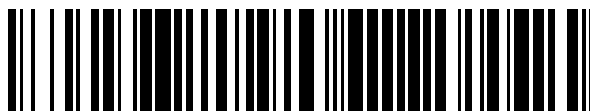


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 627**

51 Int. Cl.:

B01D 61/08 (2006.01)

B01D 61/10 (2006.01)

B01D 61/12 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2008** **PCT/US2008/088548**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2009** **WO09088866**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2008** **E 08869313 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 2234701**

54 Título: **Sistema de ósmosis inversa operada por lotes**

30 Prioridad:

04.01.2008 US 19110 P

30.01.2008 US 24750 P

23.12.2008 US 342198

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.07.2017

73 Titular/es:

**FLUID EQUIPMENT DEVELOPMENT COMPANY,
LLC (100.0%)
800 TERNES DRIVE
MONROE, MICHIGAN 48162, US**

72 Inventor/es:

OKLEJAS, ELI, JR.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 624 627 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de ósmosis inversa operada por lotes

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere, en general, a sistemas de ósmosis inversa y, más específicamente, a sistemas de ósmosis inversa operados por lotes.

Antecedentes

Las declaraciones en esta sección proporcionan meramente información de los antecedentes referentes a la presente descripción y pueden no constituir técnica anterior.

10 Los sistemas de ósmosis inversa se usan para proporcionar agua fresca desde agua salobre o agua de mar. Se usa una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a través de ella.

15 Un sistema de ósmosis inversa implica presurizar una solución con una presión aplicada mayor que una presión osmótica creada por las sales disueltas dentro de la solución. La presión osmótica es generalmente proporcional al nivel de concentración de la sal. La presión osmótica aproximada en libras por pulgada cuadrada es la relación de la masa de sal a masa de agua por 14.000. Una solución de uno por ciento de sal tendría una presión osmótica de aproximadamente 140 psi. El agua del océano tiene normalmente una concentración del 3,5 por ciento y una presión osmótica de 490 psi.

20 El agua extraída de un sistema de ósmosis inversa se denomina permeato. Cuando un cuerpo dado de solución salina se procesa por membrana de ósmosis inversa, se incrementa la concentración de la solución. En cierto punto, ya no es práctico recuperar el permeato de la solución. El material rechazado se denomina salmuera o producto rechazado. Normalmente, aprox. el 50% de recuperación de permeato del volumen original de solución de agua marina alcanza el límite práctico.

25 Haciendo referencia ahora a la Fig. 1, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 10 que tiene una matriz de membrana 12 que genera una corriente de permeato 14 y una corriente de salmuera 16 de una corriente de alimentación 18. La corriente de alimentación 18 incluye normalmente agua salobre o de mar. Una bomba de alimentación 20 acoplada con un motor 22 presuriza la corriente de alimentación 18 del flujo de presión requerido que entra en la matriz de membrana 12.

30 La corriente de permeato 14 es flujo de fluido purificado a una baja presión. La corriente de salmuera 16 es una corriente a mayor presión que contiene materiales disueltos bloqueados por la membrana. La presión de la corriente de salmuera 16 es sólo ligeramente menor que la corriente de alimentación 18. La matriz de membrana 12 requiere una tasa de flujo exacto para una operación óptima. Se puede usar una válvula de mariposa de salmuera 24 para regular el flujo a través de la matriz de membrana 12. Los cambios tienen lugar debido a la temperatura del agua, salinidad, así como a las características de membrana, como ensuciamiento. La matriz de membrana 12 también se puede operar en condiciones fuera de diseño sobre una base de emergencia. El sistema de bombeo de alimentación se requiere para cumplir con los requerimientos de flujo y presión variables.

35 En general, una mayor presión de alimentación incrementa la producción de permeato y, por el contrario, una presión de alimentación reducida disminuye la producción de permeato. La matriz de membrana 12 se requiere para mantener una recuperación específica que es la relación de flujo de permeato a flujo de alimentación. El flujo de alimentación o flujo de salmuera asimismo requiere de regulación.

40 Un sistema de pretratamiento 21 también se puede proporcionar para pretratar el fluido en la matriz de membrana 12. El sistema de pretratamiento 21 se puede usar para remover los materiales sólidos tales como arena, grava y materiales suspendidos. Cada una de las realizaciones de abajo que incluyen aquellas en la descripción detallada puede incluir un sistema de pretratamiento 21.

45 Haciendo referencia ahora a la Fig. 2, se ilustra un sistema similar al de la Fig. 1 con la adición de una válvula de mariposa de alimentación 30. Normalmente, las plantas de ósmosis inversa media y grande incluyen bombas de tipo centrífugas 20. Las bombas tienen un costo relativamente bajo y buena eficacia, pero pueden generar una presión diferencial fija a una tasa de flujo y velocidad de rotación dadas. Para cambiar la característica de presión/flujo, se debe cambiar la tasa de rotación de la bomba. Una forma de diseño de los sistemas anteriores era dimensionar la bomba de alimentación 20 para generar la presión de membrana máxima posible y luego usar la válvula de mariposa 30 para reducir el exceso de presión para cumplir con el requerimiento de presión de la membrana. Tal sistema tiene una ventaja de bajos costos de capital, pero sacrifica la eficacia energética, dado que la bomba de alimentación genera mayor presión y usa más energía que la requerida para una operación normal.

50 Haciendo referencia ahora a la Fig. 3, otro sistema para resolver las características de presión/flujo consiste en añadir una unidad de frecuencia variable 36 para operar el motor 22 que, a su vez, controla la operación de la bomba de alimentación 20. De este modo, la bomba de alimentación 20 es operada a velocidad variable para cumplir con el

requerimiento de la presión de la membrana. Las unidades de frecuencia variables 36 son costosas con grandes capacidades y consumen aproximadamente un 3 por ciento de la energía que, de otro modo, habría ido al motor de la bomba.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 4, se ilustra un sistema similar al ilustrado en la Fig. 1 usando los mismos números de referencia. En esta realización, un reforzador de la presión hidráulica 40 que tiene una porción de bomba 42 y una porción de turbina 44 se usa para recuperar energía de la corriente de salmuera 16. La porción de bomba 42 y la porción de turbina 44 se acopla junto con un eje común 46. Alta presión de la corriente de salmuera pasa a través de la porción de turbina 44 que hace que el eje 46 rote y accione la porción de bomba 42. La porción de bomba 42 aumenta la presión de alimentación en la corriente de alimentación 18. Esto incrementa la eficacia energética del sistema. El reforzador 40 genera una porción del requerimiento de presión de alimentación para la matriz de membrana 12 y, de este modo, la bomba de alimentación 20 y el motor 22 se pueden reducir en tamaño, ya que ellos requieren una menor cantidad de presión.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 5, se ilustra un elemento de membrana 60 que es apropiado para el posicionamiento dentro de una matriz de membrana 12 de una de las figuras previas. El elemento 60 incluye hojas de material de membrana envueltas en una configuración espiral y colocadas en un tubo delgado 62 de material como fibra de vidrio. Cada hoja de membrana incluye dos láminas de membrana pegadas en tres lados con el cuarto lado unido con un tubo de permeato central 64. Las rejillas separadoras (no mostradas) mantienen a la lámina de membrana para que no colapse bajo la presión aplicada. La solución de alimentación ingresa en un extremo de la matriz de membrana 60 en la dirección indicada por las flechas 66. La solución o la alimentación fluye axialmente a lo largo del elemento de membrana 60 y entre las hojas 68 y sale a través de la salida de salmuera a alta presión como se indica por medio de las flechas 70. El permeato se recolecta de las hojas 68 a través del tubo de permeato 64. La presión del permeato a través del tubo 64 es esencialmente cero, ya que la presión aplicada se usa para superar la presión osmótica y las pérdidas por fricción del flujo de material de alimentación a través de la membrana.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 6, se ilustra un recipiente a presión 78 que incluye una pluralidad de elementos de membrana mencionados colectivamente con el número de referencia 60. En este ejemplo, se disponen tres elementos de membrana dentro de la válvula de presión 78. Cada uno se designa con un identificador numérico y alfabético. En este ejemplo, se proporcionan tres elementos de membrana 60a, 60b y 60c en la válvula de presión 78. El recipiente a presión 78 incluye una primera tapa terminal 80 en el extremo de entrada y una segunda tapa terminal 82 en el extremo de salida. Se introduce la alimentación en la válvula de presión en la dirección de las flechas 84.

En este ejemplo, los tres elementos de membrana 60a-60c se colocan en serie. Cada posterior elemento extrae una cantidad menor de permeato que el elemento precedente debido a una creciente presión osmótica y decreciente presión aplicada causada por pérdidas friccionales dentro de los elementos de membrana. Como consecuencia, el elemento final 60c puede producir muy poco permeato. El tubo de permeato 64 recolecta el permeato de cada uno de los elementos de membrana 60a-60c.

Un sistema de ósmosis inversa normal opera a una presión constante que se desarrolla en la bomba de alimentación 20. El resultado es que un exceso de presión aplicada en la primera matriz de membrana puede dar como resultado una tasa de extracción de permeato indeseablemente alta que puede permitir que se dañen las membranas. El elemento de membrana final 60c puede tener una tasa de extracción indeseablemente baja que puede dar como resultado el permeato con una cantidad excesiva de contaminación de sal.

El documento WO 01/87470 A describe un método y un dispositivo para purificar agua por medio de ósmosis inversa, ultrafiltración o nanofiltración, o similares. El dispositivo comprende una entrada de agua cruda que se conecta a través de una bomba de presurización con una carcasa de filtro a fin de lograr una mayor presión del agua en la carcasa del filtro. La carcasa del filtro comprende una entrada de filtro, un conducto de salida para agua purificada y una salida de rechazo que se conecta con un primer conducto ramificado conectado con la entrada de filtro, a fin de formar un circuito de circulación para agua no purificada concentrada. El circuito de circulación comprende una bomba de circulación y un segundo conducto ramificado conectado con un drenaje de aguas residuales o similares para sacar el agua no purificada. El dispositivo también comprende medios para lavado que, cuando las bombas no están activadas, operan para que la entrada de agua cruda se conecte con el circuito de recirculación y fuerce así al agua cruda en la dirección hacia y a través de la entrada de filtro para expeler una mayor parte del agua no purificada en el circuito de circulación a través de la aguas residuales.

El documento EP 1022050 A2 describe un elemento de membrana de tipo bobinado en espiral formado por recubrimiento de un componente de membrana en espiral preparado por bobinado de una pluralidad de 5 membranas de tipo sobre independientes o continuos alrededor de la superficie periférica externa de un tubo recolector de agua a través de espaciadores de agua cruda con una membrana de separación y que también la cubre con un material que forma un pasaje periférico externo. En el lavado, se introduce permeato que contiene un producto químico que tiene una función de separar los contaminantes desde un extremo de abertura del tubo de recolección de agua, mientras que el permeato derivado de la superficie periférica externa del tubo de recolección de agua se descarga de al menos el lado periférico externo del elemento de membrana de tipo bobinado en espiral y agua cruda se alimenta axialmente a lo largo de la porción periférica externa del elemento de membrana de tipo bobinado en espiral. En la ejecución de la filtración, el agua cruda en la que se difunden las burbujas por medio de un difusor de aire se puede suministrar al

elemento de membrana de tipo bobinado en espiral almacenado en un recipiente a presión. En este caso, parte del agua cruda se puede alimentar axialmente a lo largo de la porción periférica externa del elemento de membrana de tipo bobinado en espiral, descargar de una salida de agua cruda de la válvula de presión y luego regresar a un tanque de agua cruda a través de un tubo. Alternativamente, la ejecución de la filtración se puede detener temporalmente para mantener al elemento de membrana de tipo bobinado en espiral durante un tiempo prescrito en un estado de sello del agua cruda y el permeato en el recipiente a presión. El documento US4702842 y el documento US2007/0023347 describen módulos de ósmosis inversa con recirculación interna para operación continua.

La presente descripción proporciona un sistema de ósmosis inversa que reduce la energía de bombeo pero permite que se genere una suficiente presión en cada uno de los elementos de membrana.

- 10 En un aspecto de la descripción, se proporciona un sistema de ósmosis inversa de acuerdo con la reivindicación 1 anexa.

En otro aspecto de la descripción, se proporciona un método de operación de un sistema de ósmosis inversa de acuerdo con la reivindicación 16 anexa.

- 15 Otras áreas de aplicabilidad se volverán obvias de la descripción proporcionada en la presente. Se ha de entender que la descripción y los ejemplos específicos se pretenden sólo con fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

Dibujos

Los dibujos descritos en la presente son sólo con fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción de modo alguno.

- 20 Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa anterior.
- Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de la técnica anterior alternativo.
- Fig. 3 es una vista esquemática de otra técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.
- Fig. 4 es otra vista esquemática de una configuración de la técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.
- 25 Fig. 5 es una vista en perspectiva de un elemento de membrana de la técnica anterior de acuerdo con la técnica anterior.
- Fig. 6 es una vista transversal de un recipiente a presión que tiene una pluralidad de elementos de membrana tales como los ilustrados en la Fig. 4 de acuerdo con la técnica anterioridad.
- Fig. 7 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa en un proceso por lotes de acuerdo con la presente invención.
- 30 Fig. 8 es una vista transversal de la válvula de presión en la Fig. 7.
- Fig. 9 es una vista esquemática de una segunda realización de un sistema de ósmosis inversa en un proceso por lotes de acuerdo con la invención.
- Fig. 10 es una vista esquemática de una tercera realización de un proceso por lotes no de acuerdo con la presente descripción.
- 35 Fig. 11 es una vista esquemática de sistema de ósmosis inversa no de acuerdo con la invención.
- Fig. 12 es una vista esquemática de un sistema de tanque de salmuera dual no de acuerdo con la presente descripción.

Descripción detallada

- 40 La siguiente descripción es meramente ejemplar por naturaleza y no pretende limitar la presente descripción, aplicación o usos. Con fines de claridad, se usarán los mismos números de referencia en los dibujos para identificar similares elementos. Como se usa en la presente, la frase "al menos uno de A, B y C" se debería construir para indicar un (A o B o C) lógico, usando un O no exclusivo lógico. Se ha de entender que las etapas dentro de un método se pueden ejecutar en un orden diferente sin alterar los principios de la presente descripción.

- 45 En la siguiente descripción, se establece a continuación un proceso por lotes en el que la presión aplicada se varía lo necesario para mantener la producción de permeato a una tasa deseada cuando la presión osmótica se incrementa. Varios parámetros y condiciones operativas pueden variar según las diversas características, incluyendo el tipo de membrana. Como se mencionó con anterioridad, se desea la operación del sistema a una presión que no desperdicia energía al ser demasiado alta o demasiado baja para una buena calidad del permeato.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 7, se establece un sistema de ósmosis inversa operado por lotes que tiene un recipiente a presión 102. El recipiente a presión tiene tapas terminales 104 en el extremo de entrada y una tapa final 106 en el extremo de salida. El extremo de entrada tiene una entrada a alta presión 108 y una entrada a baja presión 110. La entrada a alta presión 108 y la entrada a baja presión 110 se pueden formar con tubos. Los tubos pueden ingresar a través de la tapa final o en la pared lateral de la válvula de presión 102. Por último, tanto la entrada a alta presión 108 como la entrada a baja presión 110 están en comunicación con un depósito de fluido 114. El depósito de fluido 114 puede ser un depósito de agua marina que se usa para almacenar agua marina. Una vía de fluido desde el depósito 114 hasta la entrada a alta presión 108 puede incluir una bomba de alta presión 116 accionada por un motor 118 y una válvula 120 que permite que la vía de fluido a la entrada a alta presión 108 se abra o se cierre. Un ejemplo de una bomba apropiada 116 es una bomba de tipo de desplazamiento positivo.

Una segunda vía de fluido desde el depósito de fluido 114 puede incluir una bomba de baja presión 124 que es accionada por un motor 126. La vía de fluido también puede incluir una válvula 128. En la vía de fluido a alta presión, la válvula 120 se puede ubicar entre la bomba 116 y la entrada a alta presión 108. En la vía de fluido a baja presión, la válvula 128 se puede ubicar entre la bomba 124 y la entrada a baja presión 110.

En el extremo de salida de la válvula de presión 102, una salida de salmuera 130 se puede disponer en la tapa terminal 106 o la pared externa de la válvula de presión 102. Una válvula de drenaje de salmuera 132 se puede acoplar de modo adyacente y dentro de la vía de flujo de salmuera. La salida de la válvula de drenaje de salmuera 132 está en comunicación fluida con un drenaje 134.

El extremo de salida de la válvula de presión 102 también incluye una salida de permeato 140 que se usa para remover el permeato creado por la membrana 142 dentro de la válvula de presión 102. Tanto la salida de permeato como la salida de salmuera pueden incluir tubos.

La membrana 142 se puede ubicar dentro de la válvula de presión 102 próxima al segundo extremo o el extremo de salida de la válvula de presión opuesta al extremo de entrada. Como se ilustra, la membrana 142 se ubica cerca o próxima a la salida de permeato 140 y la salida de salmuera 130.

En operación, la válvula de presión 102 se llena con fluido desde el depósito 114. En esta realización, se usa agua de mar. La bomba de baja presión 124 se usa para proporcionar el agua de mar desde el depósito 114 a través de la válvula de control 128 que está abierta. La válvula de alta presión 120 se cierra y la válvula de drenaje de salmuera 132 se abre para permitir que escape el aire o la salmuera del ciclo previo de la válvula de presión 102. Cuando la válvula de presión 102 se llena con agua de mar, la válvula de baja presión 128 se cierra. La operación de la bomba de alta presión 116 se inicia y la válvula de alta presión 120 se abre. Además, la válvula de drenaje de salmuera 132 se cierra. La presión dentro de la válvula de presión 102 se incrementa rápidamente hasta que la presión excede la presión osmótica que hace que la membrana 142 produzca permeato que sale a través de la salida de permeato 140 de la válvula de presión 102.

La bomba de alimentación 116 continúa bombeando más agua de mar desde el depósito de fluido 114 a través de la válvula de alta presión 120 y en la válvula de presión 102 a través de la entrada de fluido a alta presión 108. La adición continua de agua de mar y presión hace que el permeato se remueva a través de la salida de permeato 140 y se supere la creciente presión osmótica debido a la creciente concentración de la salmuera dentro de la válvula de presión 102.

Un ejemplo de presiones apropiadas incluye una presión inicial para producir permeato de aproximadamente 500 psi durante el ciclo de producción de permeato. Cuando la producción de permeato aumenta, la presión se incrementa para mantener la producción de permeato. Si se desea una recuperación total del 50%, la presión final puede ser de aproximadamente 1000 psi. De este modo, la presión promedio es de aproximadamente 750 psi. Los anteriores sistemas conocidos que usa procesamiento RO de flujo convencional requieren 1000 psi constantes. De este modo, el requerimiento de presión de la bomba de alimentación se redujo en un 25%.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 8, se ilustra una vista transversal de un recipiente a presión 102 con mayor detalle. La membrana 142 se ubica en el extremo opuesto del recipiente alargado a presión desde la entrada a alta presión 108 y la entrada a baja presión 110. La membrana 142 incluye un primer lado de la membrana 144 y un segundo lado de la membrana. Un volumen 146 entre la tapa terminal 104 y el primer lado de la membrana 144 puede ser al menos igual al volumen de la membrana 102, de modo que se puede procesar una cantidad razonable de agua de alimentación o agua de mar en un ciclo por lotes. La membrana 144 se dispone dentro de un tubo 148. El segundo lado 145 se dispone hacia el extremo de salida de la válvula de presión 102. Un extremo del tubo 148 se ubica próximo al extremo de salida del recipiente a presión. El tubo 148 se extiende después del segundo lado 145 de la membrana 142.

La salida de permeato 140 se extiende fuera de la pared lateral de la válvula de presión 102. La salida del permeato 140 recibe el permeato a través de la membrana 142.

Se usa un motor 150 para accionar un propulsor 152 que se dispone dentro, cerca o próximo al tubo 148 adyacente o próximo al segundo lado 145 de la membrana 142. De hecho, son posibles diferentes posiciones del propulsor 152 fuera del tubo 148. Se usa un sello de alta presión 154 para sellar un eje 156 que se extiende entre el motor 150 y el propulsor 152. De hecho, se puede usar una unidad magnética entre el motor 150 y el propulsor 152 de modo que se

pueda eliminar el sello.

El motor 150 acciona el propulsor 152 para hacer circular fluido de salmuera desde la membrana 142 entre un pasaje anular 160 entre el tubo 148 y la pared externa de la válvula de presión 102. La dirección de flujo del fluido de salmuera empujado por el propulsor 152 es desde el segundo extremo de la válvula de presión o el extremo de salida del recipiente a presión 102 hacia el primer extremo o el extremo de entrada del recipiente a presión según se indica por las flechas 162. El fluido de salmuera ingresa en el tubo 148 a través de una placa distribuidora 170. Se usa una placa distribuidora para distribuir la salmuera de manera uniforme a través del lado del tubo de flujo 148 y permitir que el flujo tenga una mínima turbulencia. Un difusor de flujo 172 difunde el fluido de entrada a alta presión desde la entrada a alta presión 108 de modo uniforme a través del lado de la placa distribuidora de flujo 170.

Al elegir la tasa de circulación apropiada de salmuera desde el propulsor 152 a través del pasaje anular y de regreso al tubo 148 es importante para la operación del sistema. Si la tasa es demasiado baja, la velocidad axial a lo largo de la membrana 142 puede ser insuficiente para evitar la concentración excesiva de sal a lo largo de la superficie de la membrana para dar como resultado una excesiva polarización que afecta adversamente la calidad del permeato, la productividad de la membrana y la resistencia al ensuciamiento. Al controlar la velocidad del motor 150, se controla una tasa de circulación de salmuera para permitir un ajuste fino de la tasa de circulación. Las tasas usadas dependen de varias consideraciones del diseño del sistema.

Se desea una estratificación de concentración en el tubo de flujo 148. Se desarrollará una columna de agua dentro del tubo de flujo 148 en un gradiente de concentración con la mínima concentración en el lado de la membrana 144 y aumentará cerca de la placa distribuidora. La concentración promedio aumenta con el tiempo, pero la mínima concentración está presente en el lado de la membrana más cercano a la entrada. La placa distribuidora 170 y el difusor de flujo 172 reducen la mezcla entre salmuera más nueva, más concentrada y la salmuera más vieja, menos concentrada.

El flujo de productos de salmuera más vieja, más concentrada por la membrana se indica por medio de las flechas 174 y la dirección de flujo del agua marina nueva se indica por medio de la flecha 176.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 9, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 200 que tiene muchos componentes similares a los descritos con anterioridad en las Figs. 7 y 8. A los similares componentes se les dará el mismo número de referencia y no se describen más abajo. La Fig. 9 incluye un recipiente a presión 102 que se puede configurar de una manera similar a la descrita con anterioridad en la Fig. 8. De este modo, la estructura interna y el motor 150 así no se ilustran. En esta realización, el fluido desde el depósito 114 puede fluir en un depósito de carga 210. El depósito de carga 210 se puede ubicar por encima (respecto de la tierra) de la válvula de presión 102. En una realización construida, el depósito de carga 210 se ubica directamente en forma vertical sobre la válvula de presión 102. Esto permite el uso de la gravedad para llenar la válvula de presión 102 desde el depósito de carga 210. Se proporciona una válvula 212 dispuesta entre el depósito de carga 210 y la válvula de presión 102.

Una alta presión se desarrolla en la bomba de alta presión 116 que es accionada por el motor 118. En esta realización, una bomba de baja presión se elimina cuando se proporciona un llenado a baja presión de la válvula de presión 102 a través de la válvula 212 debido a la gravedad. Después del llenado de la válvula de presión 102 a baja presión, se crea un fluido a alta presión desde el depósito de carga 210 a la bomba 116 y se proporciona en la entrada de fluido 214. La válvula 212 se cierra después del llenado y el fluido a alta presión se proporciona a través de la entrada 214. Una válvula de desviación 216 se abre para permitir que fluido a alta presión fluya en la válvula de presión 102. La válvula de desviación 216 también está en comunicación fluida con el depósito de carga 210 cuando se abre. Un tubo de amortiguación 220 que tiene un diámetro grande para una longitud corta actúa como un depósito de agua de alimentación para el proceso de alivio de la presión como se describirá más abajo. El tubo de amortiguación de diámetro grande 220 permite que fluido vuelva hacia la válvula de desviación 216 en el depósito de carga 210 como también se describirá más abajo.

Después de lograr una concentración final de solución en la válvula de presión 102, la bomba 116 se puede apagar para evitar el fluido a alta presión continúe fluyendo a la válvula de presión 102. En la alternativa, la válvula de desviación 216 se puede abrir y permitir que el fluido a alta presión regrese al depósito de carga 210.

Como el agua es ligeramente compresible, la presión se puede ventilar antes de iniciar el ciclo de carga. El tubo 222 proporciona una vía de flujo para permitir la ventilación a alta presión en la válvula de presión 102 a través de la válvula de desviación 216 hacia el depósito de carga 210. La cantidad de fluido para purgar otra vez al depósito de carga 210 es preferentemente pequeña si bien es salmuera altamente concentrada. El tubo de amortiguación 220 actúa como un depósito para el proceso de alivio de la presión. En consecuencia, poco o nada de fluido de salmuera concentrado puede entrar realmente en el depósito de carga 210. Después de aliviar la presión de la válvula de presión 102, la válvula 212 y la válvula de drenaje de salmuera 132 se pueden abrir. La salmuera concentrada se deja así drenar de la válvula de presión 102. El agua marina a baja presión se usa así para llenar la válvula de presión por gravedad. Se puede usar una placa distribuidora de flujo 170 ilustrada en la Fig. 8 para asegurar que el agua empuje la salmuera hacia afuera con una mezcladura mínima. Un medidor de la concentración o un cronómetro 230 puede permitir una determinación de si agua marina pura fluye a través del tubo de drenaje de salmuera 130. Se puede usar un flujómetro 232 para medir la cantidad de fluido descargado a través del tubo, ya que una cantidad conocida de fluido está dentro

de la válvula de presión 102.

Un pequeño depósito 240 se ubica en el tubo del permeato 140. El volumen del depósito pequeño es sustancialmente menor que el volumen de la válvula de presión 102. Después de llenar la válvula de presión 102, las válvulas 212 y 132 se cierran y la válvula de desviación 216 deriva el fluido a alta presión a la válvula de presión 102 para iniciar otro ciclo de producción de permeato. El pequeño depósito 240 permite el almacenamiento de una pequeña cantidad de permeato para evitar la inversión del flujo de permeato. Durante un período de tiempo entre la despresurización de la válvula de presión 102 y la terminación de la represurización, la presión osmótica puede extraer el permeato en la membrana 100 ilustrada en las Figs. 7 y 8. Al proporcionar el depósito pequeño, se puede proporcionar suficiente permeato para acomodar la breve inversión del flujo de permeato. El tamaño relativo a la válvula de presión se puede determinar con facilidad por medio de experimentos.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 10, se ilustra una realización de un sistema de ósmosis inversa 300 similar a aquel ilustrado con anterioridad en la Fig. 9 y, así, tendrá los mismos números de referencia. Una bomba de desplazamiento positivo, como se ilustra en la Fig. 9, puede no tener suficiente capacidad para un gran proceso de ósmosis inversa. De este modo, la bomba de desplazamiento positivo 116 de la Fig. 9 se puede reemplazar por una bomba centrífuga 310. La bomba centrífuga 310 puede ser accionada por un motor 312 que, a su vez, es controlado por una unidad de frecuencia variable 314. La unidad de frecuencia variable 314 puede cambiar la velocidad de la bomba gradualmente para incrementar la presión de ser necesario para lograr la producción de permeato deseada en base a la señal de la tasa de flujo de un flujómetro 320 dentro de la salida de permeato 140. De este modo, el flujómetro 132 proporciona una señal correspondiente al flujo o la cantidad de permeato dentro del tubo de permeato 140.

Esta realización incluye una válvula de control 324 que reemplaza la válvula 212 de la Fig. 9. La válvula de control 324 se abre cuando se proporciona una menor presión en la entrada 214 a la válvula de presión 102. Es decir, cuando la válvula de presión 102 está a una menor presión que el depósito de carga 210, la válvula de control 324 se abre. Cuando la entrada 214 se presuriza por el fluido a alta presión desde la bomba 310, la válvula de control 324 se cierra.

El ciclo de producción de permeato permite así fluido a baja presión para llenar la válvula de presión 102 cuando la válvula de presión está a baja presión debido a la apertura de la válvula 132. Se genera alta presión con la bomba 310 y se produce permeato como se describió con anterioridad.

El ciclo de recarga se inicia por medio de una señal desde el flujómetro 320 que indica que se produjo una cantidad deseada de permeato y el ciclo de producción de permeato se puede terminar. La velocidad de la bomba 310 se reduce a cero, lo que permite abrir la válvula de control 324 ya que el depósito de carga 210 está a una mayor presión. Se puede usar gravedad para proporcionar agua marina a baja presión en la válvula de presión hasta que se lave la salmuera por completo como se describió con anterioridad usando el cronómetro o el medidor de la concentración 230 y/o el flujómetro 232. Cuando la válvula de presión se lavó, la válvula 132 se cierra y la unidad de frecuencia variable 314 hace que la bomba 310 aumente la velocidad para elevar la presión en el tubo de entrada 214 que permite que la válvula de control 324 se cierre. La velocidad de la bomba y la presión generada así continúa aumentando y, así, el ciclo de producción de permeato se completa otra vez.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 11, se establece un sistema de ósmosis inversa operado por lotes inverso de alta capacidad 400. En este sistema, se proporcionan elementos similares a los de la Fig. 10 con los mismos números de referencia. En esta realización, se puede disponer una pluralidad de elementos de membrana 412 dentro de un recipiente a presión 410 agrandado. En esta realización, los elementos de membrana 412 se pueden disponer estrechamente dentro del recipiente a presión 410 y contra la pared externa de la válvula de presión 410. El recipiente a presión 410 puede incluir múltiples elementos de membrana. Como se ilustra, esta realización incluye cuatro subcámaras 414a, 414b, 414c y 414d como se indica. Se puede usar una partición 416 para dividir la válvula de presión en las subcámaras 414. Dentro de cada subcámara, se puede proporcionar un espacio de entrada 418 y un espacio de salida 420. Los espacios de entrada 418 se acoplan con un colector de admisión 430. Los espacios de salida 420 se acoplan con un colector de salida 432. El colector de admisión 430 se acopla en conexión fluida con la bomba 310.

Un tanque de salmuera 440 que tiene una porción superior 442 y una porción inferior 444 se puede acoplar en conexión fluida entre el colector de admisión 430 y el colector de salida 432. La porción superior 442 y la porción inferior 444 se determinan respecto de la tierra. El tanque de salmuera 440 puede incluir una placa de distribución de flujo superior 446 cerca de la porción superior 442 y una placa de distribución de flujo inferior 448 cerca de la porción inferior 444. La placa de distribución de flujo superior 446 y la placa de distribución de flujo inferior 448 actúan de una manera similar a la placa de distribución de flujo 170 de la Fig. 8 para reducir la turbulencia y la mezclado. Un tubo de salmuera 450 se extiende desde la porción superior 442 del tanque de salmuera 440. Con preferencia, el tubo de alimentación de salmuera 450 se ubica entre la parte superior del tanque y la placa de distribución de flujo 446. El fluido de salmuera desde el tanque de salmuera 440 se acopla en conexión fluida con el colector de admisión 430 a través del tubo de salmuera 450.

Un tubo de entrada de salmuera 452 que se acopla en conexión fluida con el colector de salida 432 y tanque de salmuera 440 recibe salmuera desde el colector de salida 432. El tubo de entrada de salmuera 452 se puede ubicar entre la parte inferior 444 del tanque de salmuera 440 y la placa de distribución de flujo 448. Una bomba reforzadora

460 accionada por el motor 462 se puede usar para bombear el fluido de salmuera concentrado desde el colector de salida 432 al tanque de salmuera 440. La bomba reforzadora 460 mantiene un bucle continuo de salmuera concentrada desde el colector de salida 432 a través del tubo de entrada del tanque de salmuera 452 a través del tanque de salmuera 440 y a través del tubo de salmuera 450 en el colector de admisión 430.

- 5 La bomba de alta presión 310 presuriza el fluido desde el depósito de fluido 114 hasta la presión deseada para producir una cantidad deseada de permeato que sale de la válvula de presión 410. La señal de flujo desde el flujómetro 320 proporciona retroalimentación al dispositivo de frecuencia variable 314 que, a su vez, ajusta la velocidad del motor 312 que acciona la bomba 310. La cantidad de la producción de permeato se ajusta controlando el motor 312 según se mide por la señal de flujo.
- 10 Las placas de distribución de flujo 446 y 448 permiten la entrada de flujo no turbulenta en y fuera del tanque de salmuera 440 para mantener un gradiente de concentración favorable en el tanque de salmuera 440. La salmuera relativamente densa se ubica en la parte inferior de un tanque y la salmuera más liviana, menos concentrada se ubica en la parte superior del tanque 440. Las placas de distribución de flujo 446, 448 evitan o reducen la mezcladura, de modo que se forman concentraciones de salmuera estratificadas con el tanque de salmuera 440.
- 15 En operación, el tanque de salmuera 440 se llena con agua salina al comienzo del ciclo de carga. El tanque de salmuera 440 se abre al abrir la válvula de control 324 y la válvula 132. Después de llenar, la válvula de control 324 se cierra y la bomba de alimentación 310 comienza a hacer circular el fluido a cada una de las cámaras de la membrana 414a-3. Se forma el permeato a través de la salida de permeato 140. La salmuera se recolecta en el colector de salida 432 donde se hace recircular usando la bomba 460 en el extremo inferior o de abajo del tanque de salmuera 444. La salmuera densa 444 empuja el agua salina que es menos densa hacia arriba a través del tubo de salida 450 al colector de admisión 430. El proceso continúa hasta lograr una cantidad de permeato o una concentración particular de salmuera. El sistema también puede incluir un pequeño depósito 240 que actúa de una manera similar a la descrita con anterioridad en la Fig. 10.

- 25 Durante el ciclo de recarga, las bombas 310 y 460 se detienen, lo cual reduce la presión en el sistema. La válvula 132 se abre y la presión en el tanque de salmuera 440 se reduce. Esto hace que la presión se reduzca en el tanque de salmuera 440. La válvula de control 324 se abre y el agua marina fresca entra en el tanque de salmuera 440. La válvula de control 324 y la válvula 132 se cierran al inicio del siguiente ciclo de producción de permeato.

- Haciendo referencia ahora a la Fig. 12, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 500 que usa dos tanques de salmuera 440a y 440b. A los elementos comunes de la realización de la Fig. 11 se dan los mismos números de referencia. En la realización de la Fig. 11, el sistema está agotado para recarga del tanque de salmuera 440. En la realización en la Fig. 12, no se requiere interrumpir el flujo de permeato mientras se espera que un tanque de salmuera sea recargado con nueva alimentación. En esta realización, la válvula de presión 430 se provee de alimentación de alta presión desde el tanque de salmuera 440a a través de la colector de admisión 430 y una válvula de tres vías 500. La válvula de tres vías 500 se ubica entre la parte superior de los tanques de salmuera 440a y 440b. La salmuera recirculada sale a través del colector de salida 432 a través de la bomba 460 y de vuelta a cualquiera de los tanques de salmuera 440a o 440b a través de una segunda válvula de tres vías 510. La bomba de alta presión 310 proporciona fluido a alta presión desde el depósito de alimentación 114 en el colector de admisión 430 como en la realización previa de la Fig. 11. Las válvulas de tres vías permiten usar el primer tanque de salmuera 440a o el segundo tanque de salmuera 440b durante el procesamiento por lotes. Cuando un tanque está fuera de línea, el otro tanque está en línea. Cada sistema opera en una forma similar a la descrita con anterioridad en la Fig. 11. Al final de un lote (el ciclo de producción de permeato), la válvula 132b asociada con el tanque de salmuera 440b puede estar ya en la posición cerrada y la válvula de control 324b evita el retroflujo hacia el depósito 114. Una válvula de ecualización 520 que se acopla en conexión fluida entre los tanques 440a y 440b se abre lentamente para llevar a los tanques de salmuera 440a y 440b a la misma presión. Las válvulas de tres vías 500 y 510 se operan para cambiar la dirección de flujo de modo que el bucle de recirculación de salmuera sea a través del segundo tanque de salmuera 440b. La válvula de ecualización 520 se cierra luego de ello. El proceso continúa usando luego el segundo tanque de salmuera 440b en el bucle.

- Después de iniciar el bucle usando la salmuera del segundo tanque de salmuera 440b, la válvula de ecualización 520 se cierra. La válvula de drenaje 132a debajo del primer tanque se abre 15 y permite que la salmuera pase a través del drenaje 134. La gravedad permite que la alimentación desde el depósito 114 fluya en el tanque de salmuera 440a. Una vez que el tanque 440b alcanza la salinidad máxima o se produce la cantidad deseada de permeato del tanque 440b, el proceso cambia para proporcionar salmuera desde el tanque 440a.

- El sistema se repite luego de modo continuo. Al usar una bomba centrífuga 310, la bomba siempre se descarga a alta presión alternativamente en uno de los tanques de salmuera. La matriz de membrana se presuriza continuamente, que elimina el significativo movimiento mecánico y el estrés durante la presurización y la despresurización requeridas en la Fig. 11. Una cantidad de disposiciones independientes, cada una equipada con su propia bomba de circulación de salmuera 460, se pueden operar en un modo continuo usando uno o más tanques por lotes a alta presión que la cantidad de disposiciones independientes. Las válvulas se pueden proporcionar así en una disposición similar. También se ha de observar que las válvulas de tres vías y la válvula de ecualización de presión se pueden proporcionar en una unidad simple.

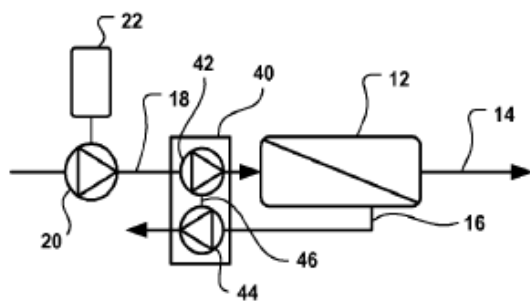
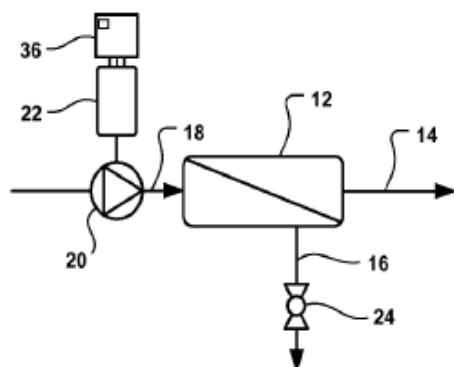
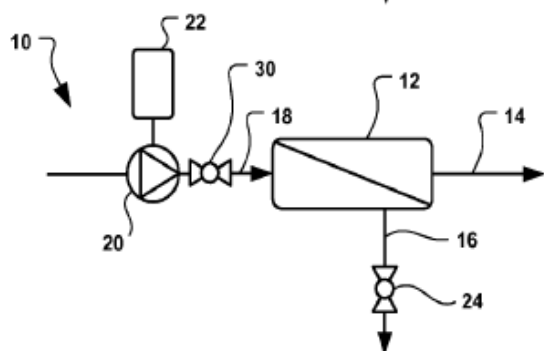
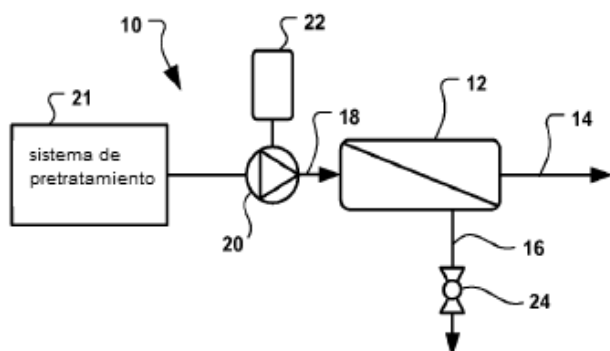
Los expertos en la técnica apreciarán ahora a partir de la anterior descripción que las amplias enseñanzas de la descripción se pueden implementar en una variedad de formas. En consecuencia, so bien esta descripción incluye ejemplos particulares, el alcance real de la descripción se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ósmosis inversa en comunicación fluida con un depósito de fluido que comprende:
un recipiente alargado a presión (102) que tiene una membrana (142) dentro, una entrada de fluido (108, 110), una salida de permeato (140), una salida de salmuera (130), donde el recipiente alargado a presión tiene un primer extremo, un segundo extremo y una pared externa;
una válvula de alta presión (120) que tiene un primer estado abierto y un primer estado cerrado;
una válvula de baja presión (128) que tiene un segundo estado abierto y un segundo estado cerrado;
una bomba de alta presión (116) en comunicación fluida con la entrada de fluido a través de la válvula de alta presión;
y
una fuente de baja presión (124, 210) en comunicación fluida con la entrada de fluido a través de la válvula de baja presión, donde bomba de alta presión y dicha fuente de baja presión está en comunicación fluida con el depósito de fluido,
en donde dicha fuente de baja presión se configura para llenar la válvula de presión a través de la válvula de baja presión y donde dicha bomba de alta presión se configura para operar durante la producción de permeato a través de la válvula de alta presión, en donde la entrada de fluido se dispone próxima al primer extremo;
un tubo de flujo (148) que tiene un primer extremo de tubo de flujo próximo al primer extremo y un segundo extremo de tubo de flujo próximo al segundo extremo, donde dicho tubo de flujo está dispuesto dentro de la válvula de presión para formar un espacio anular entre el tubo de flujo y la pared externa;
en donde la membrana se dispone dentro del tubo de flujo opuesto al primer extremo del recipiente a presión, donde dicha membrana produce fluido de permeato y fluido de salmuera; y
un difusor de flujo (172) conectado con la entrada de fluido y dispuesto dentro del recipiente a presión;
una placa distribuidora (170) dispuesta dentro del tubo de flujo;
una bomba de recirculación (152) que tiene un propulsor que hace recircular fluido de salmuera entre la pared externa y el tubo de flujo, donde dicho propulsor está dispuesto dentro del tubo de flujo próximo al segundo extremo de tubo de flujo de modo que el fluido de salmuera ingresa en el tubo de flujo y la placa distribuidora entre el difusor de flujo y el tubo de flujo hacia el primer extremo del recipiente a presión.
2. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la membrana se dispone dentro de la válvula de presión opuesta a la entrada de fluido.
3. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la bomba de alta presión se configura para elevar la presión en la válvula de presión para superar la creciente presión osmótica durante la producción del permeato.
4. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la membrana tiene un primer volumen, un primer lado ubicado hacia el primer extremo de dicho recipiente a presión y un segundo lado ubicado hacia el segundo extremo del recipiente a presión, donde dicho recipiente a presión tiene un segundo volumen entre el primer lado y una primera tapa terminal en el primer extremo igual o mayor que el primer volumen.
5. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la fuente de baja presión comprende una bomba de baja presión (124).
6. Un sistema según la reivindicación 1, en donde la fuente de baja presión comprende un depósito de carga (210).
7. Un sistema según la reivindicación 6, en donde el sistema se configura de modo tal que dicho recipiente a presión tenga un ciclo de producción de permeato en el que la bomba de alta presión bomba fluido adicional a alta presión desde el depósito de carga en la entrada de la válvula de presión hasta producir una cantidad de permeato.
8. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 6, en donde la válvula de baja presión comprende una válvula de control.
9. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 6, en donde el depósito de carga y la válvula de presión se orientan en forma vertical.
10. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 6, en donde el depósito de carga se ubica sobre la válvula de presión respecto de la tierra.
11. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 6, en donde, durante el ciclo de recarga, el fluido a alta presión se dirige al depósito de carga.

12. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1 ó 6, en donde, durante el ciclo de recarga, el fluido a alta presión se termina en el recipiente a presión.
- 5 13. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1 ó 6, que también comprende, después del ciclo de producción de permeato, presión de ventilación desde la válvula de presión en un tubo de amortiguación (220) hacia el depósito de carga.
14. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1 ó 6 que también comprende un pequeño depósito (240) en comunicación con la salida de permeato para acomodar la inversión del flujo de permeato durante el ciclo de recarga.
- 10 15. Un sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1 ó 6, en donde la bomba de alta presión comprende una bomba centrífuga de alta presión controlada por una unidad de frecuencia variable (314) controlada en respuesta a una tasa de flujo de un sensor de tasa de flujo en la salida del permeato.
16. Un método que comprende:
- 15 abrir una válvula de drenaje de salmuera (132) de un recipiente alargado a presión (102) y una válvula de baja presión (128) y una válvula de alta presión (120), donde dicho recipiente a presión comprende un primer extremo, un segundo extremo y una pared externa;
- llenar la válvula de presión con fluido a baja presión desde un depósito de fluido a través de una válvula de baja presión mientras que la válvula de drenaje de salmuera se abre;
- cuando se llena la válvula de presión, cerrar la válvula de baja presión en comunicación con la entrada a baja presión;
- cerrar la válvula de drenaje de salmuera en comunicación fluida con el recipiente a presión;
- 20 cuando se llena la válvula de presión, bombear fluido adicional desde el depósito de fluido a alta presión a través de la válvula de alta presión y un difusor de flujo (172) a la válvula de presión usando una bomba de alta presión (116);
- hacer circular el fluido dentro de la válvula de presión usando una bomba de recirculación que tiene un propulsor, donde dicho propulsor está dispuesto dentro de un tubo de flujo próximo a un segundo extremo de tubo de flujo;
- 25 comunicar el fluido desde el volumen adyacente al propulsor (152) a través de un pasaje anular entre el tubo de flujo y el recipiente a presión;
- comunicar el fluido desde el pasaje anular entre el difusor de flujo y el tubo de flujo en una placa distribuidora (170) dispuesta dentro de un primer extremo del tubo de flujo próximo al primer extremo del recipiente a presión;
- eleva una presión en la válvula de presión usando la bomba de alta presión hasta abrir una cantidad de permeato; y
- abrir la válvula de drenaje de salmuera mientras se drena el recipiente a presión.
- 30 17. Un método según la reivindicación 16, en donde elevar una presión comprende elevar la presión para superar la creciente presión osmótica durante la producción del permeato.
18. Un método según la reivindicación 16, en donde llenar la válvula de presión con fluido a baja presión comprende llenar la válvula de presión con fluido a baja presión usando una bomba de baja presión (124).
- 35 19. Un método según la reivindicación 16, en donde llenar la válvula de presión con fluido a baja presión comprende llenar la válvula de presión con fluido a baja presión usando un depósito de carga (210).
20. Un método según la reivindicación 16 que también comprende, después de la etapa de elevación, realizar un ciclo de recarga.
21. Un método según la reivindicación 16, en donde realizar un ciclo de recarga comprende terminar el flujo de fluido a alta presión en el recipiente a presión.
- 40 22. Un método según la reivindicación 20, en donde terminar el flujo de fluido a alta presión en la válvula de presión comprende comunicar el fluido a alta presión en el depósito de carga.
23. Un método según la reivindicación 22, en donde terminar al flujo de fluido a alta presión en la válvula de presión comprende comunicar fluido a alta presión en el depósito de carga usando una válvula de desviación (216).
- 45 24. Un método según la reivindicación 19 que también comprende, durante el ciclo de recarga, ventilar la presión desde la válvula de presión en un tubo de amortiguación (220) hacia el depósito de carga.
25. Un método según la reivindicación 19 que también comprende, durante el ciclo de recarga, ventilar la presión a través de una válvula de desviación (216) en el depósito de carga.

26. Un método según la reivindicación 20 que también comprende, antes del ciclo de recarga, comunicar el fluido de permeato a un pequeño depósito (240) en comunicación con la salida de permeato para acomodar la inversión del flujo de permeato durante el ciclo de recarga.
- 5 27. Un método según la reivindicación 19, en donde bombear fluido adicional a alta presión desde el depósito de carga en la entrada de la válvula de presión usando una bomba de alta presión comprende bombear fluido adicional a alta presión desde el depósito de carga en la entrada de la válvula de presión usando una bomba de desplazamiento positivo.
- 10 28. Un método según la reivindicación 16, en donde bombear fluido adicional a alta presión desde el depósito de carga en la entrada de la válvula de presión usando una bomba de alta presión comprende bombear fluido adicional a alta presión desde el depósito de carga en la entrada de la válvula de presión usando una bomba centrífuga de alta presión y que también comprende generar una señal de flujo correspondiente a una tasa de flujo de permeato desde la válvula de presión y controlar la bomba centrífuga de alta presión usando una unidad de frecuencia variable controlada en respuesta a la tasa de flujo.



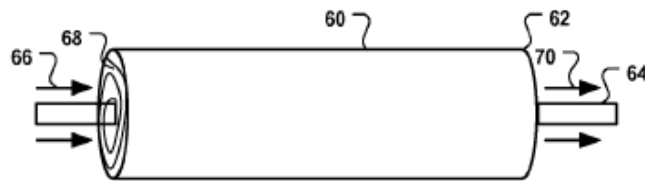


FIG. 5
técnica anterior

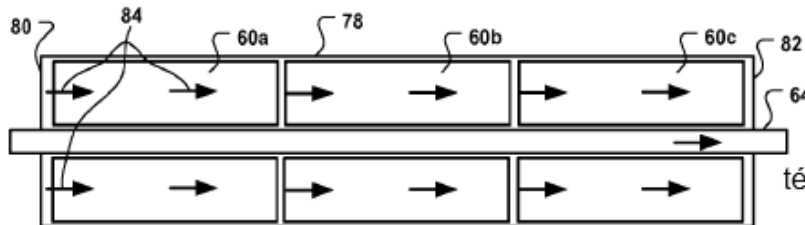


FIG. 6
técnica anterior

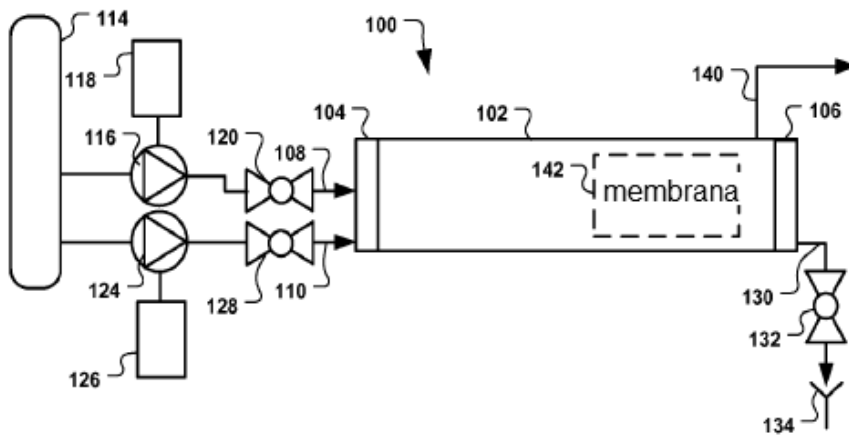


FIG. 7

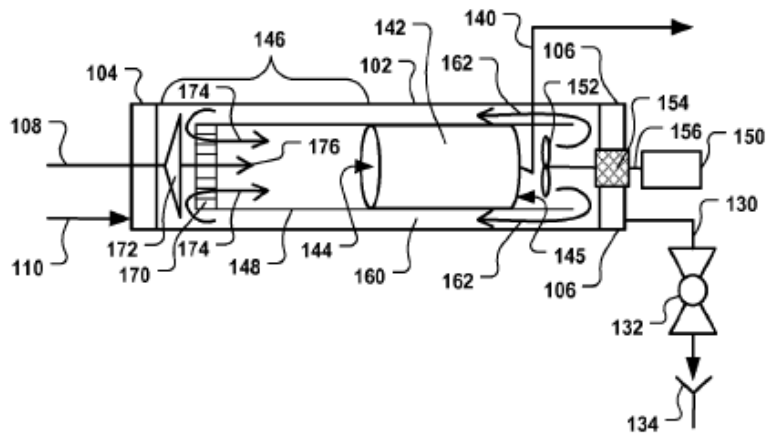


FIG. 8

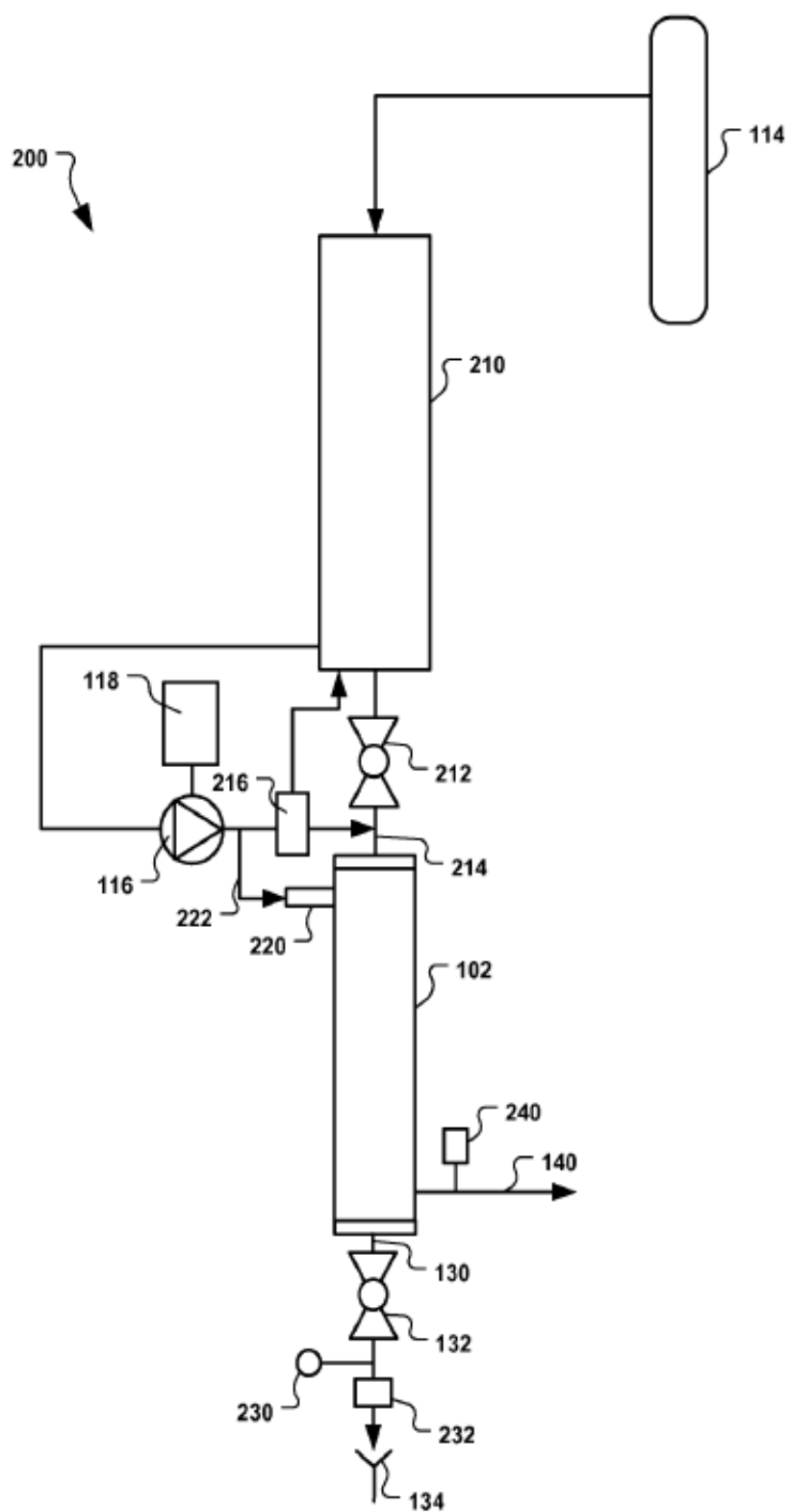


FIG. 9

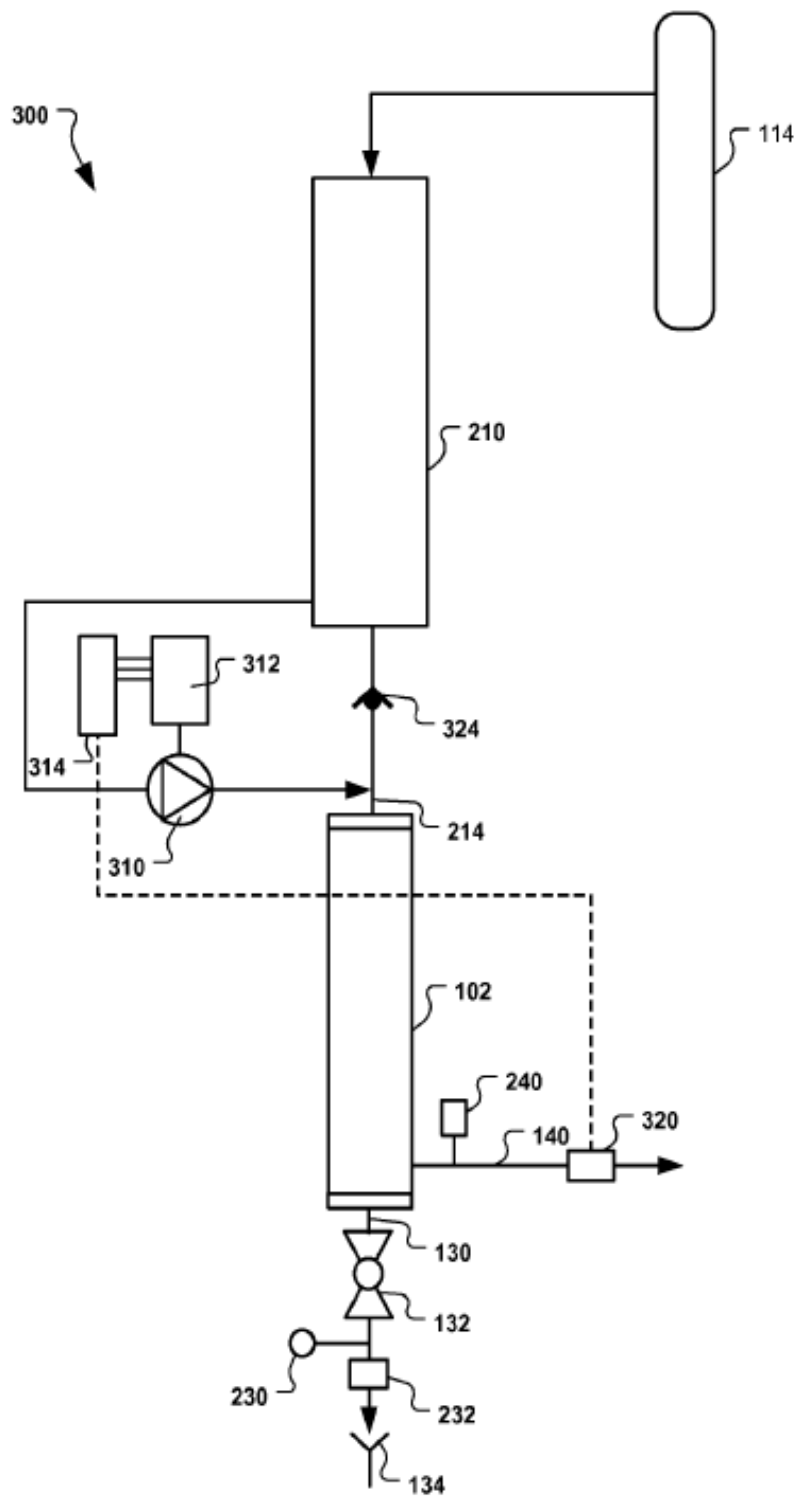


FIG. 10

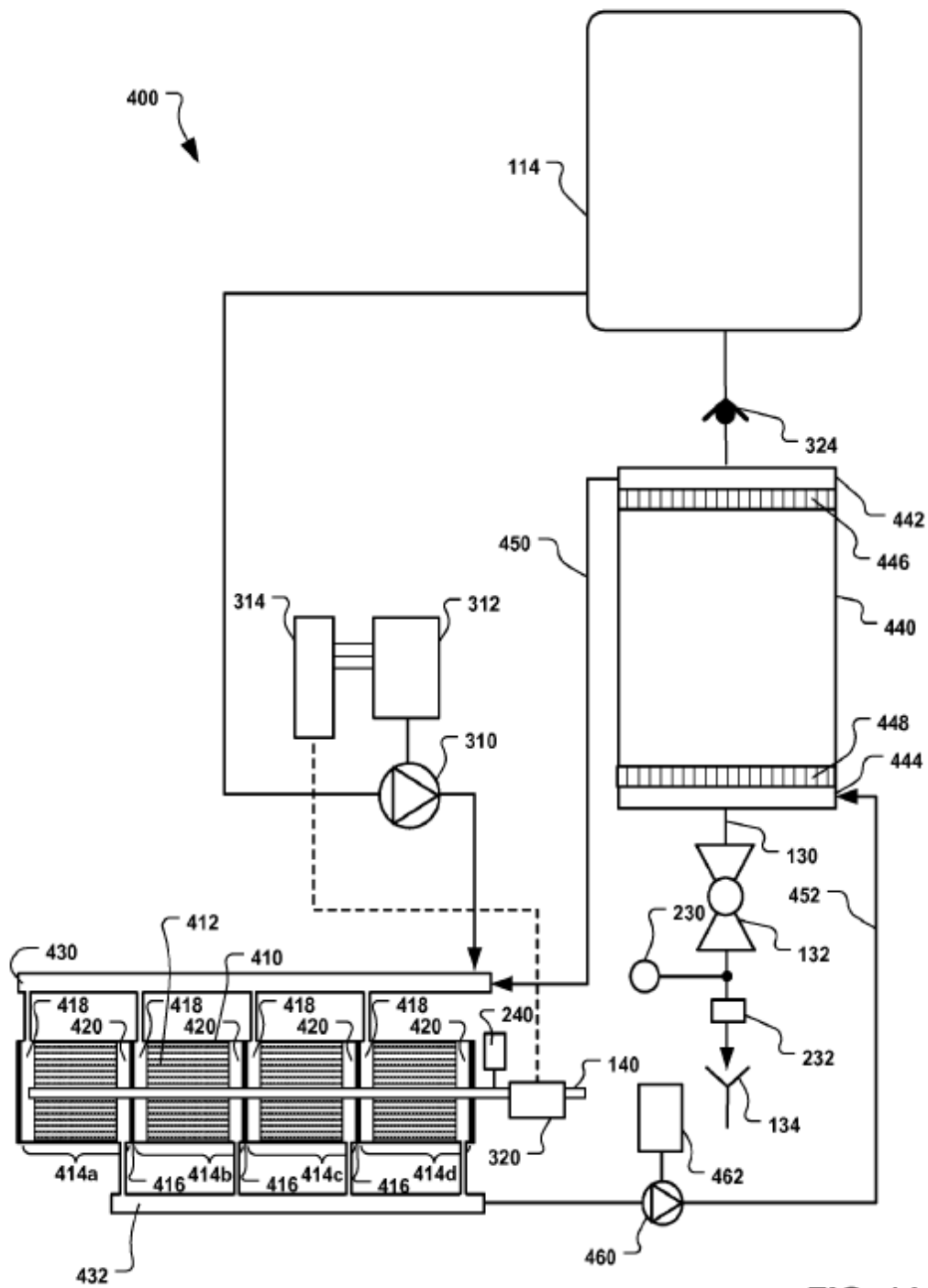


FIG. 11

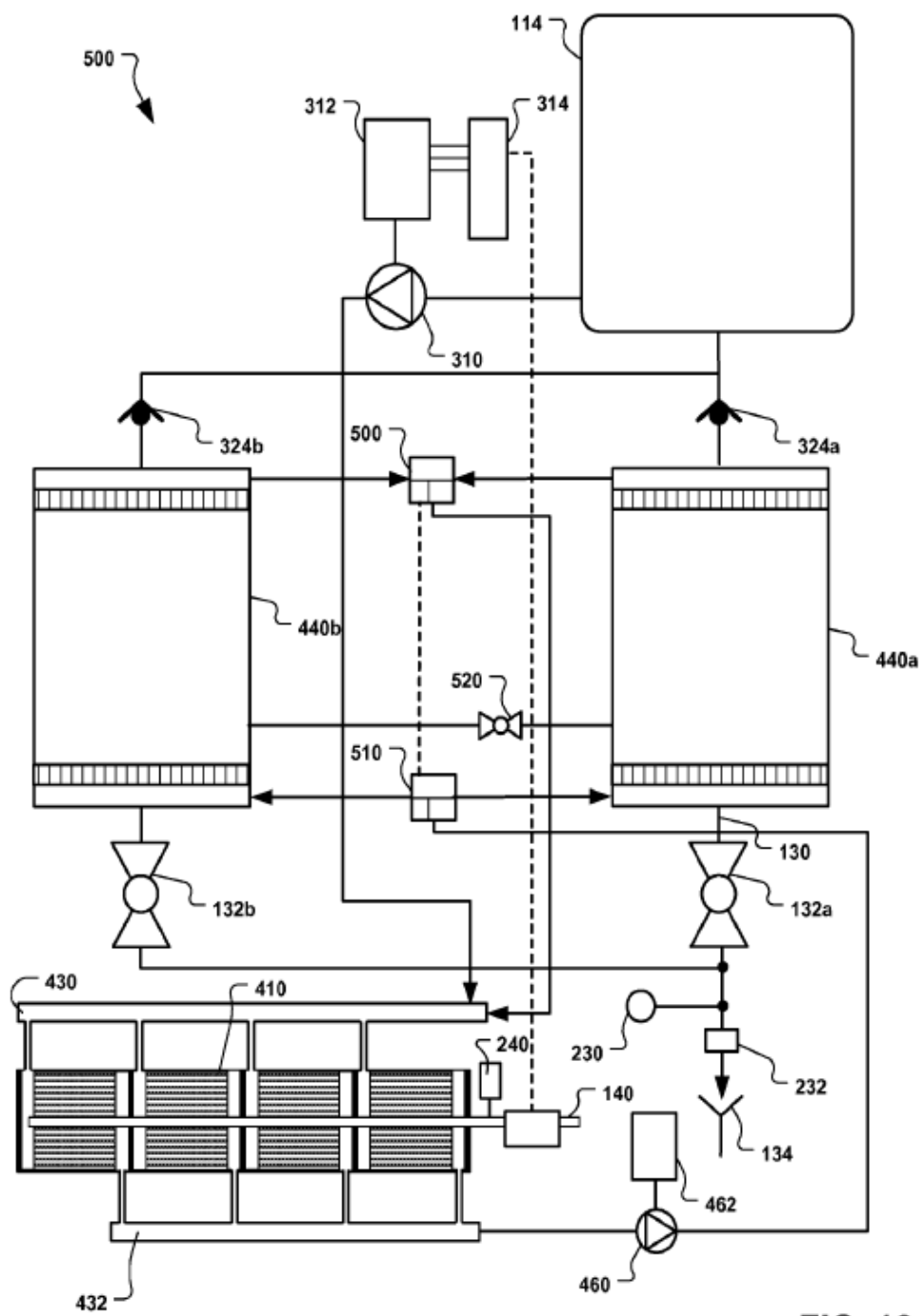


FIG. 12