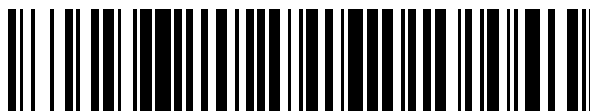


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 159**

51 Int. Cl.:

B01D 61/02 (2006.01)

B01D 61/06 (2006.01)

B01D 61/08 (2006.01)

B01D 61/12 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2008 PCT/US2008/001908**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2008 WO08100544**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2008 E 08725527 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2121169**

54 Título: **Bombeo central y recuperación de energía en un sistema de ósmosis inversa**

30 Prioridad:

13.02.2007 US 901204 P
31.01.2008 US 23194

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2017

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:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 621 159 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

Bombeo central y recuperación de energía en un sistema de ósmosis inversa

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere generalmente a sistemas de ósmosis inversa, y, más específicamente, a un sistema de ósmosis inversa de múltiples fases que presenta una fuente de bombeo centralizada.

10 Antecedentes

Las exposiciones en esta sección proporcionan únicamente información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir técnica anterior.

15 Se utilizan unos sistemas de ósmosis inversa para proporcionar agua fresca a partir de agua salobre o de mar. Se utiliza una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a través de la misma.

Haciendo referencia a continuación a la figura 1, se ilustra un sistema de ósmosis inversa 10 que presenta una disposición de membrana 12 que genera una corriente de permeado 14 y una corriente de salmuera 16 desde una corriente de alimentación 18. La corriente de alimentación 18 incluye normalmente agua salobre o de mar. Una bomba de alimentación 20 acoplada a un motor 22 presuriza la corriente de alimentación 18 hasta obtener el flujo de presión requerido que entra en la disposición de membrana 12.

25 La corriente de permeado 14 es un flujo de fluido purificado a una presión baja. La corriente de salmuera 16 es una corriente de presión más alta que contiene materiales disueltos bloqueados por la membrana. La presión de la corriente de salmuera 16 es solo ligeramente más baja que la corriente de alimentación 18. La disposición de membrana 12 requiere un caudal exacto para un funcionamiento óptimo. Una válvula de estrangulación de salmuera 24 puede utilizarse para regular el flujo a través de la disposición de membrana 12. Tienen lugar cambios debidos a salinidad, temperatura del agua, así como características de membrana, tales como ensuciamiento. La disposición de membrana 12 también puede hacerse funcionar en condiciones fuera de diseño en casos de emergencia. Se requiere el sistema de bombeo de alimentación para satisfacer requisitos de presión y flujo variable.

35 En general, una presión de alimentación más alta aumenta producción de permeado y, a la inversa, una presión de alimentación reducida reduce producción de permeado. Se requiere la disposición de membrana 12 para mantener una recuperación específica que es la relación entre el flujo de permeado y el flujo de alimentación. Así mismo, el flujo de alimentación o flujo de salmuera requiere regulación.

40 Un sistema de pretratamiento 21 también puede proporcionarse para pretratar el fluido hacia el interior de la disposición de membrana 12. El sistema de pretratamiento 21 puede utilizarse para retirar materiales sólidos tales como arena, gravilla y materiales en suspensión. Cada una de las formas de realización a continuación incluyendo aquellas en la divulgación puede incluir un sistema de pretratamiento 21.

45 Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se ilustra un sistema similar al de la figura 1 con la adición de una válvula de estrangulación de alimentación 30. Plantas de ósmosis inversa medias y grandes normalmente incluyen bombas de tipo centrífugo 20. Las bombas presentan un coste relativamente bajo y una buena eficiencia, pero pueden generar una diferencia de presión fija a un caudal y velocidad de rotación dados. Para cambiar la característica de presión/flujo, debe cambiar la velocidad de rotación de bomba. Una manera en la que se diseñaron los sistemas anteriores fue dimensionar la bomba de alimentación 20 para generar la presión de membrana más alta posible y entonces utilizar la válvula de estrangulación 30 para reducir el exceso de presión para satisfacer el requisito de presión de membrana. Un sistema de este tipo presenta una ventaja de coste de capital bajo pero sacrifica eficiencia energética ya que la bomba de alimentación genera más presión y utiliza más energía que la requerida para un funcionamiento típico.

55 Haciendo referencia a continuación a la figura 3, otro sistema para solucionar las características de presión/flujo es añadir un variador de frecuencia 36 para hacer funcionar el motor 22 que, a su vez, controla el funcionamiento de la bomba de alimentación 20. Por tanto, se hace funcionar la bomba de alimentación 20 a velocidad variable para coincidir con el requisito de presión de membrana. Los variadores de frecuencia 36 son caros con grandes capacidades y consumen aproximadamente el tres por ciento de la energía que de otro modo habría ido al motor de bomba.

60 Haciendo referencia a continuación a la figura 4, se ilustra un sistema similar al ilustrado en la Figura 1 utilizando los mismos números de referencia. En esta forma de realización, se utiliza un aumentador ("booster") 40 de presión hidráulico que presenta una parte de bomba 42 y una parte de turbina 44 para recuperar energía de la corriente de salmuera 16. La parte de bomba 42 y la parte de turbina 44 están acopladas juntas con un árbol común 46. La alta presión de la corriente de salmuera pasa a través de la parte de turbina 44 lo que causa que el árbol 46 rote y accione la parte de bomba 42. La parte de bomba 42 aumenta la presión de alimentación en la corriente de

alimentación 18. Esto aumenta la eficiencia energética del sistema. El aumentador 40 genera una parte del requisito de presión de alimentación para la disposición de membrana 12 y, por tanto, la bomba de alimentación 20 y motor 22 pueden reducirse en tamaño ya que requieren una cantidad de presión reducida.

5 Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se ilustra un esquema de bajo coste básico para una gran planta 50 de ósmosis inversa utilizando números de referencia similares a aquellos de la figura 1. En esta forma de realización, se utilizan tres fases de ósmosis inversa que presentan tres membranas 12a, 12b, y 12c junto con tres válvulas de estrangulación 30a, 30b, y 30c. Tres válvulas de estrangulación de salmuera 24a, 24b, y 24c están acopladas a las salidas de salmuera 16a, 16b, y 16c. La corriente de alimentación 18 está acoplada a un colector de alimentación 52 que, a su vez, está acoplado a cada una de las válvulas de estrangulación de alimentación 30a-30c. Cada válvula de estrangulación se utiliza para proporcionar fluido de alimentación a cada membrana respectiva 12a-12c. La corriente de salmuera 16a-16c pasa a través de las válvulas de estrangulación de salmuera 24a-24c y hacia el interior de un colector de salmuera 54. Las corrientes de permeado están acopladas a un colector de permeado 56.

15 En una gran planta 50 de ósmosis inversa, el objetivo es utilizar una bomba de alimentación con la mayor capacidad disponible para lograr la mayor eficiencia posible con el menor coste de capital por unidad de capacidad. La capacidad óptima de una disposición de membrana 12 es habitualmente más pequeña que la de las bombas. Por tanto, una bomba de alimentación única 20 puede utilizarse para múltiples disposiciones de membrana de suministro 12. Una configuración de este tipo se llama bombeo de alimentación centralizado. Dado que cada una de las membranas presenta un requisito de presión variable, puede utilizarse control individual utilizando las válvulas de estrangulación 30a-30c y 24a-24c. Sin embargo, se malgasta energía utilizando válvulas de estrangulación. También, las propias membranas individuales pueden presentar sus propios requisitos de presión debido al siguiente nivel de las membranas que pueden variar sobre la disposición de membrana.

25 Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se ilustra una configuración similar a la de la figura 5 con la adición de un variador de frecuencia utilizado para accionar el motor 22 y por tanto la bomba 20. El variador de frecuencia 60 se utiliza para desarrollar suficiente presión en la bomba 20 para satisfacer los requisitos de presión de las disposiciones de membrana con el mayor requisito de presión. El bombeo centralizado se compensa parcialmente por la dificultad de adaptar la presión de descarga fija de la bomba de alimentación a los requisitos de presión variable de las múltiples disposiciones de membrana. Ambas configuraciones en las figuras 5 y 6 requieren estrangulación individual y, por tanto, está limitada la eficiencia energética.

35 Haciendo referencia a continuación a la figura 7, una forma de realización similar a la ilustrada en la figura 4 puede incluir una boquilla de salmuera auxiliar 70 que está controlada por una válvula de salmuera 72. Las condiciones de funcionamiento normales de una planta de ósmosis inversa pueden requerir realizar variaciones en el flujo de salmuera y presión para que la disposición de membrana siga funcionando en condiciones óptimas. La válvula de salmuera 72 permite aumentar el flujo de salmuera para permitir que pase la salmuera adicional de alta presión hacia el interior de la parte de turbina 44. Si se requiere menos flujo de salmuera, puede cerrarse la válvula de salmuera auxiliar 72. La válvula de salmuera auxiliar 72 puede cerrarse manualmente o cerrarse mediante un actuador de válvula.

45 Haciendo referencia a continuación a la figura 8A, se ilustra otra forma de realización de técnica anterior que incluye un colector de alimentación 80 que recibe fluido de alimentación de baja presión. El fluido de alimentación puede proporcionarse desde un sistema de pretratamiento 21 tal como se ilustra en la figura 1. En esta forma de realización, se ilustra una pluralidad de bombas de alimentación 20. Los componentes expuestos pueden proporcionarse en varios sistemas redundantes. Los componentes pueden denominarse sin sus designaciones alfabéticas. En particular, se proporcionan tres bombas 20a-20c con motores correspondientes 22a-22c. Las bombas 20 proporcionan fluido a una alta presión a un colector de alimentación de alta presión 82. Para su mantenimiento, las bombas 20a-20c pueden aislarse y extraerse de línea a través de la utilización de válvulas de aislamiento 84 y 86. La válvula de aislamiento 84 puede colocarse entre el colector de alimentación de baja presión 80 y la bomba 20. La válvula de aislamiento 86 puede colocarse entre la bomba y el colector de alta presión 82.

55 Las bombas 20, los motores 22, y las válvulas de aislamiento 84 y 86 pueden denominarse en adelante como la parte de bomba de alta presión 90.

Una válvula de aislamiento 92 puede colocarse entre el colector de alta presión 82 y la membrana 12. Cada una de las disposiciones de membrana 12a-12h puede incluir una válvula de aislamiento de entrada correspondiente 92a-h. Una válvula de aislamiento de permeado 94 puede colocarse en la salida de permeado de la disposición de membrana 12. Una válvula de estrangulación 93 también puede disponerse en cada membrana aguas abajo de la válvula de aislamiento 92 para permitir regulación de presión para cada disposición de membrana 12. Las válvulas de estrangulación están marcadas 93a-93h. Una válvula de aislamiento 96 puede ubicarse en la salida de salmuera de alta presión de la disposición de membrana 12. Cada una de las disposiciones de membrana respectivas puede incluir una válvula de aislamiento de permeado 94 y una válvula de aislamiento de salmuera 96. Las disposiciones de membrana 12 y las válvulas de aislamiento 92-96 pueden denominarse en adelante como la sección de disposición de membrana 100 del sistema.

Todas las salidas de permeado de las membranas 12 pueden estar en comunicación fluidica con un colector de permeado de baja presión 102 a través de las válvulas 94. La salida de salmuera de alta presión de las membranas 12 puede estar en comunicación fluidica con un colector de salmuera de alta presión 104.

5 Una pluralidad de intercambiadores 110 de flujo de trabajo (FWE) puede estar en comunicación fluidica con el colector de salmuera de alta presión 104. El intercambiador 110 de flujo de trabajo se describirá además a continuación en la figura 8B.

10 Una salida del intercambiador 110 de flujo de trabajo proporciona una presión rebajada desde la salida de salmuera hasta un drenaje 112.

15 El intercambiador 110 de flujo de trabajo también presenta una entrada en comunicación fluidica con el colector de alimentación de baja presión 80. Cada intercambiador 110 de flujo de trabajo presuriza el fluido recibido desde el colector de alimentación 80 y proporciona una presión más alta al colector de alimentación de alta presión 82. Por tanto, el intercambiador 110 de flujo de trabajo extrae fluido de alimentación desde el colector de alimentación de baja presión 80 y aumenta la presión del mismo que se descarga hacia el interior del colector de alimentación de presión más alta 82. Por tanto, la combinación de la salida de la parte de bomba 90 y la salida de la parte de recuperación de energía 120 se combinan para proporcionar el flujo de alimentación para la parte de membrana 100.

20 El intercambiador 110 de flujo de trabajo por tanto presenta dos entradas de fluido y dos salidas de fluido. La entrada de fluido al intercambiador 110 de flujo de trabajo desde el colector de salmuera 104 puede incluir una válvula de aislamiento 122. La entrada de fluido al intercambiador 110 de flujo de trabajo desde el colector de alimentación de baja presión 80 puede incluir una válvula de aislamiento 124. La salida de salmuera del intercambiador 110 de flujo de trabajo puede incluir una válvula de aislamiento 126. La salida de alta presión del intercambiador 110 de flujo de trabajo puede incluir una válvula de aislamiento 128.

25 Las válvulas de aislamiento 122, 124, 126 y 128 permiten retirar el intercambiador 110 de flujo de trabajo del servicio sin interrumpir el funcionamiento del sistema. En la configuración de la figura 8, el intercambiador 110 de flujo de trabajo solo puede emitir un caudal de alimentación que es aproximadamente igual al caudal de salmuera. No hay posibilidad de aumentar o disminuir el flujo de alimentación relativo al flujo de salmuera.

30 Haciendo referencia a continuación a la figura 8B, se ilustra el intercambiador 110 de flujo de trabajo con más detalle. El intercambiador 110 de flujo de trabajo puede incluir equipos de control eléctricos 130, bombas aumentadoras 133 y otros equipos 137, 138. Los otros equipos pueden incluir pistones, válvulas y recipientes a presión. Los diversos componentes dentro del intercambiador 110 de flujo de trabajo pueden conectarse de diversos modos en función del tipo de componentes utilizados.

35 Un objetivo deseable es mejorar la eficiencia de sistemas de ósmosis inversa para reducir consumo de energía.

40 El documento GB 2 363 741 da a conocer un sistema de desalinización de agua que comprende una unidad de ósmosis inversa y al menos un tanque pulmón, en el que el tanque pulmón comprende un primer compartimento para recibir salmuera retenida desde la unidad de ósmosis inversa y un segundo compartimento para recibir agua de mar, estando separados dichos compartimentos mediante una pared o barrera móvil, y una carga dispuesta para actuar sobre dicha pared o barrera para ayudar a fluir el agua de mar fuera de dicho segundo compartimento y hacia el interior de la unidad de ósmosis inversa.

45 El documento WO 02/09855 da a conocer un aparato para recuperar energía a partir de un procedimiento industrial en donde se bombea un fluido a alta presión al procedimiento industrial y al menos una parte del fluido se descarga del procedimiento a alta presión. El fluido descargado de alta presión se dirige hacia el interior de la entrada de una turbina. El fluido descargado de alta presión hace rotar un impulsor de turbina montado sobre un árbol rotatorio. También se hace rotar un impulsor de una bomba que está montado sobre el árbol mediante la rotación del árbol. El fluido que hay que bombear al procedimiento se dirige hacia la entrada de la bomba. El impulsor rotatorio de la bomba aumenta la presión del fluido suministrado bajo alta presión al procedimiento y recupera energía del fluido de alta presión descargado del procedimiento. Una bomba de alimentación está conectada de manera operativa a la turbina de impulso para suministrar una fuente de agua a alta presión que se debe purificar.

50 El documento de Essam El-Sayed *et al*, «Performance evaluation of two RO membrane configurations in a MSF/RO hybrid system», Desalination 128, Elsevier, 1 de mayo de 2000, páginas 231-245, da a conocer mediciones y evaluaciones realizadas de dos tipos de membranas de ósmosis inversa (RO) funcionando en un sistema de desalinización híbrido que incorpora destilación súbita multifase (MSF) y ósmosis inversa (RO).

Sumario

65 La presente divulgación proporciona un sistema de ósmosis inversa que es rentable para controlar variabilidad en el sistema de una manera conveniente y eficiente.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

5 En un aspecto de la divulgación, un sistema de ósmosis inversa incluye una pluralidad de bombas de alimentación presentando cada una, una entrada de bomba de alimentación y una salida de bomba de alimentación y un colector de entrada en comunicación fluidica con las entradas de bomba de alimentación. El colector de entrada presenta una primera presión del mismo. El sistema también presenta un colector de alimentación de membrana en comunicación fluidica con la salida de bomba de alimentación. El colector de alimentación de membrana presenta una segunda presión mayor que la primera presión. El sistema también presenta una pluralidad de cámaras de
10 membrana cada una en comunicación fluidica con el colector de alimentación de membrana y genera una salida de permeado y una salida de salmuera. Cada salida de salmuera en comunicación fluidica con un colector de salmuera. Una pluralidad de dispositivos aumentadores presentando cada uno una parte de turbina con una entrada de turbina en comunicación fluidica con el colector de salmuera y una parte de bomba que presenta una entrada de bomba de dispositivo aumentador y una salida de bomba de dispositivo aumentador. Cada salida de bomba de dispositivo
15 aumentador está en comunicación fluidica con el colector de alimentación de membrana. El sistema también incluye un colector de entrada de bomba en comunicación fluidica con la entrada de bomba de dispositivo aumentador. El sistema también incluye una bomba de presión media en comunicación fluidica con el colector de entrada y el colector de entrada de bomba. La bomba de presión media genera una tercera presión en el colector de entrada de bomba mayor que la primera presión pero menor que la segunda presión.

20 En un aspecto adicional de la divulgación, un método de hacer funcionar un sistema de ósmosis inversa con una cámara de membrana en comunicación con un colector de alimentación de membrana y generar una salida de permeado y una salida de salmuera en comunicación fluidica con un colector de salmuera, y dispositivos aumentadores presentando cada uno una parte de turbina en comunicación fluidica con el colector de salmuera y una parte de bomba en comunicación fluidica con un colector de entrada de bomba incluye bombear fluido de
25 alimentación que presenta una primera presión en un colector de entrada hasta una segunda presión mayor que la primera presión hacia el interior del colector de alimentación de membrana, bombear fluido de alimentación que presenta la primera presión en el colector de entrada hasta una tercera presión mayor que la primera presión pero menor que la segunda presión hacia el interior de un colector de entrada de bomba, comunicar fluido de alimentación a la tercera presión a las partes de bomba de cada dispositivo aumentador, incrementar la segunda presión en el colector de alimentación de membrana utilizando las partes de bomba de cada dispositivo aumentador en respuesta a una presión de salmuera en un colector de salmuera.

30 Resultarán evidentes unas áreas de aplicabilidad adicionales a partir de la descripción proporcionada en la presente memoria. Debe apreciarse que la descripción y los ejemplos específicos están previstos únicamente a título ilustrativo y no limitativo del alcance de la presente divulgación.

Dibujos

40 Los dibujos descritos en la presente memoria son proporcionados únicamente a título ilustrativo y no limitativo del alcance de la presente divulgación de ningún modo.

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa anterior.

45 La figura 2 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de la técnica anterior alternativo.

La figura 3 es una vista esquemática de otra técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

50 La figura 4 es otra vista esquemática de una configuración de técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

La figura 5 es otra vista esquemática de una configuración de técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

La figura 6 es otra vista esquemática de una configuración de técnica anterior de un sistema de ósmosis inversa.

55 La figura 7 es una vista esquemática de un aumentador de presión hidráulico según la técnica anterior.

La figura 8A es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de membrana multifase según la técnica anterior.

60 La figura 8B es una vista diagramática detallada del intercambiador de flujo de trabajo de la figura 8A según la técnica anterior.

La figura 9 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa según la presente divulgación.

Descripción detallada

- La siguiente descripción es únicamente ejemplificativa en su naturaleza y no está prevista para limitar la presente divulgación, aplicación, o utilidades. Para motivos de claridad, los mismos números de referencia se utilizarán en los dibujos para identificar elementos similares. Tal como se utilizó en la presente memoria, debe interpretarse que la frase al menos uno de A, B, y C significa un lógico (A o B o C), utilizando un lógico no exclusivo o. Debe entenderse que las etapas dentro de un método pueden ejecutarse en diferente orden sin alterar los principios de la presente divulgación.
- Haciendo referencia a continuación a la figura 9, se ilustra una forma de realización similar a la figura 8 con diversos componentes. Los mismos números de referencia se utilizan para los mismos componentes. En esta forma de realización, pueden asociarse válvulas de aislamiento 92, 94 y 96 y válvulas de estrangulación 93 con las disposiciones de membrana 12 y pueden asociarse válvulas de aislamiento 84 y 86 con las bombas 20 de manera similar a lo descrito anteriormente. La pluralidad de bombas de alimentación 20 y las disposiciones de membrana 12 también pueden configurarse al igual que en la figura 8.
- En esta forma de realización, una bomba de presión media 200 accionada mediante un motor 202, que puede accionarse a su vez mediante un variador de velocidad 204, está dispuesta dentro del colector de alimentación de baja presión 80. Un colector de entrada de bomba 222 puede presentar una presión aumentada desde el colector de alimentación de baja presión 80. Puede proporcionarse una válvula de estrangulación 220, además del variador de velocidad 204, para regular la presión dentro del colector de entrada. La bomba de presión media 200 puede utilizarse en última instancia para cambiar la presión en el colector de alimentación 82.
- Un dispositivo aumentador 212 utilizado para la recuperación de energía puede utilizarse en lugar del FWE de la figura 8A. Se ilustran dos dispositivos aumentadores. Cada dispositivo aumentador 212 puede incluir una parte de bomba 210 y una parte de turbina 214. La parte de bomba 210 puede estar en comunicación fluidica con la bomba 200 a través del colector de entrada de bomba. El colector de entrada de bomba 222 presenta fluido de alimentación en el mismo. La parte de turbina 214 presenta una entrada en comunicación fluidica con el colector de salmuera 104 y una salida a baja presión en comunicación con el drenaje 112. La parte de turbina 214 y parte de bomba pueden estar acopladas juntas con un árbol común 215 (u otro mecanismo de acoplamiento) de modo que se captura energía en la corriente de salmuera de alta presión para accionar la parte de bomba 210.
- El colector de salmuera 104 puede estar en comunicación fluidica con un colector de salmuera auxiliar 230. El colector de salmuera auxiliar 230 y el colector de salmuera 104 pueden presentar una válvula de control de salmuera 232 entre ellos. La presión en el colector de salmuera auxiliar 230 puede controlarse y regularse utilizando la válvula de control de salmuera 232. Esto puede hacerse manualmente o mediante actuador. El colector de salmuera auxiliar 230 está en comunicación fluidica con las partes de turbina 214 a través de una boquilla o puerto auxiliar 234. Puede utilizarse una válvula de aislamiento 236A para regular el flujo y aislar o cerrar la entrada al puerto auxiliar 234A.
- En funcionamiento, la bomba de presión media 200 presuriza la alimentación desde el colector de baja presión 80 hasta un valor intermedio mayor que la presión de colector de entrada de alimentación 80. El valor intermedio puede ser aproximadamente el 25 por ciento de la presión de membrana o menor. Se proporciona el fluido de alimentación de presión media a la parte de recuperación de energía 120. Más específicamente, se proporciona el fluido de alimentación a la bomba de alimentación 210 a través del colector de entrada de bomba 222. La parte de bomba 210 aumenta la presión. La parte de turbina 214 del dispositivo aumentador 212 recupera la energía del colector de salmuera de alta presión 104 y aumenta la presión del fluido de alimentación. Se convierte la energía del colector de salmuera 104 para accionar la parte de bomba 210. La presión de la salida de la parte de bomba 210 puede aumentar y permitir variación de la presión en el colector de membrana 82. Puede cambiarse la presión en el colector 82 controlando el VFD 204 en comunicación con el motor 202 y bomba 200.
- Puede utilizarse el colector de salmuera auxiliar 230 para proporcionar presión uniforme a cada boquilla auxiliar 234 de dispositivos aumentadores 212. Cada dispositivo aumentador 212 puede funcionar con el mismo flujo de salmuera y presión y por tanto compartir la carga hidráulica. Un ajuste de la válvula de control de salmuera 232 permite ajustar el flujo de salmuera a cada dispositivo aumentador. Esto elimina actuadores de válvula individuales y válvulas de control que reduce el coste global del sistema. Las válvulas de aislamiento 122, 124, 126, 128 y 236 permiten la retirada de un dispositivo aumentador sin interrupción del sistema. Debe observarse que el flujo máximo a través del colector de salmuera auxiliar 230 puede ser menor que una cantidad predeterminada del flujo en el colector de salmuera 104 tal como el 15%.
- Puede accionarse el dispositivo aumentador 212 para proporcionar un caudal de velocidad variable. Sin embargo, la cantidad de intensificación de presión generado por la parte de bomba de alimentación 210 puede, así mismo, variar. Un alto flujo de alimentación disminuye el aumento de presión y, así mismo, un bajo flujo de alimentación permite un aumento de presión mayor. Por tanto, el flujo de alimentación a través de la parte de bomba puede controlarse regulando la presión del colector de entrada 222 tras la bomba 200. Por tanto, el control del flujo de alimentación puede ser independiente del flujo de salmuera. El flujo de alimentación a través de la parte de bomba

210 puede variarse en un intervalo de aproximadamente el 25 por ciento a través del ajuste de presión a la bomba 200.

5 Otro modo para controlar el sistema es utilizar un medidor de flujo de salmuera 250 en el colector de salmuera de baja presión 252 que conduce al drenaje 112. El medidor de flujo genera una señal de flujo de salmuera a un actuador de válvula en la válvula 232 para regular el flujo de salmuera. Un medidor de flujo de permeado 256 en el colector de permeado de baja presión 102 genera una señal de flujo de permeado a VFD 204 para regular la producción de permeado. De este modo, solo se utilizan dos medidores de flujo para regular la producción de permeado y flujo de salmuera dado que el flujo de alimentación iguala al flujo de salmuera más el flujo de permeado.
10 Independientemente de que el sistema simplemente presente una serie o veinte series, el esquema de control es el mismo. También, si una disposición de membrana o una bomba de alimentación se deja fuera de servicio, los cambios resultantes en los flujos de salmuera y de permeado generan una respuesta para aumentar la velocidad de la bomba de presión media 200 y/o abrir la válvula de control 232 para restaurar los flujos de permeado y de salmuera a los valores diseñados sin requerir ninguna intervención por el personal operativo.

15 A continuación, los expertos en la materia pueden apreciar a partir de la descripción anterior que pueden ponerse en práctica las amplias enseñanzas de la divulgación en una variedad de formas. Por tanto, mientras que la presente divulgación incluye ejemplos particulares, el verdadero alcance de la divulgación está definido en las siguientes reivindicaciones.
20

REIVINDICACIONES

1. Sistema de ósmosis inversa que comprende:

- 5 una pluralidad de bombas de alimentación (20a-20c) presentando cada una, una entrada de bomba de alimentación y una salida de bomba de alimentación;
- un colector de entrada (80) en comunicación fluidica con las entradas de bomba de alimentación, presentando dicho colector de entrada (80) una primera presión;
- 10 un colector de alimentación de membrana (82) en comunicación fluidica con las salidas de bomba de alimentación, presentando dicho colector de alimentación de membrana (82) una segunda presión superior a la primera presión;
- 15 una pluralidad de cámaras de membrana (12a-12h), cada una en comunicación fluidica con el colector de alimentación de membrana (82) y que genera una salida de permeado y una salida de salmuera, cada salida de salmuera en comunicación fluidica con un colector de salmuera (104);
- una pluralidad de dispositivos aumentadores (212a-212b), presentando cada uno una parte de turbina (214a-214b) que presenta una entrada de turbina en comunicación fluidica con el colector de salmuera (104) y una parte de bomba (210a-210b) que presenta una entrada de bomba de dispositivo aumentador y una salida de bomba de dispositivo aumentador en comunicación fluidica con el colector de alimentación de membrana (82);
- 20 un colector de entrada de bomba (222) en comunicación fluidica con la entrada de bomba de dispositivo aumentador;
- un colector de permeado (102) en comunicación fluidica con cada salida de permeado de la pluralidad de cámaras de membrana (12a-12h);
- 30 un medidor de flujo de permeado (256) que genera una señal de flujo de permeado; y
- una bomba de presión media (200) acoplada a un motor (202) y accionamiento de velocidad variable (204), comunicando dicha bomba de presión media (200) un fluido desde el colector de entrada (80) al colector de entrada de bomba (222), controlando dicho accionamiento de velocidad variable (204) la bomba de presión media (200) para generar una tercera presión variable en el colector de entrada de bomba (222) superior a la primera presión e inferior a la segunda presión basándose en la señal de flujo de permeado.
- 35
2. Sistema de ósmosis inversa según la reivindicación 1, que comprende además un colector de salmuera auxiliar (230) en comunicación fluidica con el colector de salmuera (104), comprendiendo cada parte de turbina (214a-214b) una boquilla de entrada auxiliar (236a-236b) en comunicación fluidica con el colector de salmuera auxiliar (230) a través de una válvula de control de salmuera (232).
- 40
3. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la bomba de presión media (200) está dispuesta entre el colector de entrada de bomba (222) y el colector de entrada (80).
- 45
4. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además un colector de salmuera auxiliar (230) en comunicación fluidica con el colector de salmuera (104), comprendiendo cada parte de turbina (214a-214b) una boquilla de entrada auxiliar en comunicación fluidica con el colector de salmuera auxiliar (230).
- 50
5. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un colector de salmuera auxiliar (230) en comunicación fluidica con el colector de salmuera (104), comprendiendo cada parte de turbina (214a-214b) una boquilla de entrada auxiliar (236a-236b) en comunicación fluidica con el colector de salmuera auxiliar (230) a través de una válvula de control de salmuera (232), comprendiendo además dicho sistema de ósmosis inversa un colector de salmuera de baja presión (252) en comunicación fluidica con una salida de parte de turbina de cada uno de la pluralidad de dispositivos aumentadores (212a-212b) y un medidor de flujo de salmuera de baja presión (250) que genera una señal de flujo de salmuera, controlándose la válvula de control de salmuera (232) en respuesta a la señal de flujo de salmuera.
- 55
- 60
6. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el accionamiento de velocidad variable (204) está adaptado para controlar la bomba de presión media (200) de manera que la tercera presión es de aproximadamente 25 por ciento de la segunda presión.

7. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el accionamiento de velocidad variable (204) está adaptado para controlar la bomba de presión media (200) de manera que la tercera presión es inferior a 25 por ciento de la segunda presión.
- 5 8. Sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que un flujo de alimentación a través del colector de alimentación de membrana (82) está controlado independientemente de un flujo de salmuera en el colector de salmuera (104).
- 10 9. Procedimiento de hacer funcionar un sistema de ósmosis inversa según una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas siguientes:
- bompear un fluido de alimentación que presenta una primera presión en el colector de entrada (80) hasta una segunda presión superior a la primera presión hacia el interior del colector de alimentación de membrana (82);
- 15 bompear un fluido de alimentación que presenta la primera presión en el colector de entrada (80) hasta una tercera presión superior a la primera presión hacia el interior del colector de entrada de bomba (222);
- variar la tercera presión a las partes de bomba (210a-210b) de cada dispositivo aumentador (212a-212b); y
- 20 cambiar la segunda presión en el colector de alimentación de membrana (82) utilizando las partes de bomba (210a-210b) de cada dispositivo aumentador (212a-212b) en respuesta a un flujo de salmuera en el colector de salmuera (104).
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además comunicar un fluido de salmuera desde el colector de salmuera (104) a un colector de salmuera auxiliar (230), estando dicho colector de salmuera auxiliar (230) en comunicación fluidica con las partes de turbina (214a-214b).
- 30 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 y 10, que comprende además comunicar un fluido de salmuera desde el colector de salmuera (104) a un colector de salmuera auxiliar (230) a través de una válvula de control de salmuera (232), estando dicho colector de salmuera auxiliar (230) en comunicación fluidica con las partes de turbina (214a-214b), y que comprende además regular la presión en el colector de salmuera auxiliar (230) con la válvula de control de salmuera (232).
- 35 12. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además generar una señal de flujo de salmuera que corresponde a la salida de flujo de salmuera desde cada parte de turbina (214a-214b) de los dispositivos aumentadores (212a-212b), y en el que regular la presión comprende regular la presión en respuesta a la señal de flujo de salmuera y que comprende además generar una señal de flujo de permeado que corresponde a un flujo en la salida de permeado y en el que bombear un fluido de alimentación que presenta la primera presión en el colector de entrada (80) hasta una tercera presión comprende bombear un fluido de alimentación que presenta la primera presión en el colector de entrada (80) hasta la tercera presión en respuesta a la señal de flujo de permeado.
- 40 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que bombear un fluido de alimentación que presenta una primera presión en un colector de entrada (80) hasta una segunda presión superior a la primera presión en el colector de alimentación de membrana (82) comprende bombear un fluido de alimentación que presenta la primera presión en el colector de entrada (80) hasta la segunda presión superior a la primera presión en el colector de alimentación de membrana (82) utilizando la pluralidad de bombas de alimentación (20a-20c).
- 45 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además variar un caudal de las partes de bomba (210a-210b) de los dispositivos aumentadores (212a-212b) variando la tercera presión.
- 50 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, en el que variar la tercera presión comprende variar un caudal de las partes de bomba (210a-210b) de los dispositivos aumentadores (212a-212b) en un intervalo de hasta 25 por ciento variando el ajuste de la tercera presión.
- 55 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 15, en el que dicho colector de salmuera (104) presenta un primer caudal y el colector de salmuera auxiliar (230) presenta un segundo caudal de hasta aproximadamente 15 por ciento del primer caudal.
- 60 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 16, que comprende además controlar un flujo de alimentación a través del colector de alimentación (80) independientemente del flujo de salmuera en el colector de salmuera (104).

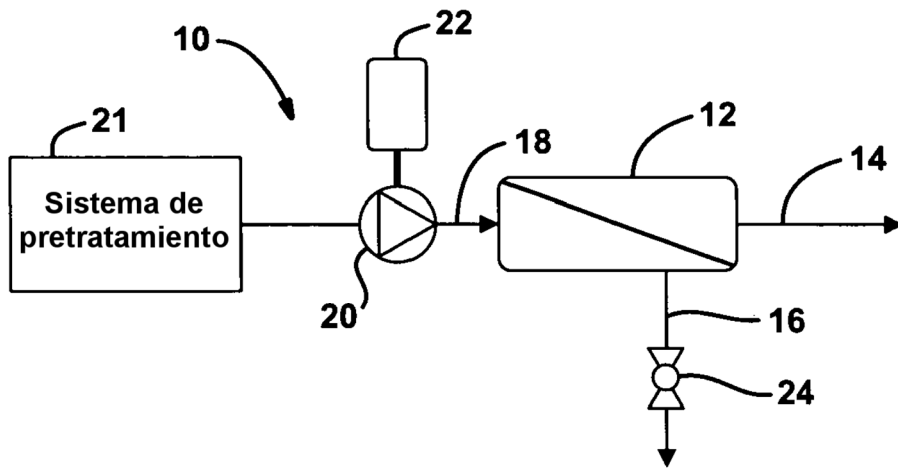


FIG. 1
Técnica anterior

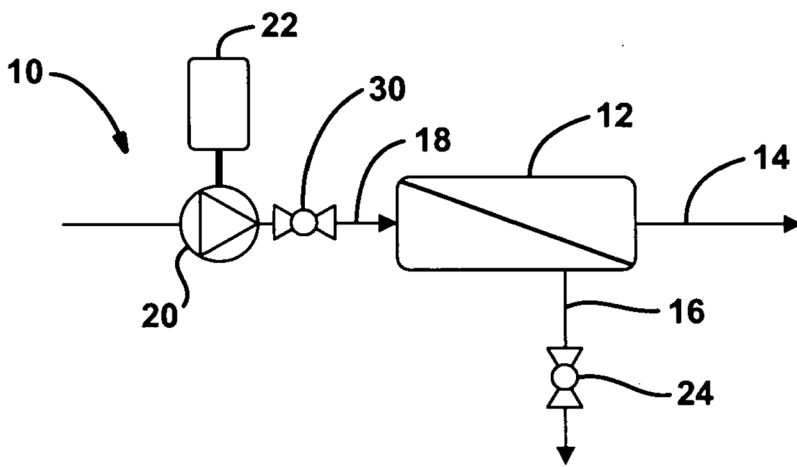


FIG. 2
Técnica anterior

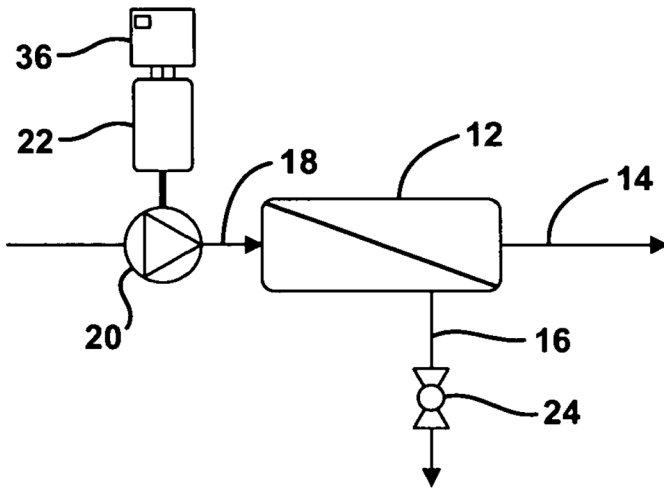


FIG. 3
Técnica anterior

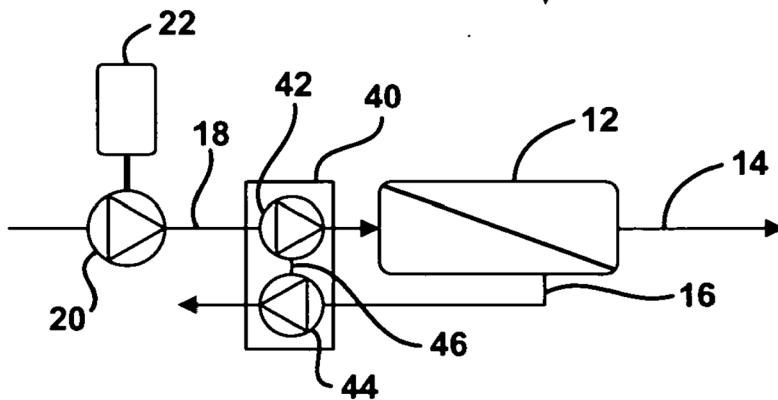


FIG. 4
Técnica anterior

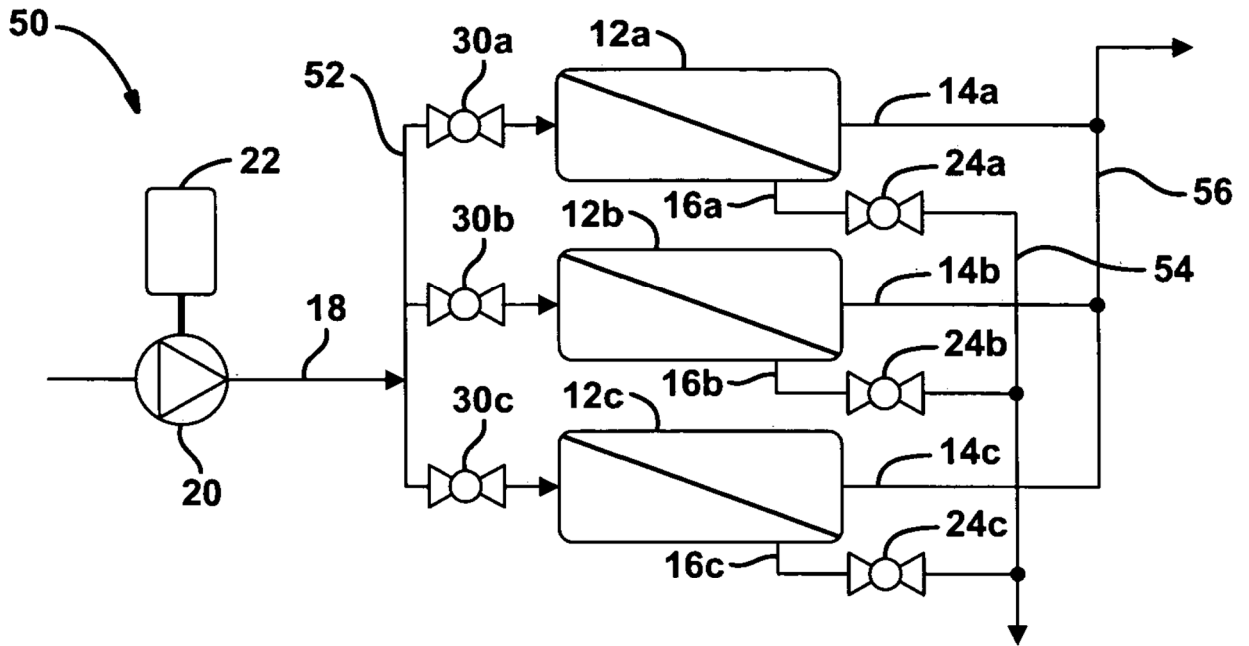


FIG. 5
Técnica anterior

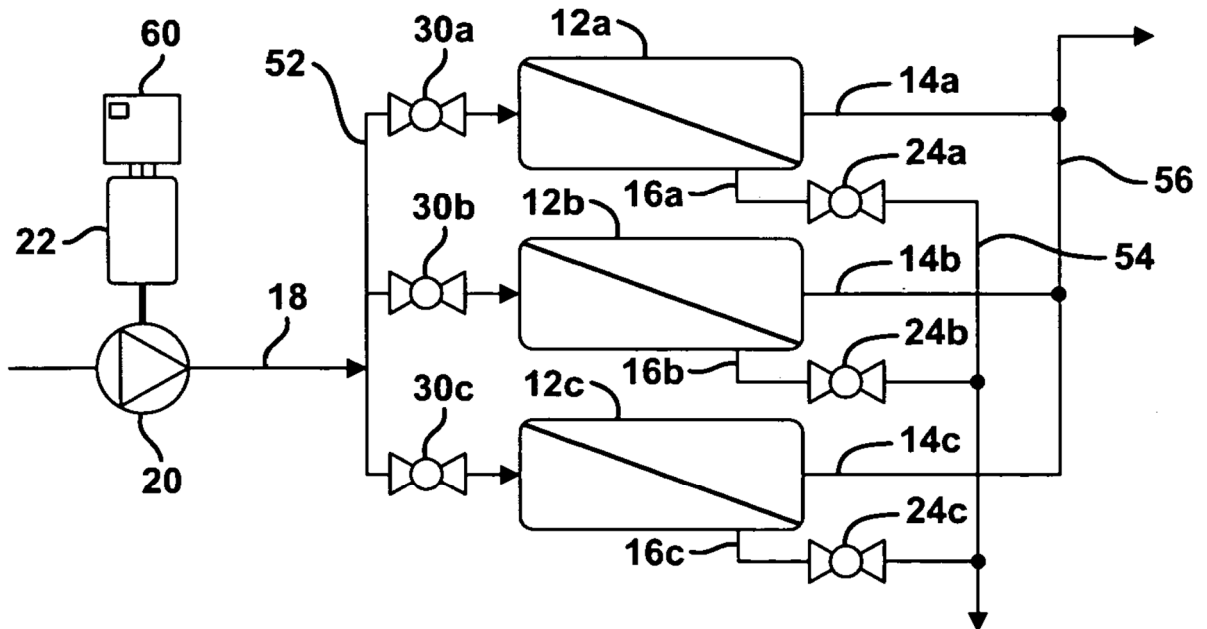


FIG. 6
Técnica anterior

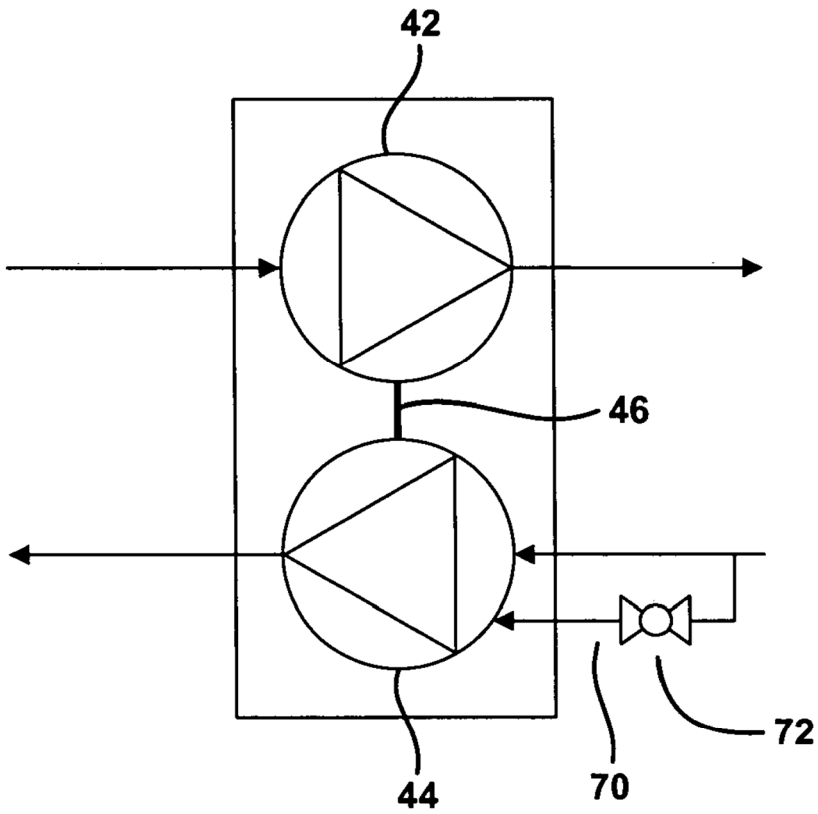


FIG. 7

Técnica anterior

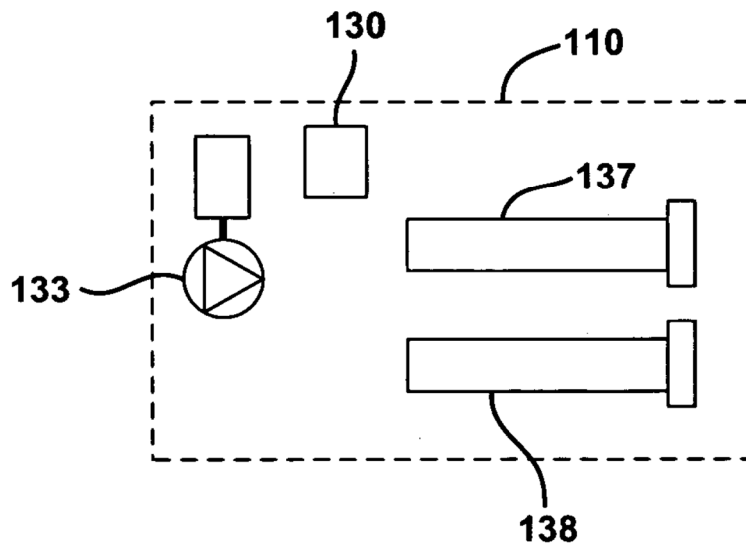


FIG. 8b

Técnica anterior

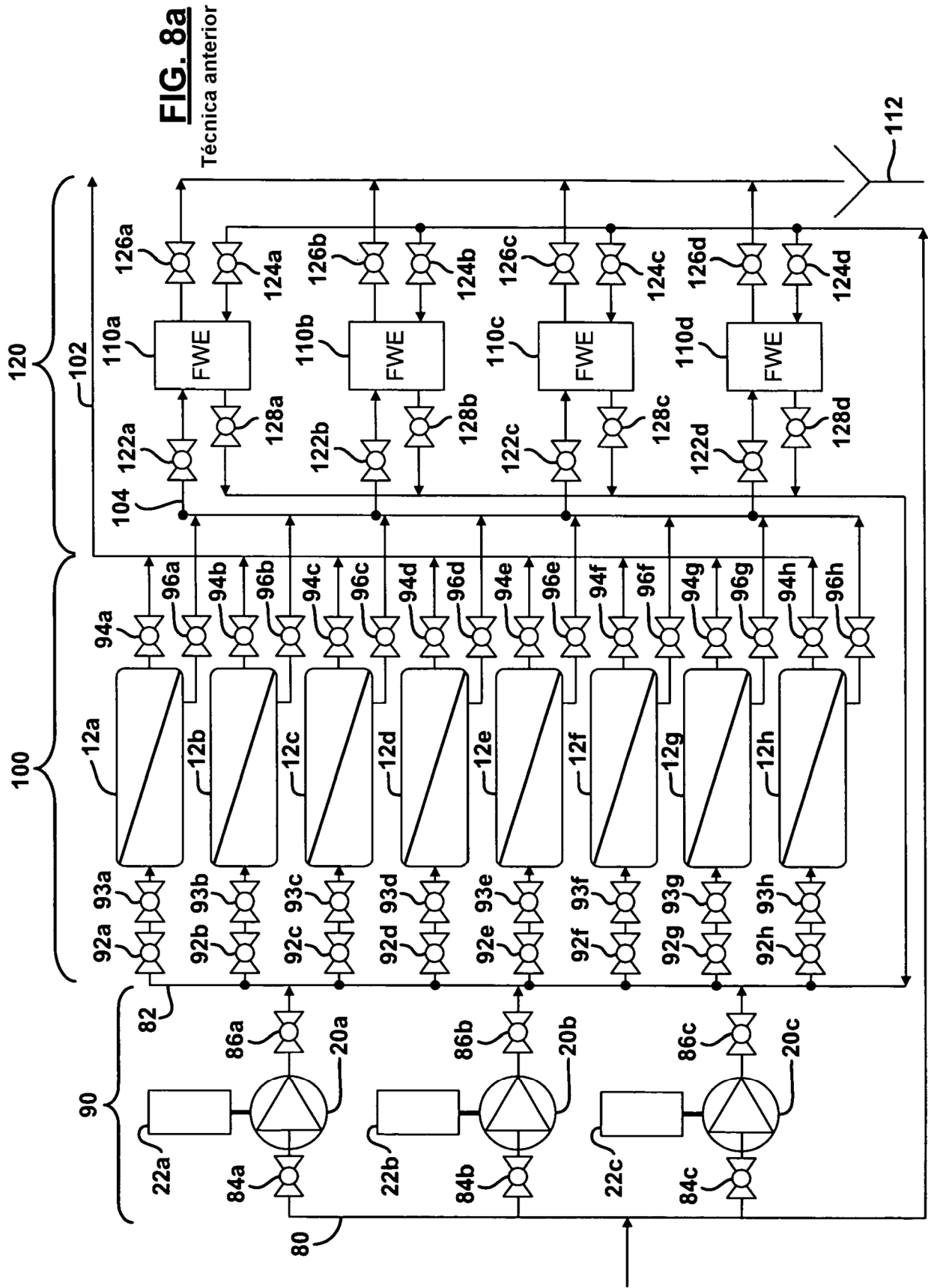


FIG. 9

