placa oscilante a través de un disco de rotor y, por lo tanto, siempre vuelven hacia atrás o, en la realización según una bomba de doble diferencial axial de placa oscilante, cada uno de ellos es constantemente alejado por una de las dos placas oscilantes.

Según la invención, se proporciona una planta de ósmosis inversa que presenta un intensificador de presión activo. El intensificador de presión activo comprende una bomba de pistón de doble diferencial diseñada como una bomba de placa oscilante con una carcasa en la que un tambor impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón, en las que cada una de las cámaras de pistón presenta entradas y salidas para el flujo de volumen del suministro, así como entradas y salidas para el flujo de volumen del concentrado, y en cada una de las cámaras de pistón está dispuesto un pistón, caracterizado porque la bomba presenta dos placas oscilantes como dispositivos de accionamiento mecánico, en las que los pistones a cada uno de los lados presenta un vástago de pistón con diámetros diferentes, que no están fijados a las placas oscilantes, sino que están montados de manera movable en las placas oscilantes, lo que permite un desplazamiento del pistón en ambas direcciones axiales activado mecánicamente.

35 La planta de ósmosis inversa presenta preferiblemente al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa para separar un flujo de volumen del suministro en flujo de volumen del permeado y flujo de volumen del concentrado, así como conductos para flujo de volumen del suministro, del permeado y del concentrado.

La planta de ósmosis inversa comprende preferiblemente, además, una bomba de alta presión. Es particularmente ventajoso que la planta de ósmosis inversa no requiere bombas de recirculación ni bombas de llenado de baja presión.

Según la invención, se proporciona un procedimiento para cambiar la concentración de componentes disueltos en soluciones líquidas por medio de ósmosis inversa, en el que

45 a) un flujo de volumen del suministro se transporta mediante una bomba de alta presión hasta al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa, en el que la membrana de ósmosis inversa separa el flujo de volumen del suministro en flujo de volumen del permeado, con una menor concentración del componente disuelto, y flujo de volumen del concentrado enriquecido con los componentes disueltos,

50 b) se suministran el flujo de volumen del concentrado y una parte del flujo de volumen del suministro al intensificador de presión activo, en el que el intensificador de presión activo comprende una bomba de pistón de doble diferencial diseñada como una bomba de placa oscilante con una carcasa, en la que en la carcasa un tambor impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón, y cada una de las cámaras de pistón presenta entradas y salidas para un flujo de volumen del suministro, así como entradas y salidas para un flujo de volumen del concentrado, y en cada una de las cámaras de pistón está dispuesto un pistón, caracterizado porque la bomba presenta dos placas oscilantes como dispositivos de accionamiento mecánico, en las que los pistones a cada uno de los lados presenta un vástago de pistón con diámetros diferentes, que no están fijados a las placas oscilantes, sino que están montados de manera movable en las placas oscilantes, lo que permite un desplazamiento del pistón en ambas direcciones axiales activado mecánicamente y

60 c) el flujo de volumen del suministro que sale del intensificador de presión activo se suministra al módulo de

membrana de ósmosis inversa junto con el flujo de volumen del suministro a una bomba de alta presión, en la que el flujo de volumen del concentrado recibido en el intensificador de presión activo abandona la planta de ósmosis inversa por debajo de la presión del sistema.

5 Preferiblemente, la energía potencial almacenada en el flujo de volumen del concentrado debido al aumento de la presión se utiliza para el intercambio de presión intensificante en el sistema y, de esta manera, se recupera parcialmente.

Además, se prefiere que, por debajo de un cierto punto de funcionamiento de la planta de ósmosis inversa, el pistón
10 se mueva mediante la transmisión hidráulica. Por encima de un cierto punto de funcionamiento, un motor acciona preferiblemente el eje de transmisión, lo que permite modificar activamente la relación de flujo de volumen del permeado respecto al flujo de volumen del suministro.

Una variante preferida del procedimiento según la invención prevé que se reduzca la concentración de los
15 componentes disueltos en soluciones líquidas. Los ejemplos incluyen el tratamiento de aguas o la desalinización de agua de mar. Lo que significa que en este caso el flujo de permeado constituye el producto.

Una variante preferida del procedimiento según la invención prevé que se aumente la concentración de los
20 componentes disueltos en soluciones líquidas. Un ejemplo de esto es el espesamiento de jugos de frutas. En esta variante, el flujo del concentrado constituye el producto.

El uso de este tipo de sistemas se ve principalmente en la desalinización de agua de mar o salobre. El tamaño del sistema desempeña un papel secundario, ya que el principio presentado se puede ajustar al tamaño que se desee y, por lo tanto, se puede adaptar a los requisitos y circunstancias de cada situación. Estos podrían ser tanto plantas de
25 ósmosis inversa con alimentación desde la red como fotovoltaicos, ya que el proceso se puede adaptar de manera flexible a un suministro de energía fluctuante. Incluso sería concebible aplicarlo a desalinizadores manejados manualmente.

Otras aplicaciones se refieren al tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, en la industria alimentaria, la industria
30 química y en la minería.

El objeto según la invención se explicará con más detalle mediante las figuras 1 a 9 siguientes, sin pretender limitarlo a las formas de realización especiales mostradas en la presente.

35 La figura 1 muestra una representación esquemática de la secuencia del procedimiento en una planta de ósmosis inversa basada en un intercambio de presión isobárica.

La figura 2 muestra el esquema de conexiones de una planta de ósmosis inversa con un intensificador de presión activo diseñado como una bomba de pistón axial de placa oscilante.

40 La figura 3 muestra la estructura de un intensificador de presión activo en la realización como una bomba de pistón axial de placa oscilante.

La figura 4 muestra la estructura de un intensificador de presión activo en la realización como una bomba de pistón
45 de doble diferencial axial de placa oscilante.

El sistema de la figura 2 se basa en la implementación del principio de intensificación de presión activa diseñado como una bomba de pistón axial 200. El concentrado 5 entra en la cámara de pistón 220 mientras que el caudal de alimentación se expulsa de la cámara del anillo de pistón 202. Al adaptar los diámetros de los vástagos de pistón
50 203, 203', la transmisión hidráulica a través de los pistones 214, 215 se puede ajustar a grandes rasgos a las pérdidas de presión de cualquier sistema en cualquier punto de funcionamiento preferido (punto de funcionamiento nominal).

Como se puede ver, el concentrado 5 se conduce hacia la cámara de pistón 220 (ángulo de rotación de 0° a 180°)
55 de más arriba, mientras que el pistón 214 y el vástago de pistón 203 comienzan a retroceder. Desde la cámara de anillo de pistón 202 se empuja un flujo de recirculación 221 en la dirección de al menos una membrana de ósmosis inversa 3. Durante la rotación previa (ángulo de rotación de 0° a 180°), la cámara de pistón inferior 213 ya tomó el concentrado 5 y lo expulsa durante la rotación siguiente (ángulo de rotación de 180° a 0°), lo que permite introducir el nuevo caudal de alimentación 222 en la cámara del anillo de pistón 223 mediante el movimiento de empuje del
60 pistón 215 alejándolo del plato oscilante 208. La tasa de rendimiento se puede modificar fácilmente en cualquier momento mediante el control de las revoluciones de HPP y el intensificador de presión rotativo. Dado que el intensificador de presión giratorio es una máquina de desplazamiento positivo, el flujo de volumen del concentrado (y

por lo tanto también la tasa de rendimiento) se puede modificar de una manera más específica que mediante una turbomáquina como una RCP.

5 Por debajo de un punto de funcionamiento nominal, la transmisión hidráulica a través del pistón es suficiente para moverlo mediante la fuerza de presión del concentrado y, por lo tanto, para empujar el caudal de alimentación en condiciones de sobrepresión en la dirección de al menos una membrana. La expulsión del concentrado sin presión y la recarga con caudal de alimentación se llevan a cabo únicamente mediante el plato oscilante, ya que durante la rotación este es arrastrado por este.

10 Al aumentar los flujos de volumen y las pérdidas de presión en puntos de funcionamiento más altos, es necesario un accionamiento adicional del intensificador de presión activo porque el pistón ahora debe (además de la transmisión hidráulica) contribuir adicionalmente mediante un proceso activo a aumentar la presión en la cámara del anillo de pistón.

15 El problema de los picos de presión durante el cambio desaparece gracias a las entradas y salidas con flujo optimizado en una o en ambas placas finales, ya que siempre al menos una cámara de pistón se puede alimentar continuamente con concentrado, mientras que se empuja continuamente caudal de alimentación en la dirección de los módulos de membrana. Existe la posibilidad de usar tanto una bomba de pistones axiales construida como una máquina de placa oscilante, un eje inclinado, como una máquina de platos cíclicos.

20

En la figura 3, se muestra la construcción de una máquina de plato oscilante 300. El eje de transmisión 301 es girado por un motor a las revoluciones que se desee. El eje de transmisión 301 está conectado de manera fija al tambor 302. Como resultado, se puede regular la potencia de bombeo del intensificador de presión giratorio. El tambor 302 rodea las posiciones fijas de la placa final trasera 303, la placa final delantera 304 y la carcasa 305. La placa oscilante 306 está conectada de manera fija a la placa final trasera 303 y, por lo tanto, no gira con el tambor 302. Las patas articuladas 307, 307' conectan los vástagos de pistón 311, 311' al disco de rotor 308. El disco de rotor 308 puede girar sobre la placa oscilante 306 respecto a su eje longitudinal oblicuo en función de las revoluciones del tambor 302, pero no se puede quitar axialmente de la placa oscilante 306 ni deslizarse radialmente sobre esta. Alternativamente, el disco de rotor 308 también puede estar conectado de manera fija a la placa oscilante 306 y evitar que las patas articuladas 307, 307' sobre o debajo de esta se salgan de la placa oscilante mediante una guía mecánica.

Las entradas y salidas del flujo de volumen del suministro 309, 310' y del flujo de volumen del concentrado 310, 309' pueden pasar a través del tambor 302, la placa final delantera 304, la placa final trasera 303 y la carcasa 305 en cualquier combinación.

35

En la figura 4, se muestra la construcción de una bomba de pistón de doble diferencial axial de placa oscilante 400. El eje de transmisión 401 es girado por el motor a las revoluciones que se deseen. El eje de transmisión 401 está conectado de manera fija al tambor 402, lo que permite regular la potencia de bombeo del intensificador de presión giratorio. El tambor 402 rodea las posiciones fijas de la placa final trasera 403, la placa final delantera 404 y la carcasa 405. La placa oscilante 406 está conectada de manera fija a la placa final trasera 403, y la placa oscilante 407 está conectada de manera fija a la placa final delantera 404. Como resultado, ninguna de las placas oscilantes gira con el tambor 402. Los vástagos de pistón 414, 416 tienen un diámetro mayor que los vástagos de pistón 415, 417. Los vástagos de pistón 414, 416 están montados en la placa oscilante 407 mediante las patas articuladas 408, 409, y los vástagos de pistón 415, 417 en la placa oscilante 406 mediante las patas articuladas 410, 411. En esta realización, es posible prescindir del disco de rotor requerido en el diseño anterior según las figuras 2 y 3, ya que los vástagos de pistón y los pistones se mueven dentro del tambor 402 siempre mediante una de las dos placas oscilantes 406, 407 incluso sin este, y no pueden perder el contacto en una posición final con el mecanismo de accionamiento.

50

También en esta realización, las salidas y las entradas del caudal de alimentación 421, 420 y el concentrado 419, 418 pueden pasar a través del tambor 402, la placa final delantera 404, la placa final trasera 403 y la carcasa 405 en cualquier combinación.

REIVINDICACIONES

1. Planta de ósmosis inversa que comprende un intensificador de presión activo, que comprende una bomba de pistón de doble diferencial (400) diseñada como una bomba de placa oscilante con una carcasa (405), en la cual un tambor (402) impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón,
- 5 en el que cada una de las cámaras de pistón presenta entradas y salidas para un flujo de volumen del suministro, así como entradas y salidas para un flujo de volumen del concentrado, y en cada una de las cámaras de pistón está
- 10 dispuesto un pistón,
- caracterizado porque** la bomba (400) presenta dos placas oscilantes (406, 407) como dispositivos de accionamiento mecánico, en las que los pistones a cada uno de los lados (414, 415, 416, 417) presentan un vástago de pistón con diámetros diferentes, que no están fijados a las placas oscilantes (406, 407), sino que están montados
- 15 de manera móvil en las placas oscilantes (406, 407), lo que permite un desplazamiento del pistón en ambas direcciones axiales activado mecánicamente.
2. Planta de ósmosis inversa según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los vástagos de pistón (414, 415, 416, 417) se pueden conectar a la placa oscilante (406, 407) a través de un disco de rotor, en
- 20 los que se puede prescindir de un disco de rotor.
3. Planta de ósmosis inversa según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la placa oscilante (406, 407) está fijada a una placa final (403).
- 25 4. Planta de ósmosis inversa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- caracterizada porque** la planta de ósmosis inversa presenta al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa para separar un flujo de volumen del suministro en un flujo de volumen del permeado y un flujo de volumen del concentrado, así como conductos para flujo de volumen del suministro, del permeado y del concentrado.
- 30 5. Una planta de ósmosis inversa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la planta de ósmosis inversa presenta al menos una bomba de alta presión, en la que la planta de ósmosis inversa no necesita bombas de recirculación ni bombas de llenado de baja presión.
- 35 6. Procedimiento para cambiar la concentración de componentes disueltos en soluciones líquidas por medio de ósmosis inversa, en el cual
- a) un flujo de volumen del suministro se transporta mediante una bomba de alta presión hasta al menos un módulo de membrana de ósmosis inversa, en el cual la membrana de ósmosis inversa separa el flujo de volumen del
- 40 suministro en flujo de volumen del permeado, con una menor concentración del componente disuelto, y flujo de volumen del concentrado enriquecido con los componentes disueltos,
- b) se suministran el flujo de volumen del concentrado y una parte del flujo de volumen del suministro al intensificador de presión activo, en el que el intensificador de presión activo comprende una bomba de pistón de doble diferencial
- 45 (400) diseñada como una bomba de placa oscilante con una carcasa (405), en la que en la carcasa un tambor (402) impulsado para la rotación a través de un eje de transmisión está dispuesto con al menos dos cámaras de pistón, y cada una de las cámaras de pistón presenta entradas y salidas para un flujo de volumen del suministro, así como entradas y salidas para un flujo de volumen del concentrado, y en cada una de las cámaras de pistón está dispuesto un pistón, en el que la bomba (400) presenta dos placas oscilantes (406, 407) como dispositivos de accionamiento
- 50 mecánico y en las que los pistones a cada uno de los lados presentan un vástago de pistón (414, 415, 416, 417) con diámetros diferentes, que no están fijados a las placas oscilantes (406, 407), sino que están montados de manera móvil en las placas oscilantes (406, 407), lo que permite un desplazamiento del pistón en ambas direcciones axiales activado mecánicamente y
- 55 c) el flujo de volumen del suministro que sale del intensificador de presión activo se suministra al módulo de membrana de ósmosis inversa junto con el flujo de volumen del suministro a una bomba de alta presión, en la que el flujo de volumen del concentrado recibido en el intensificador de presión activo abandona la planta de ósmosis inversa por debajo de la presión del sistema.
- 60 7. Procedimiento según la reivindicación 6,
- caracterizado porque** la energía potencial almacenada en el flujo de volumen del concentrado debido al aumento

de la presión, medido en función de la presión normal, se utiliza para el intercambio de presión intensificante en el sistema y, de esta manera, se recupera parcialmente.

8. Procedimiento según las reivindicaciones 6 o 7,

5

caracterizado porque por debajo de un cierto punto de funcionamiento de la planta de ósmosis inversa, el pistón se mueve mediante la transmisión hidráulica.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8,

10

caracterizado porque por encima de un cierto punto de funcionamiento, un motor acciona el eje de transmisión, lo que permite modificar activamente la relación de flujo de volumen del permeado respecto al flujo de volumen del suministro.

15 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9,

caracterizado porque se reduce la concentración de los componentes disueltos en soluciones líquidas, en particular, para el tratamiento de aguas o la desalinización del agua de mar o se incrementa la concentración de los componentes disueltos en soluciones líquidas, en particular, para el espesamiento de jugos de frutas.

20

11. Uso de la planta de ósmosis inversa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en la desalinización de agua de mar y salobre, en el tratamiento de aguas residuales, en la industria alimentaria, en la industria química y en la minería.

Figura 1

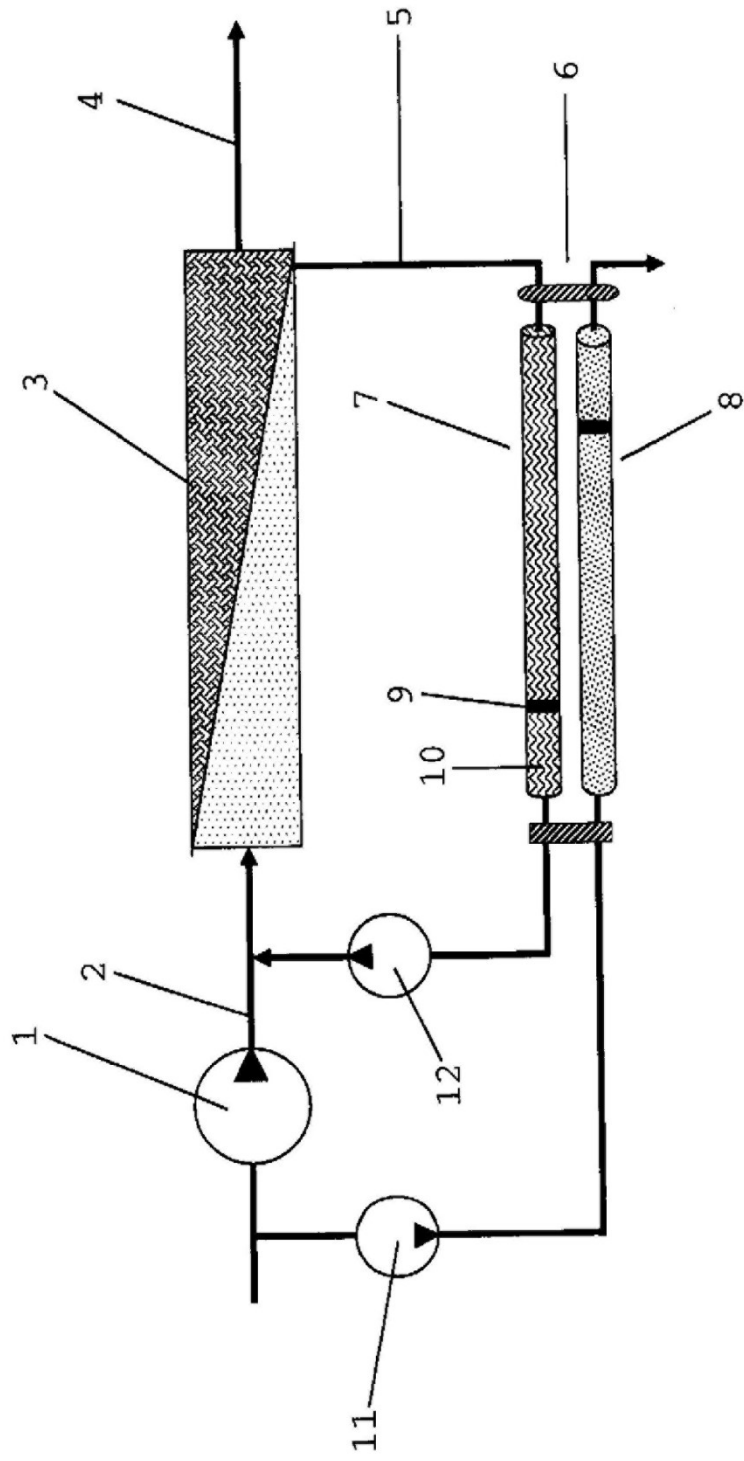


Figura 2

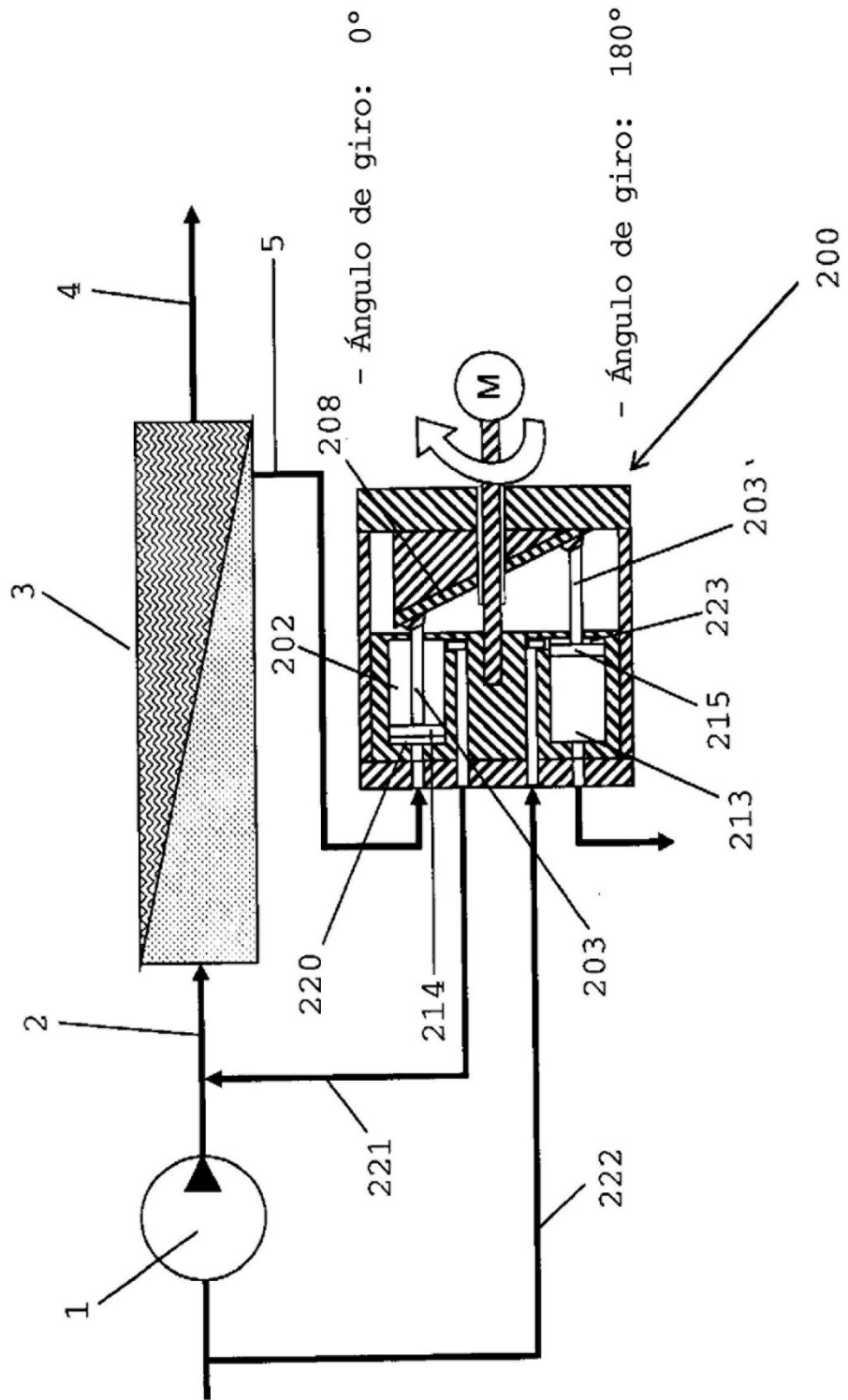


Figura 3

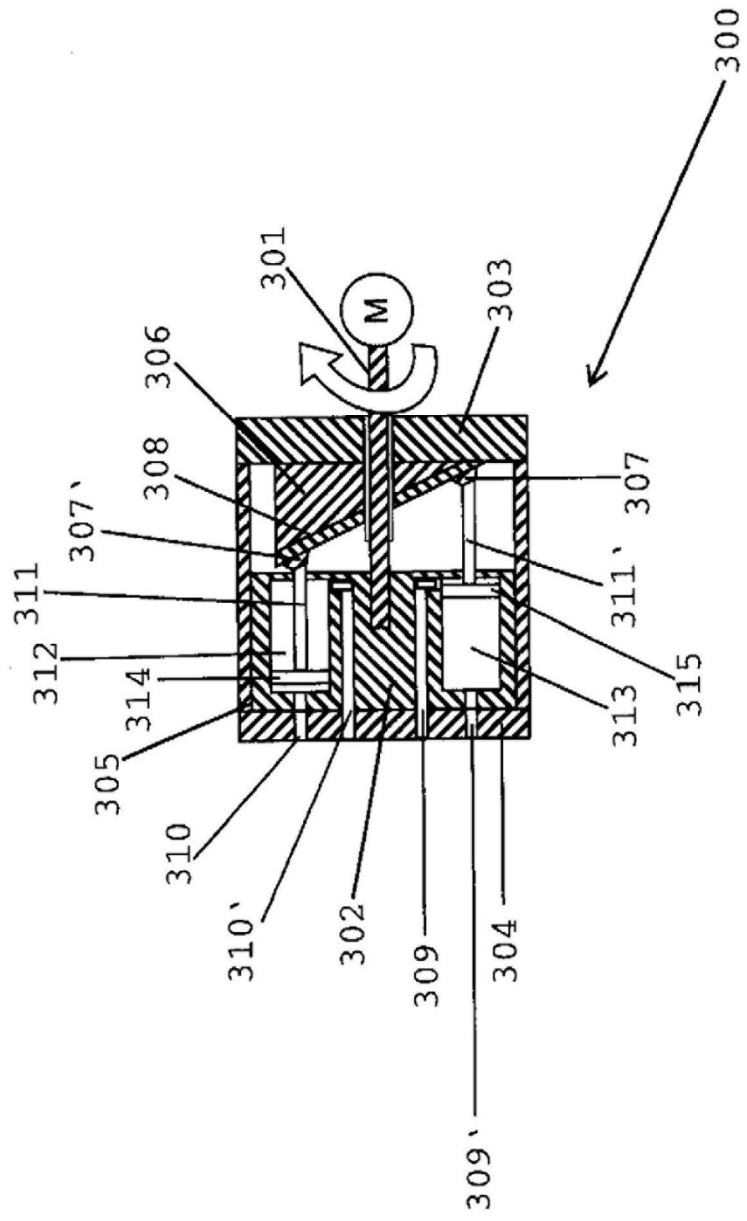


Figura 4

