

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 234**

51 Int. Cl.:

B01D 61/06 (2006.01)

B01D 61/08 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2010 E 10705970 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2405992**

54 Título: **Sistema de osmosis inversa de funcionamiento discontinuo en proceso continuo con membranas internas, y circulación de concentrado**

30 Prioridad:

12.03.2009 US 159532 P

17.02.2010 US 706811

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

14.01.2016

73 Titular/es:

**FLUID EQUIPMENT DEVELOPMENT COMPANY,
LLC (100.0%)
800 Ternes Drive
Monroe, Michigan 48162, US**

72 Inventor/es:

OKLEJAS, JR., ELI

74 Agente/Representante:

POINDRON, Cyrille

ES 2 556 234 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 osmosis inversa de funcionamiento discontinuo en proceso continuo con membranas internas, y circulación de concentrado.

5

CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere generalmente a sistemas de osmosis inversa, y, más específicamente, a un sistema de osmosis inversa de funcionamiento discontinuo que puede funcionar como un proceso continuo.

10

ANTECEDENTES

Las declaraciones en esta sección proporcionan simplemente información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y puede no constituir técnica anterior.

15

Se usan sistemas de osmosis inversa para proporcionar agua dulce a partir de agua salobre o agua de mar. Se usa una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a través de la misma.

Un sistema de osmosis inversa implica presurizar una solución con una presión aplicada superior a una presión osmótica creada por las sales disueltas en 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 14.000 veces la masa de la sal con respecto a la masa del agua. Una solución al uno por ciento de sal tendría una presión osmótica de aproximadamente 140 psi (965 kPa). El agua oceánica típicamente tiene una concentración al 3,5 por ciento y una presión osmótica de 490 psi (3378 kPa).

20

El agua extraída de un sistema de osmosis inversa se denomina permeado. Según un lote determinado de solución salina se procesa por la membrana de osmosis inversa, la concentración de la solución aumenta. En algún punto, ya no es práctico recuperar permeado de la solución. El material rechazado se denomina salmuera o el desecho. Típicamente, aproximadamente el 50 % de la recuperación de permeado del volumen original de una solución de agua de mar alcanza el límite práctico en los sistemas OI de agua de mar convencionales.

25

Los sistemas de osmosis inversa tienen típicamente varios componentes que están a presiones muy altas que pueden exceder 1.000 psi (6894 kPa). Estos componentes incluyen alojamientos de membranas, tanques de salmuera, bombas y tuberías de interconexión. Proporcionar componentes reforzados aumenta el coste del sistema de osmosis inversa.

30

La Patente US 4.702.842 se refiere a un aparato para realizar osmosis inversa usando recirculación de fluido. El fluido se recicla en un recipiente a presión hasta que se realiza la purificación. El fluido purificado no deja el recipiente de presión hasta que el proceso de purificación está completo.

35

La Solicitud de patente US 2004/007517 se refiere a un dispositivo de filtración que circula fluido a través del mismo. El fluido se divide en dos volúmenes diferentes. El fluido se proporciona en el primer volumen de tal manera que se asegure la circulación del fluido en el interior de los elementos de filtración. El segundo volumen comunica el material retenido que se va a recircular con la admisión de una bomba de circulación.

40

RESUMEN

Esta sección proporciona un resumen general de la divulgación, y no es una divulgación exhaustiva de su alcance completo o de todas sus características.

45

La presente divulgación proporciona un sistema que reduce el número de componentes que han de reforzarse para soportar presiones en comparación con los sistemas conocidos anteriores.

50

En un aspecto de la invención, un sistema de osmosis inversa incluye un tanque de presión que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el tanque de presión tiene un primer volumen adyacente al primer extremo y un segundo volumen adyacente al segundo extremo y un tercer volumen entre el primer volumen y el segundo volumen y un paso de fluido que acopla de forma fluida el segundo volumen al primer volumen. El sistema de osmosis inversa también incluye una pluralidad de membranas dispuestas dentro del tercer volumen generando un permeado y un colector de permeado que recibe el permeado de las membranas y que comunica de forma fluida el permeado fuera

55

del tanque de presión. Una línea de alimentación acopla el fluido de alimentación al tanque de presión. Una primera bomba presuriza la línea de alimentación. Una segunda bomba se dispone dentro del tanque de presión y circula fluido de salmuera del segundo volumen a través del paso de fluido.

- 5 En otro aspecto de la invención, un método para realizar osmosis inversa en un sistema que incluye un tanque de presión que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el tanque de presión tiene un primer volumen adyacente al primer extremo, un segundo volumen adyacente al segundo extremo y un tercer volumen entre el primer volumen y el segundo volumen y un paso de fluido que acopla de forma fluida el segundo volumen al primer volumen incluye comunicar un fluido de alimentación con el tanque de presión, aumentar la presión dentro del tanque de presión con una bomba dispuesta dentro del tercer volumen, generar un permeado en una pluralidad de membranas dispuestas dentro del tercer volumen, comunicar de forma fluida el permeado fuera del tanque de presión y circular salmuera de las membranas del segundo volumen al primer volumen usando una bomba de circulación.

Se harán evidentes áreas de aplicabilidad adicionales a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. La descripción y ejemplos específicos en este resumen están diseñados únicamente con fines de ilustración y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación.

DIBUJOS

- 20 Los dibujos descritos en el presente documento son únicamente para fines de ilustración y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación de ningún modo.

La figura 1 es una vista en sección transversal de una primera realización de un sistema de osmosis inversa de acuerdo con la presente divulgación.

- 25 La figura 2 es una vista en sección transversal radial de la placa de tubos de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal de una segunda realización de la presente divulgación.

La figura 4 es una vista esquemática de un turbocargador para su uso en una configuración alternativa de la figura 1.

La figura 5 es una vista en sección transversal de un educador de acuerdo con la presente divulgación.

- 30 La figura 6 es una bomba electromagnética que puede usarse en lugar de la bomba de recirculación de la figura 1.

La figura 7 es una vista en sección transversal de una tercera realización del sistema de osmosis inversa.

La figura 8 es una vista en sección transversal de una cuarta realización de la presente divulgación.

- 35 La figura 9 es una vista en sección transversal de una quinta realización del sistema de osmosis inversa de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 10 es una vista en sección transversal de una sexta realización del sistema de osmosis inversa de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 11 es una vista en sección transversal de una séptima realización del sistema de osmosis inversa de acuerdo con la presente divulgación.

- 40 La figura 12 es una vista en sección transversal de una octava realización del sistema de osmosis inversa de acuerdo con la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende limitar la presente divulgación, su aplicación o sus usos. Por razones de claridad, se usarán los mismos números de referencia en los dibujos para identificar elementos similares. Como se usa en el presente documento, la frase al menos uno de A, B y C debe interpretarse como significativa de una lógica (A o B o C), usando una lógica no exclusiva o. Debe entenderse que las etapas del método pueden ejecutarse en un orden diferente sin que ello suponga la alteración de los principios de la presente divulgación.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, se ilustra una primera realización de un sistema de osmosis inversa 10. El sistema de osmosis inversa 10 incluye un tanque de presión 12 que incluye un alojamiento 14 y una cubierta 16. El alojamiento 14 puede ser un alojamiento cilíndrico que tiene un eje longitudinal 18. Una cubierta 16 se fija firmemente al alojamiento 14 durante el proceso de osmosis inversa para mantener una condición presurizada en el mismo. La cubierta 16 puede abrirse para el mantenimiento de los componentes dentro del tanque de presión 12. El tanque de presión 12 puede tener un eje longitudinal 18 si el sistema es cilíndrico.

El tanque de presión 12 puede dividirse en tres volúmenes diferentes que incluyen un primer volumen 26 (adyacente

a un primer extremo del tanque de presión 12, como se ilustra en la figura 1), un segundo volumen 28 (adyacente al segundo extremo del tanque de presión 12) y un tercer volumen 30 (entre el primer volumen 26 y el segundo volumen 28). El primer volumen 26 se separa del segundo volumen 28 por el tercer volumen 30.

5 Un paso de fluido 34 puede comunicar fluido entre el segundo volumen 28 y el primer volumen 26. El proceso de comunicación de fluido se describirá adicionalmente a continuación. El paso de fluido 34 puede formarse por una tubería entre el primer volumen 26 y el segundo volumen 28.

Una pluralidad de membranas 40 se dispone en el tercer volumen 30. Las membranas 40 pueden disponerse
10 alejadas de un primer extremo 42 del tercer volumen cerca de un segundo extremo 44 del tercer volumen 30. Las membranas 40 pueden disponerse dentro de un alojamiento de membranas 46. Las membranas 40 permiten que el permeado pase a través de las mismas. El permeado se recoge en una tubería de recogida 48 que se dispone en cada uno de los alojamientos de membranas 46. Por simplicidad, únicamente se ilustra una tubería de recogida 48 para una membrana 40. Cada membrana tiene una tubería de recogida 48. Cada tubería de recogida de permeado
15 48 está en comunicación fluida con un colector de permeado 50. El colector de permeado 50 comunica de forma fluida el permeado fuera del tanque de presión 12 usando una tubería de salida de permeado 52.

Los alojamientos de membranas 46 pueden asegurarse por una o más placas de tubos. En este ejemplo, se usan
20 una primera placa de tubos 54 y una segunda placa de tubos 56. Las placas de tubos 54, 56 pueden formarse a partir de diversos materiales ligeros ya que las presiones que actúan sobre las placas de tubos son bajas. Por ejemplo, las placas de tubos 54, 56 pueden formarse a partir de una lámina de metal, plástico u otro material ligero. La placa de tubos 56 puede sellarse a o contra la pared del alojamiento 14. La placa de tubos 54 puede no extenderse por el alojamiento 14. Al menos una placa de tubos 54, 56 separa e impide el flujo de salmuera directamente entre el segundo volumen 28 y el tercer volumen 30. Las placas 54, 56 garantizan que la salmuera
25 pase a través de los alojamientos de membranas 46. En esta realización, las placas de tubos 54, 56 orientan los alojamientos de membranas 46 en una dirección paralela con el eje longitudinal 18 del tanque de presión 12. Pueden disponerse varios alojamientos de membranas 46 y, por lo tanto, varias membranas 40 dentro del tanque de presión 12. Como se ilustrará a continuación, se disponen dieciséis alojamientos de membranas 46 y, por lo tanto, dieciséis membranas 40. Pueden usarse varios números de membranas 40.

30 Se usa una bomba de circulación 62 para circular fluido del segundo volumen 28 al primer volumen 26. El movimiento de fluido del segundo volumen 28 circula a través del paso de fluido 34 al primer volumen 26 y por último hasta el tercer volumen 30. La dirección de circulación se ilustra por las flechas 64.

35 La bomba de circulación 62 puede accionarse por un motor 66. El motor 66 puede ser un motor sumergible 66. El motor 66 puede situarse en diversas ubicaciones dentro del segundo volumen 28 o dentro del tercer volumen 30 incluyendo directamente adyacente a la bomba o incluido como parte de la bomba de circulación 62. El motor 66 puede acoplarse a la bomba 62 por un eje 68 que se extiende entre los mismos. La bomba de circulación 62 puede situarse en otros lugares dentro del tanque de presión 12, incluyendo dentro del primer volumen 26.

40 Puede usarse una tubería de suministro de baja presión 70 para suministrar fluido de alimentación a baja presión hasta el tanque de presión 12. Más específicamente, la bomba de alimentación 72 puede comunicar fluido de alimentación de baja presión a través del alojamiento 14. La bomba de alimentación 72 puede estar en comunicación fluida con la tubería de suministro 70. La bomba de alimentación 72 puede aumentar la presión del
45 fluido a baja presión. La bomba de alimentación 72 puede acoplarse a un motor de alimentación 74. El motor de alimentación 74 puede ser un motor sumergible usado para accionar la bomba de alimentación 72. La bomba de alimentación 72 puede tener una salida en comunicación fluida con un colector de alimentación 76. El colector de alimentación 76 puede tener una pluralidad de salidas de colector de alimentación 78. Las salidas de colector de alimentación 78 pueden disponerse adyacentes a o cerca de un extremo de los alojamientos de membranas 46 más
50 cercanos al primer extremo 42. Por lo tanto, el fluido de alimentación fresco se proporciona de este modo cerca de las membranas y se consigue reducir la mezcla con el fluido de salinidad aumentada dentro del tanque de presión.

La bomba 72, el motor 74, el colector de alimentación 76 y la salida del colector de alimentación 78 pueden disponerse en su totalidad dentro del tercer volumen 30.

55 Puede disponerse una placa de distribución 80 por el tanque de presión 12. La placa de distribución 80 puede acoplarse mecánicamente a la pared interna 14 del tanque de presión 12. Pueden usarse diversos medios de fijación. Las sujeciones extraíbles permiten acceso a las membranas después se retira la cubierta. La placa de distribución 80 puede tener unas paletas 82 usadas para distribuir uniformemente el fluido que se recircula a través

del paso de fluido 34 y minimizar la turbulencia y la mezcla de los elementos dentro del tercer volumen 30.

Durante el funcionamiento, se proporciona un fluido de alimentación de baja presión a través de la tubería de alimentación 70. La bomba 72 aumenta la presión de la alimentación y también aumenta la presión dentro del tanque de presión 12. El fluido de alimentación se comunica adyacente a las membranas 40. Después de que la presión se ha elevado por encima de la presión osmótica, el permeado del tubo de recogida de permeado 48 se elimina del tanque de presión 12 por el colector de permeado 50. La bomba de circulación 62 circula fluido de salmuera en el segundo volumen 28 a través del paso de fluido 34 al primer volumen 26. Después, el fluido de salmuera recirculado del primer volumen entra en el tercer volumen 30 a través de la placa de distribución 80. Después, el fluido pasa a través de la membrana 40 al segundo volumen 28.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se expone una vista en sección transversal de una placa de tubos 56 tomada en una dirección perpendicular al eje longitudinal 18. Como se ilustra, se ilustra una pluralidad de alojamientos de membranas 46. En esta realización, se ilustran dieciséis alojamientos de membranas. Sin embargo, pueden proporcionarse varios números de alojamientos de membranas, incluyendo únicamente un alojamiento de membranas. La placa de tubos 54 también puede configurarse de manera similar. La placa de tubos 56 obliga al fluido de salmuera a pasar a través del alojamiento de membranas 46 y el fluido de salmuera no convertido en permeado se transfiere al segundo volumen 28. La placa de tubos 54 permite que el fluido entre al alojamiento de membranas 46 del tercer volumen 30.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se ilustra una segunda realización de un sistema de osmosis inversa 10'. En esta realización, el motor 74 de la figura 1 se reemplaza por el motor 174 y una junta de eje 176 en el alojamiento 14 del tanque de presión. El motor 174 se sitúa fuera del tanque de presión 12 y puede proporcionar un motor de alta eficiencia y coste inferior que el motor sumergible 74 ilustrado en la figura 1. Una junta de eje 176 sella el eje del motor 178 para impedir fugas del tanque de presión 12.

También puede proporcionarse un motor de recirculación no sumergible 150 en lugar del motor de recirculación 50. El motor de recirculación 150 también puede tener un eje 152 que se sella en la pared exterior del tanque de presión 12 por una junta de eje 154. El motor 150 se acopla a la bomba de recirculación 62 cuyo funcionamiento se describe en la descripción de la figura 1. Los elementos restantes y el funcionamiento de la segunda realización del sistema de osmosis inversa 10' es igual a como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, la bomba de circulación 62 y el motor de recirculación 50 de la figura 1 pueden reemplazarse por un turbocargador 210. El turbocargador 210 puede incluir una porción de bomba 212 y una porción de turbina 214. Puede usarse un eje común 216 para rotar la bomba 212 en respuesta a la rotación de la turbina 214.

La turbina 214 puede estar en comunicación fluida con la tubería 76 y la salida 78. El flujo de alimentación a través de la tubería 76 rota la turbina que, a su vez, rota la bomba 212 para generar una corriente o flujo de recirculación dentro del tanque de presión 12.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, las salidas 78 pueden incluir un eductor 230. El eductor 230 induce la circulación de salmuera. El flujo de salmuera de la bomba de alimentación 72 se expulsa a mayor presión debido al efecto energizante de la alta velocidad del flujo de alimentación de la bomba de alimentación 72. La salida 232 del eductor 230 recibe el fluido de alimentación de la bomba 72 que se mezcla con el fluido de salmuera 236 y, por lo tanto, el fluido combinado 238 puede no fluir a través de un colector 76 como se ha descrito anteriormente.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, una bomba electromagnética puede reemplazar la bomba 62 y el motor 66 ilustrados en la figura 1. La bomba electromagnética 260 también puede reemplazar el motor 150 y la bomba 62 ilustrados en la figura 3. Las líneas eléctricas 262 proporcionan energía a la bomba electromagnética para crear corrientes eléctricas y campos magnéticos para proporcionar una acción de bombeo en el fluido de salmuera altamente conductor. La bomba electromagnética 260 no tiene partes móviles y, por lo tanto, tiene un aumento de la fiabilidad.

Haciendo referencia ahora a la figura 7, se ilustra otra realización del sistema de osmosis inversa 10" similar a la figura 1 que tiene una disposición de recarga 310. La disposición de recarga 310 permite un funcionamiento continuo en un tanque de un único lote mediante la purga de la salmuera con alimentación fresca una vez que se ha alcanzado la concentración máxima en el tanque de presión 12. La salmuera se despresuriza según deja el tanque y el fluido entrante se presuriza antes de entrar en el tanque. Puede usarse un turbocargador 312 para recuperar parte

de la energía perdida en el proceso. El turbocargador 312 incluye una porción de bomba 314 y una porción de turbina 316. La porción de turbina 316 proporciona fluido de salmuera a través de la tubería de salmuera 318. La tubería de salmuera 318 puede proporcionar el fluido de salmuera a la porción de turbina 316 a través de una válvula 320. La porción de bomba 314 puede inyectar el fluido de alimentación a alta presión a través de una válvula de retención 322. Además del aumento de la presión de la porción de bomba 314, puede usarse una bomba de carga 330 para aumentar la presión en el fluido de alimentación. El fluido de alimentación para la bomba 330 puede proporcionarse desde un tanque de alimentación 350. El tanque de alimentación 350 también puede proporcionar fluido de alimentación a la bomba 72.

10 La bomba de carga 330 puede operarse por un motor 362. El motor puede controlarse por un controlador 364. El controlador 364 puede ser un impulsor de frecuencia variable que se opera en respuesta a un detector de presión 366. La bomba de carga 330 opera durante el proceso de recarga. Cuando el proceso discontinuo ha alcanzado una concentración de salmuera final, la bomba 330 se energiza y la válvula 320 se abre permitiendo que la salmuera se extraiga del primer volumen 26 a través de la tubería 318. La salmuera del primer volumen 26 está a alta presión y, por lo tanto, la porción de turbina 316 se rota, lo que a su vez rota la porción de bomba 314 para aumentar la presión en la alimentación del tanque de alimentación 350. La válvula de retención 322 se abre cuando la presión es suficiente para superar la presión del tanque de presión y permitir la alimentación en el tanque de presión dentro del segundo volumen 28. Al proporcionar la alimentación en la entrada 370, el flujo dentro del tanque de presión 14 es opuesto a las flechas 64. La combinación de la inversión del flujo y la alta velocidad de entrada de la alimentación fresca del tanque de alimentación a través de la entrada de alimentación 370 puede reducir la costra e impurezas de la membrana que pueden realizarse a través de la tubería 318 durante el proceso. La entrada puede estar en diversas ubicaciones, incluyendo en el centro de la superficie inferior del tanque de presión. El fluido de alimentación de la tubería 370 también puede desplazarse hasta los alojamientos de membranas para reducir y eliminar las impurezas de la membrana 40. La velocidad de la bomba 330 puede controlarse por el controlador 364 que controla la velocidad del motor 362. El fluido de la tubería 318 que pasa a través de la turbina 360 puede introducirse en un desagüe 374 a presión reducida.

El fluido que entra en el desagüe 374 tiene una presión significativamente inferior que el fluido de la tubería 318 que se reduce por la porción de turbina 316.

30 Haciendo referencia ahora a la figura 8, se ilustra otra realización del sistema de osmosis inversa 10 similar al de la figura 7 que tiene el motor 74 y la bomba 72 eliminados y controlados por la bomba de carga 330 y el motor 362. En esta realización, la bomba de carga 330 se proporciona directamente después del tanque de alimentación 350. Después de la bomba de carga 330, el fluido puede fluir hasta el colector de fluido o hasta el turbocargador 312. Puede proporcionarse una válvula 410 entre la bomba de carga 330 y el turbocargador 312 para controlar selectivamente la entrada a la porción de bomba 314. Durante la recarga, la válvula 410 se abre para permitir al fluido de alimentación fluir desde el tanque de alimentación 350 a través de la bomba de carga 330 y hasta el tanque de presión 12 como se ha descrito anteriormente. En esta realización, la bomba adicional dentro del tercer volumen 30 se elimina. Las válvulas 410 y 320 se cierran durante el funcionamiento discontinuo y se abren durante la operación de recarga.

Haciendo referencia ahora a la figura 9, se ilustra otra realización del sistema de osmosis inversa 10 similar a la figura 7. En esta realización, un intercambiador de trabajo 510 reemplaza el turbocargador 312. El intercambiador de trabajo 510 se usa para recibir fluido a alta presión del primer volumen 26 a través de la válvula 320 que se abre durante el proceso de recarga y convierte el trabajo en energía útil (para presurizar el fluido de alimentación hasta el tanque de presión 12). Se proporciona el fluido de alimentación en el tanque de presión 12 usando una bomba impelente 572 que se acopla a un motor acelerador 514. El proceso de recarga usa el intercambiador de trabajo de flujo 510 para inyectar alimentación fresca al tanque de presión mientras que elimina un volumen igual de concentrado a través de la tubería 318. La bomba impelente 572 se usa para compensar la pérdida de presión en las tuberías y el intercambiador de trabajo 510. Durante el proceso de recarga, la válvula 320 se abre y la bomba 512 se energiza usando el motor 514. La bomba 72 puede continuar funcionando durante el proceso de recarga y, por lo tanto, la producción de permeado continúa sin interrupción.

Haciendo referencia ahora a la figura 10, se ilustra una realización de un sistema de osmosis inversa 10 similar a la figura 1. En esta realización, un tanque adicional 410 se acopla de forma fluida al tanque de presión 12. El tanque 410 puede tener una tubería de entrada 412 que comunica de forma fluida el fluido del primer volumen del tanque de presión 12 con el tanque de fluido 410. El fluido se proporciona desde el tanque de fluido 410 a través de una tubería de salida 412. La tubería de salida 412 puede acoplar de forma fluida el fluido al tercer volumen del tanque de presión 12. Puede usarse una válvula 414 para controlar el flujo fuera del tanque 410. El tanque 410 aumenta la

cantidad de alimentación que puede procesarse por un lote.

Haciendo referencia ahora a la figura 11, se ilustra otra realización similar a la figura 1. En esta realización, el tanque de presión 12' se aumenta en longitud para aumentar la cantidad de volumen fluido dentro del tanque para asegurar una ejecución discontinua suficientemente larga. Cuando los sólidos disueltos totales de alimentación (TDS) son elevados, entonces puede ser necesario un volumen del tanque adicional para asegurar una ejecución discontinua suficientemente larga. Cuando los sólidos disueltos totales son bajos, puede ser más apropiado el volumen de tanque más pequeño. Puede usarse un extensor de tanque 450 con los sellos 452 para aumentar la longitud del tanque 12'. Pueden usarse sujeciones mecánicas o similares para acoplar mecánicamente el extensor 450 al alojamiento 14 de las realizaciones anteriores. El paso de fluido 34' también puede extenderse de manera que el fluido del segundo volumen 28 pueda comunicarse con el primer volumen 26.

Haciendo referencia ahora a la figura 12, se proporciona otra realización similar a la figura 1. En este ejemplo, se proporciona un fácil acceso, de manera que las membranas 40 puedan reemplazarse fácilmente. En esta realización, el alojamiento de membranas 46 se extiende a través de la segunda placa de tubos 56. El fluido de salmuera del alojamiento de membranas 46 entra aún en el segundo volumen 28.

Una pluralidad de cubiertas 510 se asegura dentro del alojamiento 14. La cubiertas 510 están adyacentes a las membranas 40 de manera que las membranas puedan retirarse fácilmente desde dentro del tanque de presión 12. Las cubiertas 510 pueden acoplarse a la parte inferior del alojamiento 14 mediante diversos métodos, incluyendo, pero sin limitación, empernado, anillos elásticos, u otros métodos adecuados. En esta realización, el colector de permeado 50' se sitúa fuera del tanque de presión 12. Los tubos de recogida 48' se extienden a través de las cubiertas 510. Para acceder a los elementos de membrana, las cubiertas 510 se retiran. Antes de la retirada de las cubiertas 510, los tubos colectores 48' pueden desmontarse para permitir el desmontaje de las cubiertas 510.

Puede usarse un separador 512 para permitir que el fluido de salmuera salga de la membrana para fluir al paso de fluido 34. El separador 512 puede ser una estructura separada o acoplada mecánicamente a las cubiertas 510.

Cabe apreciarse que los diversos componentes de la divulgación para cada una de las figuras pueden intercambiarse. Por ejemplo, cualquiera o ambos motores pueden situarse fuera del tanque de presión o dentro del tanque de presión 12. Asimismo, los sistemas de recarga ilustrado en las figuras 7-12 también pueden intercambiarse entre sí o los otros componentes. Los componentes alternativos de las figuras 4-6 pueden ser individuales en cualquier realización por separado o en combinación.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de osmosis inversa que comprende:
 - 5 un tanque de presión (12) que tiene un primer extremo (42) y un segundo extremo (44), el tanque de presión (12) tiene un primer volumen (26) adyacente al primer extremo (42) y un segundo volumen (28) adyacente al segundo extremo (44) y un tercer volumen (30) entre el primer volumen (26) y el segundo volumen (28);
 - 10 un paso de fluido (34) que acopla de forma fluida el segundo volumen (28) al primer volumen (26); una pluralidad de membranas (40) se disponen en el tercer volumen (30) dentro de un alojamiento de membranas (46), generando dichas membranas (40) un permeado;
 - 15 una placa de tubos (54, 56) que impide un flujo directo de salmuera entre el segundo volumen (28) y el tercer volumen (30) y que asegura que la salmuera pasa a través de los alojamientos de membranas (46); una placa de distribución de fluido (80) adyacente al primer extremo (42) del tanque de presión (12) y que separa el primer volumen (26) y el tercer volumen (30);
 - 20 un colector de permeado (50) que recibe un permeado de las membranas (40) y que comunica de forma fluida el permeado fuera del tanque de presión (12); una línea de alimentación que acopla el fluido de alimentación al tanque de presión (12); un colector de alimentación (76) acoplado de forma fluida a la línea de alimentación, el colector de alimentación (76) tiene una pluralidad de salidas (78) dispuestas adyacentes al extremo de los alojamientos de membranas (46) más cercanos al primer extremo 42 del tanque de presión (12) dentro del tercer volumen (30);
 - 25 una bomba de alimentación (72) que presuriza la línea de alimentación; una bomba de circulación (62) dispuesta dentro del tanque de presión (12) que circula el fluido de salmuera del segundo volumen (28) a través del paso de fluido (34).
2. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que dicho paso de fluido (34) se define por una tubería que se extiende desde el segundo volumen (28) al primer volumen (26).
- 30 3. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de alimentación (72) se dispone dentro del tanque de presión (12).
4. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de alimentación (72) se dispone dentro del tercer volumen (30).
- 35 5. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de alimentación (72) se dispone fuera del tanque de presión (12).
6. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la placa de distribución de fluido (80) se extiende por el tanque de presión (12).
- 40 7. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la pluralidad de salidas (78) comprende un eductor (230).
- 45 8. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que las membranas (40) se disponen adyacentes al segundo extremo (44).
9. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la pluralidad de alojamientos de membranas (46) comprende cada uno un tubo colector (48) acoplado al colector de permeado (50).
- 50 10. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 9, que comprende adicionalmente una placa de tubos (54, 56) que soporta la pluralidad de alojamientos de membranas (46) dispuestos en el tercer volumen (30).
- 55 11. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 10, en el que la placa de tubos (54, 56) comprende una primera placa de tubos (54) en un primer extremo de membrana más cercano al primer volumen (26) y una segunda placa de tubos (56) en un segundo extremo de membrana cercano al segundo volumen (28), extendiéndose dicha segunda placa de tubos (56) por dicho tanque de presión (12).

12. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 11, en el que los alojamientos de membranas (46) se extienden a través de la segunda placa de tubos (56).
13. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 12, en el que dicha segunda
5 placa de tubos (56) se dispone adyacente a las cubiertas (510) que sellan el tanque de presión (12), extendiéndose los tubos colectores (48') a través de la segunda placa de tubos (56) y las cubiertas (510) que se fijan dentro del alojamiento (14) de manera que el colector de permeado (50') se sitúe fuera del tanque de presión (12).
14. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de
10 circulación (62) se dispone dentro del paso de fluido (34).
15. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de circulación (62) se acopla a un motor (66) y un eje (68).
- 15 16. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 15, en el que el motor (66) está adyacente a o dentro del paso de fluido (34).
17. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de
20 circulación (62) comprende una bomba electromagnética (260).
18. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de circulación (62) se acopla a una turbina.
19. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1, en el que la bomba de
25 alimentación (72) se acopla a un motor de alimentación (74, 174).
20. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 19, en el que la bomba de alimentación (72) se acopla a un motor (74) dispuesto dentro del primer volumen (30).
- 30 21. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1 que comprende adicionalmente un turbocargador (210, 312) que comprende una porción de bomba (212, 314) y una porción de turbina (214, 316), dicha porción de turbina (214, 316) acoplada de forma fluida al primer volumen (26) y dicha porción de bomba (212, 314) acoplada de forma fluida al segundo volumen (28) del tanque de presión (12).
- 35 22. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 21 que comprende adicionalmente una bomba de carga (330) acoplada a dicha porción de bomba (314).
23. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 22, en el que la bomba de
40 carga (330) acoplada a dicha porción de bomba (314) a través de una primera válvula (410) y la porción de turbina (316) se acopla a dicho tanque de presión (12) con una segunda válvula (320).
24. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 23, en el que durante la recarga del tanque de presión (12), dicha primera válvula (410) está en una posición abierta y dicha segunda válvula (320) está en una posición abierta y en el que durante el funcionamiento discontinuo del tanque de presión (12),
45 dicha primera válvula (410) está en una posición cerrada y dicha segunda válvula (320) está en una posición cerrada.
25. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 24, en el que la porción de
50 bomba (314) se acopla de forma fluida al tanque de presión (12) a través de una válvula de retención (322).
26. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 22, en el que la bomba de carga (330) está en comunicación fluida con un tanque de alimentación (350).
27. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1 que comprende
55 adicionalmente un intercambiador de trabajo de flujo (510) que tiene una porción de entrada y una porción de salida, estando dicha porción de entrada acoplada de forma fluida al primer volumen (26) y dicha porción de salida acoplada al segundo volumen (28) del tanque (12) opuesto al primer extremo (42).
28. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 27, en el que la porción de

salida se acopla a una bomba impelente (572).

29. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 27, en el que el intercambiador de trabajo de flujo 510 comprende una segunda entrada y se acopla a un tanque de alimentación 5 (350) a través de la segunda entrada.
30. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 29, en el que el tanque de alimentación (350) está en comunicación fluida con una bomba de carga (330).
- 10 31. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 1 que comprende adicionalmente un tanque adicional (410) que tiene una tubería de entrada (412) acoplada de forma fluida al primer volumen (26) y una tubería de salida (412) acoplada de forma fluida al tercer volumen (30).
32. Un sistema de osmosis inversa como se ha indicado en la reivindicación 31 que comprende 15 adicionalmente una válvula (414) acoplada dentro de la tubería de salida (412).
33. Un método para realizar una osmosis inversa en un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicho método:
- 20 comunicar fluido de alimentación al tanque de presión (12) a través de un colector de alimentación (76) acoplado de forma fluida a una línea de alimentación, el colector de alimentación (76) tiene una pluralidad de salidas (78) dispuestas adyacentes al extremo de los alojamientos de membranas (46) más cercanas al primer extremo (42);
- 25 aumentar la presión dentro del tanque de presión (12) con una bomba de alimentación (72);
- generar un permeado en una pluralidad de membranas (40) dispuestas dentro del tercer volumen (30);
- comunicar de forma fluida el permeado fuera del tanque de presión (12);
- 30 circular la salmuera de las membranas (40) del segundo volumen (28) al primer volumen (26) usando una bomba de circulación (62);
- impedir que la salmuera pase directamente entre el segundo volumen (28) y el tercer volumen (30) usando una placa de tubos (54, 56) y alojamientos de membranas (46) que tienen las membranas (40) dispuestas en los mismos; y
- pasar fluido del primer volumen (26) al tercer volumen (30) a través de una placa de distribución (80).
34. Un método como se ha indicado en la reivindicación 33, en el que las etapas de comunicar, aumentar, 35 generar, comunicar de forma fluida y circular se realizan durante el funcionamiento discontinuo del tanque de presión (12).
35. Un método como se ha indicado en la reivindicación 34 que comprende adicionalmente, durante la 40 operación de recarga del tanque de presión (12), realizar las etapas de:
- eliminar el fluido de salmuera del tanque de presión (12); y
- introducir el fluido de alimentación de recarga en el tanque de presión (12).
36. Un método como se ha indicado en la reivindicación 34, en el que la eliminación del fluido de salmuera 45 del tanque (12) comprende eliminar el fluido de salmuera del primer volumen (26) del tanque (12) y en el que la introducción de la alimentación de recarga comprende introducir alimentación de recarga en un segundo volumen (28) del tanque de presión (12).
37. Un método como se ha indicado en la reivindicación 34, en el que la eliminación del fluido de salmuera 50 del tanque (12) comprende eliminar el fluido de salmuera del tanque (12) a través de una porción de turbina (316) de un turbocargador (312) y en el que introducir el fluido de alimentación de recarga en el tanque de presión (12) comprende introducir fluido de alimentación en el tanque de presión (12) a través de una bomba de carga (330) acoplada a la turbina, y que comprende adicionalmente aumentar la presión del fluido de alimentación de recarga con la bomba de carga (330).
- 55 38. Un método como se ha indicado en la reivindicación 33, en el que comunicar el fluido de alimentación con el tanque de presión (12) comprende comunicar el fluido de alimentación con el tanque de presión (12) a través de un suministro de alimentación (350) acoplado a la bomba de carga (330).

39. Un método como se ha indicado en la reivindicación 33, en el que comunicar el fluido de alimentación comprende comunicar el fluido de alimentación con el tanque de presión (12) adyacente a las membranas (40) a través de un eductor (230).

FIG. 3

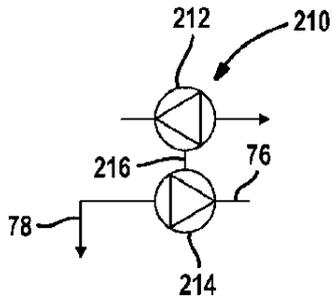
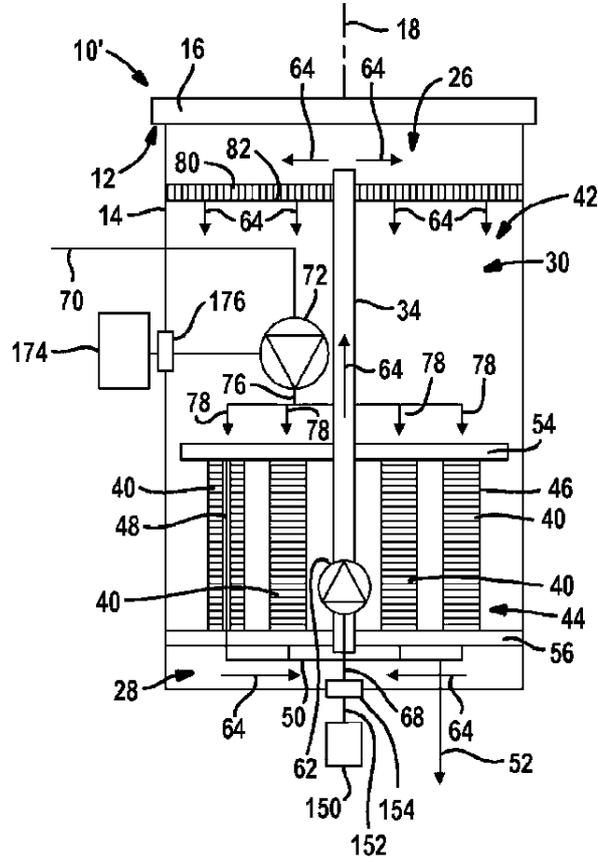


FIG. 4

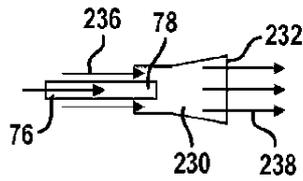


FIG. 5

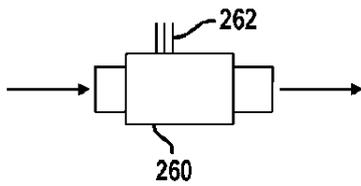


FIG. 6

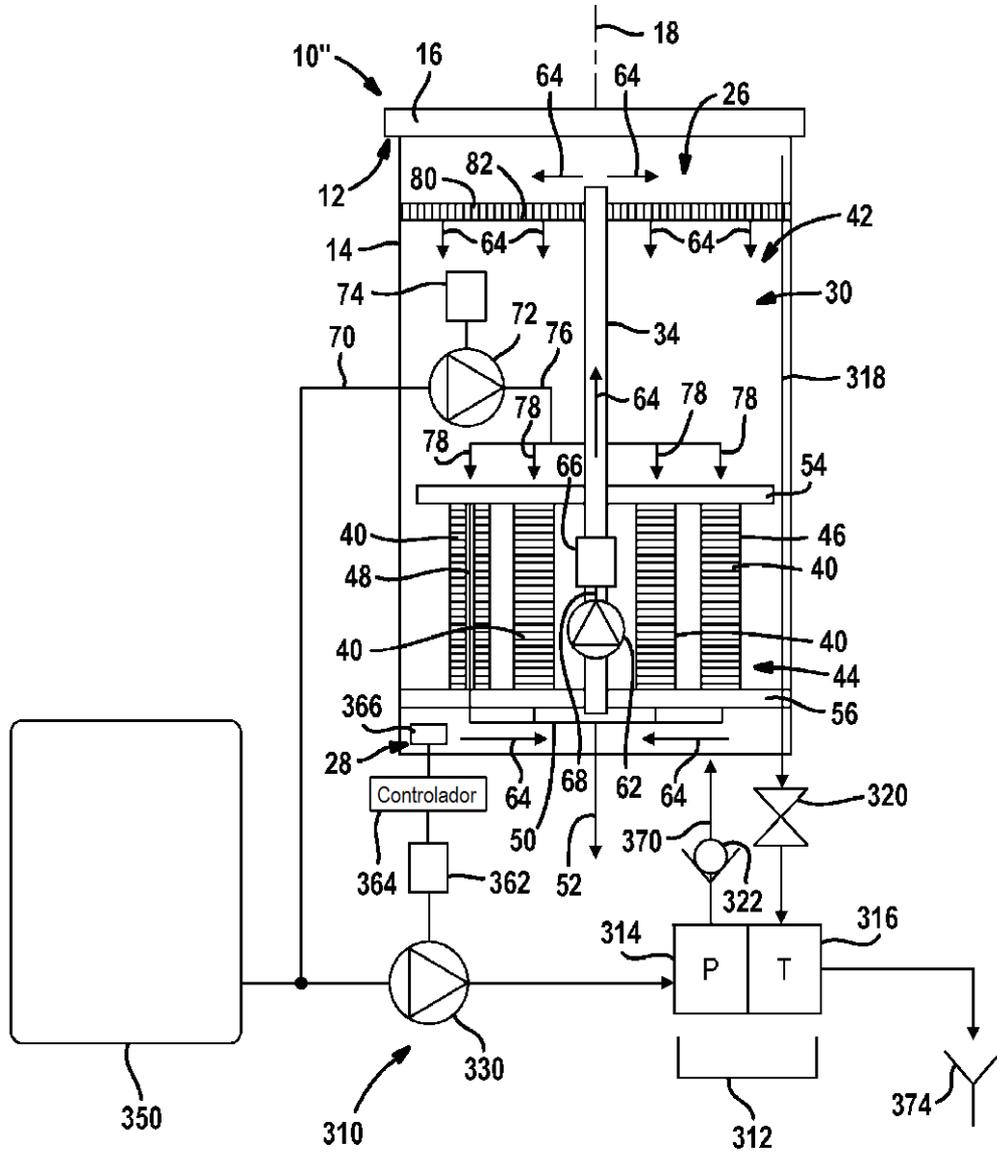


FIG. 7

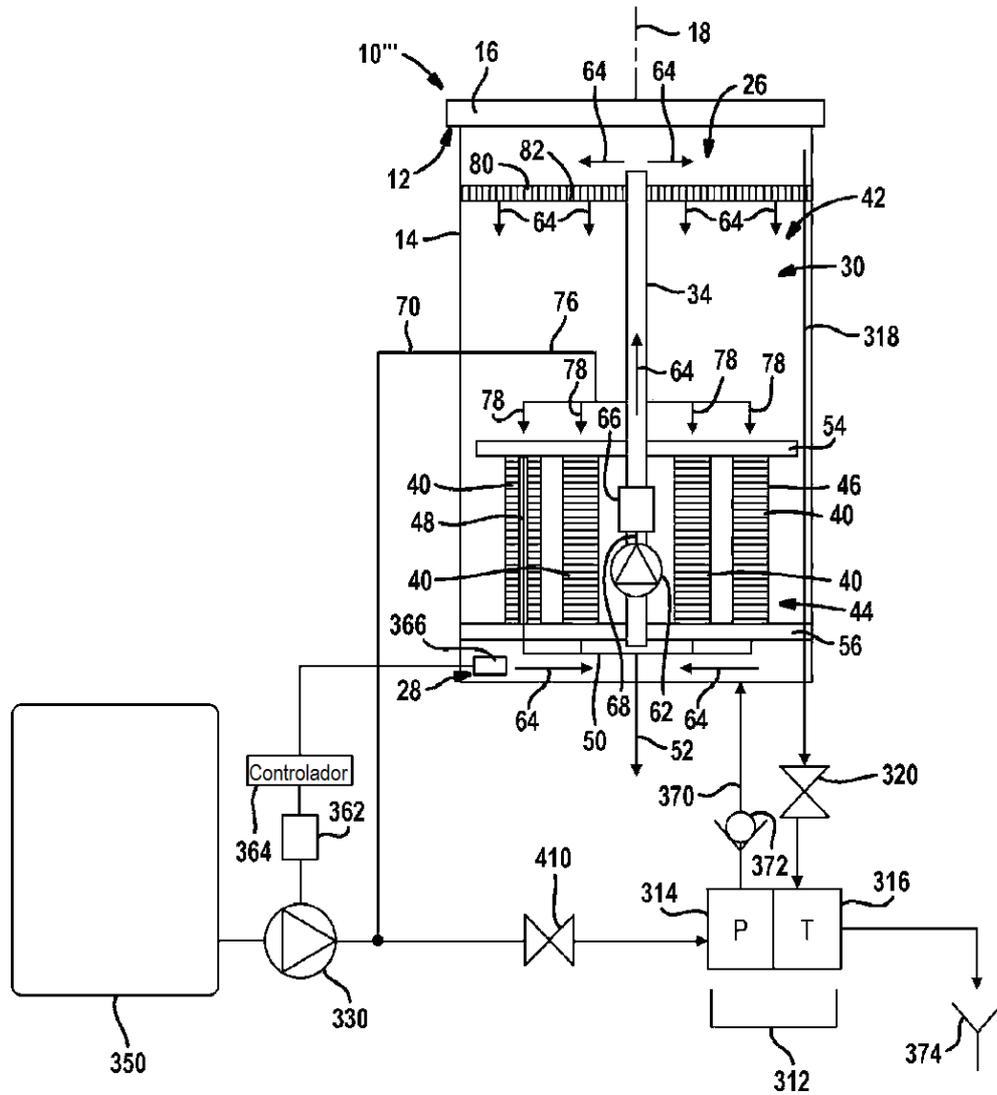


FIG. 8

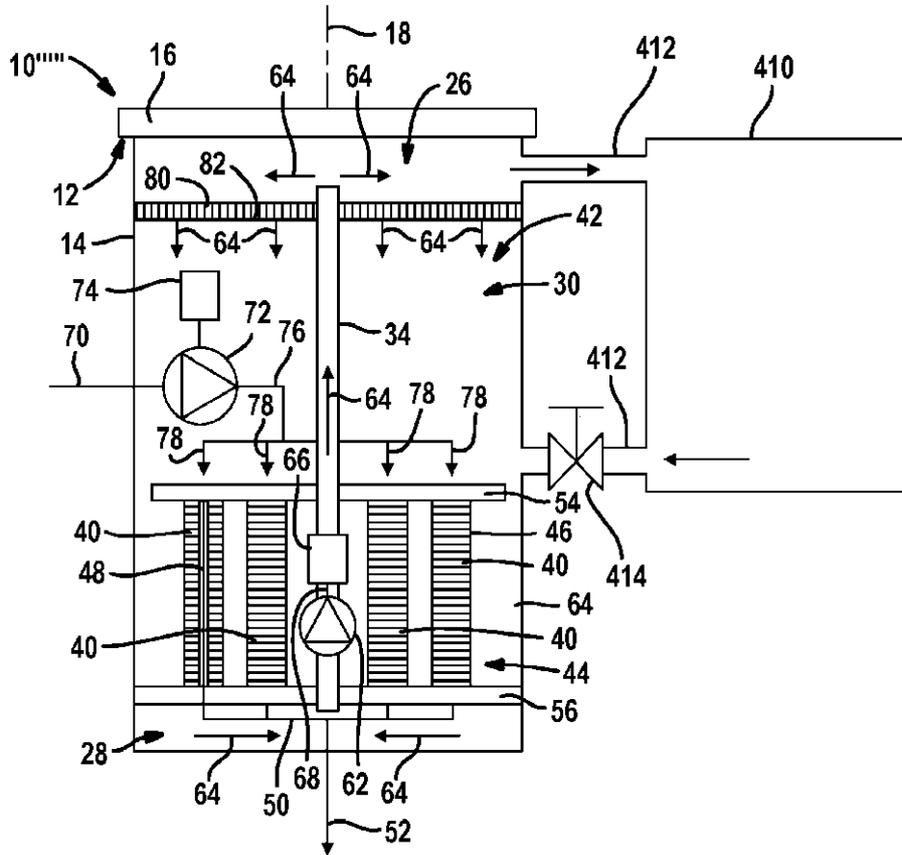


FIG. 10

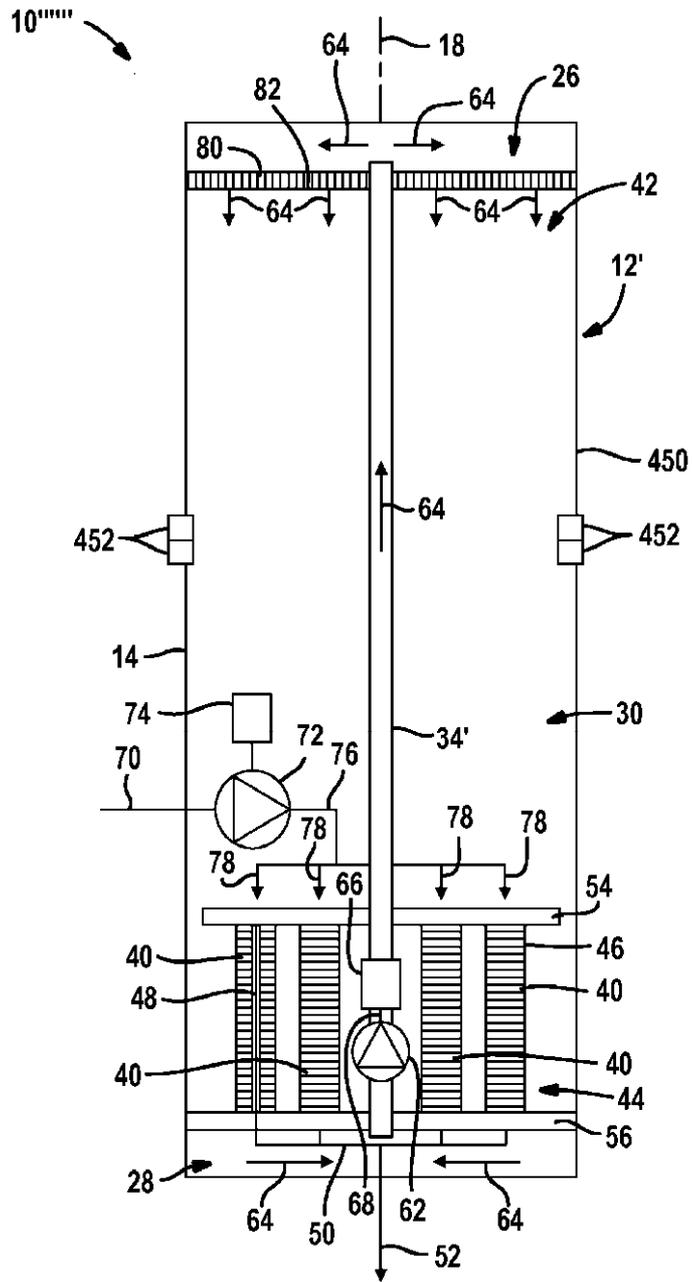


FIG. 11

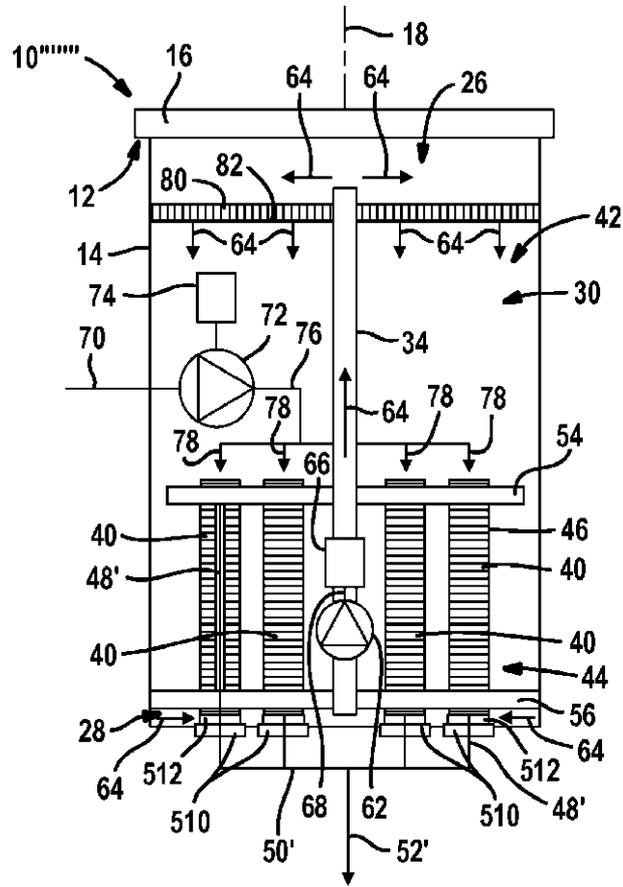


FIG. 12