

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 475**

51 Int. Cl.:

F02C 3/02 (2006.01)

G01L 3/02 (2006.01)

B01D 61/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2005 PCT/US2005/028356**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2006 WO06020679**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2005 E 05785435 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 1805421**

54 Título: **Intercambiador de presión y uso del mismo**

30 Prioridad:

10.08.2004 US 599760 P

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

10.07.2019

73 Titular/es:

**ISOBARIC STRATEGIES, INC. (100.0%)
1525 3rd Street, Suite F
Riversid CA 92507, US**

72 Inventor/es:

HAUGE, LEIFE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 719 475 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

Intercambiador de presión y uso del mismo

La invención versa acerca de un intercambiador de presión de la reivindicación 1 para la transferencia de energía de presión de un flujo de fluido a otro, contenido en el interior de un recipiente a presión con entradas y salidas para cada flujo de fluido en comunicación a través de un rotor con múltiples conductos pasantes y dispuestos para girar a través de su eje longitudinal entre cubiertas terminales opuestas que guían el intercambio de fluido de unas corrientes primera y segunda de fluido en el interior del rotor, y externas al mismo.

Se sabe que los intercambiadores de presión comerciales de la categoría mencionada anteriormente presentan limitaciones operativas de flujo debidas a un ruido, una resistencia a la fluencia, un entremezclado y una cavitación excesivos a pesar de la aplicación de la técnica mencionada a continuación. Además, la fabricación de ciertas partes requiere tolerancias extremas y costosas y una elección limitada de materiales debido a deformaciones elásticas asimétricas.

El documento US 4.887.942, de Hauge, describe un principio para la autorrotación por corrientes de fluido que se basa en el denominado principio de sustentación y resistencia, en el que las paredes del conducto del rotor actúan como perfiles hidrodinámicos. La sección posterior del conducto del rotor expuesta al flujo de salida del fluido de baja presión se encuentra en riesgo de cavitación a velocidades elevadas de flujo y, por lo tanto, de un factor limitante para la capacidad de flujo unitario.

El documento US 5.988.993, de Hauge, describe un sistema de posicionamiento de un rotor que requiere tolerancias sumamente pequeñas para el acoplamiento del rotor y del manguito externo de rodamientos, que hace que la fabricación sea costosa. Además, el principio de soporte hidrostático requiere un grado elevado de filtración cuando se purga el fluido de la corriente de fluido a una presión elevada y se lo hace atravesar los espacios libres del rotor radial/manguito en un modo de extremo cerrado. Esto puede provocar la obstrucción y el bloqueo del rotor bajo ciertas circunstancias y aplicaciones. El manguito externo también evita que el diámetro externo del rotor esté dimensionado según el diámetro externo de la cubierta terminal o el diámetro interno del recipiente a presión y, por lo tanto, limita la eficacia y la capacidad adicionalmente.

El documento US 6.540.487, de Polizos et al., describe un mecanismo de transferencia de la presión que busca evitar la despresurización repentina del fluido a alta presión y la cavitación destructiva y el ruido. Sin embargo, en realidad solo tiene un éxito parcial dado que se mueve el daño por cavitación al canal de conexión y se aleja del borde de salida del orificio de la cubierta terminal.

El documento US 6.659.731, de Hauge, describe el retorno fluido despresurizado a través del centro del rotor para inducir una resistencia innecesaria a la fluencia con el resultado de una menor eficacia. El recipiente a presión descrito tiene múltiples juntas externas, que acabarán teniendo fugas y requieren una sustitución, lo que provoca una interrupción operativa y un mantenimiento costoso.

El documento US 6.439.209, de Wenger, da a conocer una máquina de ondas de presión por dinámica de gases, que se destina para el suministro de aire de carga de un motor de combustión interna, comprende un rotor, un canal de entrada de aire nuevo a baja presión, un canal de aire de carga a alta presión que conduce al motor de combustión interna, un canal de escape a alta presión procedente del motor de combustión interna y un canal de escape a baja presión, estando encerrados el canal de escape a baja presión y el canal de escape a alta presión en un alojamiento de gas y estando encerrados el canal de entrada de aire nuevo a baja presión y el canal de aire de carga a alta presión en un alojamiento de aire, y comunicándose cada uno de los cuatro canales con el rotor a través de aberturas con forma de sector en sus alojamientos respectivos. Esta divulgación se corresponde al menos como una disposición de dos flujos que imparten un movimiento giratorio a un rotor central al contenido del preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 4.002.414, de Coleman, da a conocer un rotor que tiene una pluralidad de cámaras del rotor formadas integrales con el mismo. Cada cámara tiene una abertura que se abre a una sección principal, cuyas paredes laterales son sustancialmente paralelas, y tiene, además, una sección de tobera cuyas paredes laterales se desvían un ángulo desde las paredes laterales de la sección principal para crear un estrechamiento significativo en sección transversal, terminando la sección de tobera en una abertura de salida.

Por lo tanto, existe una necesidad de un intercambiador de presión que mejore al menos algunas de las desventajas que se han hecho notar anteriormente de intercambiadores existentes de presión. Por lo tanto, al menos un objeto de la invención es proporcionar un intercambiador de presión que no esté estorbado por las desventajas mencionadas anteriormente.

Según la reivindicación 1 de la presente invención, el intercambiador de presión que tiene una capacidad de flujo y un momento de inicio mayores. El intercambiador de presión utiliza el principio de momento de impulso unilateral unidireccional para la autorrotación que es menos susceptible a la cavitación. El intercambiador de presión está configurado para exhibir una mayor capacidad de flujo junto con una eficacia mejorada de operación y de

fabricación. El intercambiador de presión comprende un eje central para el posicionamiento del rotor preferentemente junto con un rotor con un tamaño de diámetro completo.

5 Según al menos una realización de la presente invención, se proporciona un intercambiador de presión que tiene una despresurización y una presurización mejoradas de los conductos del rotor. El intercambiador de presión según la presente realización comprende una disminución geométrica controlada del espacio libre de la cubierta terminal en la dirección de rotación para lograr este rendimiento mejorado.

10 Según al menos una realización de la presente invención, se proporciona un intercambiador de presión que está configurado para ser menos susceptible a una deformación sustancial o asimétrico del eje de la cubierta terminal. Mediante un equilibrio completo de fuerzas en un área expuesta a una presión elevada situada sustancialmente opuesta al centroide de la fuerza de separación de cada cubierta terminal. El intercambiador de presión según la realización es capaz de lograr un rendimiento equivalente o mejorado y permitir el uso de materiales distintos de la cerámica y una mayor relación de longitud/diámetro para el rotor.

15 Según al menos una realización de la presente invención, se proporciona un intercambiador de presión que tiene un menor potencial de fugas. El intercambiador de presión según la presente realización comprende una única junta externa.

20 Al menos una realización de la invención puede proporcionar un intercambiador de presión para transferir energía de presión de un primer flujo de fluido a un segundo flujo de fluido. El intercambiador de presión según la presente realización puede comprender un recipiente a presión con forma sustancialmente cilíndrica, un par de cubiertas terminales ubicados en extremos opuestos del recipiente a presión, teniendo cada cubierta terminal al menos un paso formado en el mismo, un rotor, dispuesto en el interior del recipiente, que comprende múltiples conductos pasantes y dispuestos para su rotación en torno a un eje longitudinal entre el par de cubiertas terminales opuestas. Los conductos tienen ejes que son paralelos al eje longitudinal del rotor. El rotor está adaptado para guiar un intercambio de fluido tanto en el interior del rotor como en su exterior, un par de entradas de fluido y un par de salidas de fluido en comunicación con las entradas de fluido para fomentar un primer flujo de fluido y un segundo flujo de fluido a través del rotor, estando orientados los pasos opuestos de las cubiertas terminales en un lado de la entrada de fluido con un grado de inclinación para impartir un momento de impulso unirrotaional sobre el rotor con independencia de la dirección de flujo de los flujos primero y segundo de fluido con respecto al recipiente a presión mediante un componente vectorial de flujo tangencial de entrada en la dirección de rotación y un componente vectorial de flujo de salida en una dirección contraria de rotación.

30 Al menos otra realización según la invención puede proporcionar un dispositivo de intercambio bidireccional de presión para intercambiar presión de un flujo de fluido a otro flujo de fluido. El dispositivo de intercambio de presión según la presente realización puede comprender un recipiente a presión, un par de cubiertas terminales dispuestas en extremos opuestos del recipiente a presión, teniendo cada cubierta terminal al menos un paso de fluido formado en la misma, un rotor, ubicado en el interior del recipiente a presión, que comprende múltiples conductos pasantes y dispuestos para la rotación en torno a su eje longitudinal entre el par de cubiertas terminales opuestas. Los conductos tienen ejes que son paralelos al eje longitudinal del rotor. El rotor guía el intercambio de fluido tanto en el interior del rotor como en el exterior del mismo, un primer recorrido sustancialmente axial de flujo de fluido perpendicular a un plano de rotación del rotor que comprende una entrada y una salida que se comunican a través del rotor, y un segundo recorrido de flujo de fluido que es al menos en parte paralelo al primer recorrido de flujo de fluido a través del rotor, y en torno al mismo, y que comprende una entrada y una salida que son sustancialmente perpendiculares al primer recorrido de flujo de fluido, estando orientados los pasos opuestos de fluido de las cubiertas terminales en un lado de la entrada con un grado de inclinación para impartir un momento de impulso unirrotaional al rotor con independencia de la dirección del flujo mediante un componente vectorial de flujo tangencial de entrada en la dirección de la rotación y un componente vectorial de flujo tangencial de salida en una dirección contraria de rotación.

45 Según la invención de la reivindicación 18, se proporciona un sistema de ósmosis inversa para desalar agua de mar. El sistema comprende un suministro de agua dulce, un suministro de agua de mar, una membrana que separa el suministro de agua dulce del suministro de agua de mar, manteniéndose el suministro de agua de mar a una presión contra la membrana suficiente para invertir una tendencia osmótica del agua dulce a fluir al agua de mar, y un intercambiador de presión de la reivindicación 1.

Las realizaciones se explican como sigue.

55 La FIG. 1 es una vista externa en perspectiva de un intercambiador de presión según una realización de la invención; las FIGURAS 2(a) y 2(b) son vistas parcial y completamente recortadas en perspectiva del intercambiador de presión y de componentes del intercambiador de presión según la realización ejemplar ilustrada en la FIG. 1; la FIG. 3 es un diagrama vectorial de fuerzas que ilustra el principio de momento de impulso para una autorrotación;

las FIGURAS 4(a) y 4(b) son diagramas esquemáticos que ilustran la geometría que efectúa un cambio controlado de la presión en el área de estanqueidad de un intercambiador de presión según al menos una realización de la invención;

5 las FIGURAS 5(a) y 5(b) son vistas parciales recortadas en perspectiva de una cubierta terminal del intercambiador de presión según al menos una realización de la invención; y

la FIG. 6 es un diagrama vectorial de fuerzas que ilustra las fuerzas que actúan sobre las cubiertas terminales y las fuerzas contrarias de equilibrio en un intercambiador de presión según al menos una realización de la invención.

10 Se prevé que la siguiente descripción transmita una comprensión minuciosa de las realizaciones descritas proporcionando un número de realizaciones y de detalles específicos que implican un intercambiador mejorado de presión para transferir energía de presión de un flujo de fluido a otro. Sin embargo, se debería apreciar que la presente invención no está limitada a estas realizaciones ni a detalles específicos, que son únicamente ejemplares. Se comprenderá, además, que una persona con un nivel normal de dominio de la técnica, en vista de los sistemas y procedimientos conocidos, apreciará el uso de la invención para sus fines y beneficios concebidos en cualquier número de realizaciones alternativas, dependiendo de un diseño específico y de otras necesidades.

15 Con referencia ahora a la FIG. 1, se ilustra una realización externa de un intercambiador de presión según la al menos una realización de la invención. El intercambiador de presión mostrado en la FIG. 1 comprende un recipiente 1 a presión con una tapa terminal o cubierta terminal desmontable 2 que tiene una entrada 5 de fluido a baja presión y fijada con un anillo 3 de fijación que proporciona una entrada en la que puede insertarse un conjunto interno. En el extremo opuesto hay ubicada una salida 4 de fluido para una baja presión y adicionalmente se alinean la entrada 6 y la salida 7 de fluido para flujos de fluido a alta presión esencialmente normales al recipiente 1 a presión.

20 La FIG. 2a muestra los distintos componentes del conjunto interno, en el que un rotor 8 con conductos 10 de forma circular utiliza un eje central hueco 9 con una varilla pasante 11 de tensión para el posicionamiento, la función de soporte y el montaje. Cada extremo de la varilla 11 de tensión atraviesa la cara central de cada cubierta terminal 21, 22 y está fijado con una tuerca 12 y un fiador 13 en un rebaje central. Un buje 14 encajado en un rebaje de cada cubierta terminal y cada extremo del eje central 9 proporcionan una fijación firme en el centro del conjunto de rotor.

25 La primera corriente 7 de salida a alta presión se comunica directamente con el espacio libre 15 del recipiente del rotor, y lo presuriza, que está aislado de la corriente 6 de entrada a alta presión por medio de una junta tórica 16. En diversas realizaciones, la corriente 7 de salida a alta presión puede ser el flujo menos contaminante, tal como agua de alimentación en una central de ósmosis inversa ("RO") que permite que solo el agua de alimentación se fugue a la segunda corriente 4 de rechazo a baja presión.

30 Las diversas realizaciones de la invención pueden tener una utilidad particular en una central de recuperación de agua dulce RO en la que se bombea agua de mar a través de una membrana osmótica sumergida en agua dulce a una presión suficiente para invertir el efecto osmótico de agua nueva que fluye al agua salada.

35 Cada cubierta terminal 21, 22 tiene un área 18 de equilibrio presurizada por las corrientes a alta presión igual a las diferencias entre un área contraria 20 a baja presión y el área trasera completa de la cubierta terminal confinada por la junta 19 que está orientada hacia la tapa terminal separable 2 y una cara extrema fija de la entrada opuesta 4 a baja presión. La primera cubierta terminal 22 de corriente tiene un orificio 23 a baja presión y un orificio 24 a alta presión y la segunda cubierta terminal 21 de corriente tiene un orificio 25 de entrada a alta presión y un orificio 26 de salida a baja presión.

40 La FIG. 2b muestra una superficie elevada 27 que puede incorporarse en las caras extremas del rotor 8 o cubiertas terminales 21, 22. Si el rotor 8 está fabricado de un material frágil tal como cerámica. Es ventajoso mantener el material bajo compresión por la alta presión externamente. Sin embargo, esto puede aumentar la probabilidad de que, debido a las corrientes contrarrestantes a través de los conductos, el rotor adopte una posición en la que se pone el área externa de estanqueidad en contacto no paralelo al lado a baja presión de la cubierta terminal opuesta. Es sabido que tal posicionamiento induce gradientes asimétricos opuestos de presión del espacio libre que dan lugar a una fuerza sobre el rotor normal a la cubierta terminal que hace contacto o toca, lo que, a su vez, provoca un bloqueo que evita una rotación inicial. Esto inducirá una menor presión media en el espacio libre 28 del extremo que hace contacto, dado que la baja presión se acercará al límite de contacto al proporcionar más resistencia al flujo de fuga de entrada. La característica 27 de la superficie elevada restringirá un movimiento axial del rotor y evitará el contacto entre la superficie de la cubierta terminal y el borde externo del rotor. Debido la presurización externa no existen gradientes de presión en el lado a alta presión que provoquen un bloqueo potencial.

45 Otra forma de evitar este potencial de bloqueo es el uso de un material del rotor que puede ser puesto bajo tensión por una despresurización externa completa y, por lo tanto, no habrá un gradiente de presión en los espacios libres laterales a baja presión. Debido al flujo de fuga hacia fuera en el lado a alta presión, los gradientes de presión buscarán centrar el rotor 8, reduciendo, de ese modo, e idealmente, evitando el potencial de bloqueo en esta configuración.

La FIG. 3 es un diagrama vectorial de fuerzas que ilustra el principio de momento de impulso para la autorrotación. El diagrama ilustra la disposición de flujo principal de las corrientes primera y segunda en una sección transversal tangencial en la que un conducto 10 del rotor tiene una velocidad tangencial en el plano de rotación similar a la componente tangencial de velocidad de entrada de la primera corriente entrante a baja presión. La relación entre la velocidad tangencial (V_r) y la velocidad tangencial ($V_{y\text{en}}$) de entrada se caracteriza en la siguiente ecuación 1:

$$V_r \approx V_{y\text{en}} \quad (1)$$

Un concepto general del intercambiador de presión según las diversas realizaciones de la invención es inducir el flujo entrante mediante una inclinación que induce esencialmente poco o ningún momento giratorio al rotor 8. La componente coaxial de velocidad de entrada en el interior del conducto ($V_{x\text{en}}$) es esencialmente similar al componente (V_d) de velocidad del conducto y se caracteriza por la relación con la velocidad del conducto mediante la siguiente ecuación 2:

$$V_{x\text{en}} \approx V_d \quad (2)$$

La salida de la segunda corriente ($V_{y\text{sal}}$) a través del orificio 26 de salida es esencialmente responsable de impartir un momento giratorio al rotor 8 al invertirse la componente de velocidad tangencial. Véase la siguiente ecuación 3:

$$V_{y\text{sal}} \approx -V_{y\text{en}} \quad (3)$$

El momento giratorio se caracteriza por la ecuación 4, en la que $F_{y,t}$ es el impulso en la dirección y y $[(MV_{y})_{\text{sal}} - (MY_{y})_{\text{en}}]$ es el cambio en el momento en la dirección y ,

$$F_{y,t} = (MV_y)_{\text{sal}} - (MV_y)_{\text{en}} \quad (4)$$

Mientras que la componente de velocidad axial ($V_{x\text{en}}$) permanece sin cambio:

$$V_{x\text{en}} \approx V_d \approx V_{x\text{sal}} \quad (5)$$

Aunque los dibujos indican una inclinación similar de los orificios tanto de entrada como de salida a baja presión, se comprenderá que esto depende de la relación que puede requerirse o ser preferible entre las RPM del rotor y su resistencia de rozamiento a la rotación.

Se debería apreciar que en diversas realizaciones, y en ciertas aplicaciones, se pueden conmutar los lados a alta presión y a baja presión del intercambiador de presión. Además, se debería apreciar que el flujo a alta presión imparte el momento giratorio mediante una geometría similar de los orificios, aunque esto puede requerir cambios adicionales con respecto al equilibrio de la fuerza de separación que actúa entre cubiertas terminales y el rotor.

Las FIGURAS 4a y 4b muestran la geometría que efectúa el cambio controlado de la presión en el área de estanqueidad de la cubierta terminal. Aunque las figuras muestran la interacción entre los conductos del rotor y las aberturas de orificio en un extremo, se contempla que la característica particular esté incorporada, preferentemente, con ambas cubiertas terminales.

La FIG. 4a muestra la fase inicial del conducto 10a de despresurización que ha entrado desde el orificio a alta presión hasta el área 29 de estanqueidad con su borde posterior 31a completamente en su interior. Las áreas 29 y 30 de estanqueidad tienen superficies generalmente planas con superficies inclinadas 33a y 33b, respectivamente, aunque la superficie inclinada 33b no es crítica. El borde anterior 32a está a punto de entrar en una superficie inclinada 33a que da un mayor espacio libre según se mueve hacia el orificio 23 a baja presión, mientras que se mantiene un espacio libre fijo para su borde posterior 31a. Aunque el dibujo muestra el conducto 10b de presurización y sus bordes posterior y anterior 31b, 32b que entran en el área 30 de estanqueidad desde el orificio 23 a baja presión simultáneamente, puede producirse, preferentemente, con una suficiente diferencia de tiempo para evitar pulsaciones resonantes de presión. En diversas realizaciones, esto puede disponerse mediante la manipulación del número de conductos o mediante la manipulación de la asimetría angular del orificio. El área restante 30 de estanqueidad del conducto 10b puede tener una inclinación 33b hacia el orificio a alta presión.

Es importante comprender que el área 33a de despresurización debe producir un factor de resistencia que prohíba velocidades de cavitación del flujo de fuga de salida en el espacio libre mientras que el área 33b de presurización no se encuentra bajo una restricción similar.

La FIG. 4b muestra la segunda fase del conducto 10a de despresurización que ha entrado desde el orificio a alta presión hasta el área 29 de estanqueidad con su borde posterior 31a aún en su interior mientras que el borde anterior 32a ha entrado en la superficie inclinada 33a proporcionando un mayor espacio libre según se mueve hacia el orificio 23 a baja presión, mientras que mantiene un espacio libre fijo para su borde posterior 31a. Se muestra el

conducto 10b de presurización en una posición similar en la que el fluido está acumulando la presión de una forma controlada, mientras se disipa la energía de presión que, si no, habría provocado ondas de presión intensas y un ruido excesivo cuando entra en el orificio a alta presión.

5 La FIG. 5a muestra el rotor de la cara delantera de la cubierta terminal 22 que no imparte momento que guía una primera corriente o de baja presión que entra a través de la entrada 4 en un orificio 23 a baja presión a los conductos del rotor y se obtiene una presión alta parcial al moverse el conducto por el área 30 de estanqueidad y una presión completa en la salida del área inclinada 33b al orificio 24 a alta presión. La primera corriente sale a una presión elevada sin impartir ningún momento giratorio a través de la salida 7. El volumen restante de fluido en el conducto es despresurizado parcialmente mientras pasa el área 29 de estanqueidad y a una presión baja completa después de
10 que el conducto pase por el área inclinada 33a. La cubierta terminal está dotada, además, de un agujero central 34 para una varilla de tensión y un rebaje 35 para un buje central.

15 La FIG. 5b muestra la cara trasera de la cubierta terminal 22 en la que la primera corriente entra a través de una entrada central 5 que también proporciona acceso a la tuerca y al fiador de la varilla de tensión y, a partir de ahí, fluye al interior del orificio 23 a baja presión. La primera corriente sale a una presión elevada del orificio 24 a través de la salida 7.

Aunque las cubiertas terminales son versiones esencialmente izquierda y derecha o imágenes especulares la una de la otra, la configuración inventiva no está así limitada y no excluye que características individuales de las cubiertas terminales opuestas, tales como la inclinación de la pared del orificio, sean sustancialmente diferentes entre sí para satisfacer los requisitos creados por otras limitaciones o preferencias en el diseño y en la función generales de la invención o de la aplicación particular. La FIG. 6 muestra la dinámica de equilibrio de la fuerza de separación entre
20 cubiertas terminales y el rotor. La fuga fluye entre áreas de estanqueidad de las cubiertas terminales y el rotor sigue un cierto gradiente de presión según se indica: A - B indica una caída desde el espacio libre externo 15 del rotor al área 23 del orificio a baja presión; C - D indica un aumento de la presión desde el área B - C del orificio a baja presión hasta la presión intermedia en un surco externo del eje 9 mientras que D - E representa el área de fuerza uniforme creada por la fuerza de apriete de la tuerca y del fiador sobre la varilla de tensión; E - F indica el aumento de la presión total del surco al orificio a alta presión; y F - G - H representan el nivel uniforme a alta presión del orificio 24 y el espacio libre externo 15. El diagrama muestra el gradiente de presión según cruza la línea X - Y de simetría y la fuerza de presión resultante de todas las áreas puede ser sustituida por una fuerza F ubicada en el centroide de la fuerza total.

30 El lado trasero de la cubierta terminal está definido por una línea x - y de simetría y la línea asociada a - b - c - d de gradiente de presión y un área 18 de equilibrio de fuerzas a una presión elevada completa y un área contraria 20 a baja presión limitada por una junta 19 que crea una fuerza sustituta C, dimensionada y posicionada para igualar la fuerza opuesta F de separación.

35 Las realizaciones de las presentes invenciones no están limitadas en alcance por las realizaciones específicas descritas en la presente memoria. Por ejemplo, aunque se han descrito muchas de las realizaciones divulgadas en la presente memoria, en configuraciones particulares, los principios de la invención descritos en la presente memoria son igualmente aplicables a otras configuraciones si se encuentran dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un **intercambiador de presión** para transferir energía de presión de un primer flujo de fluido a un segundo flujo de fluido, comprendiendo el intercambiador de presión:
 - 5 un recipiente (1) a presión de forma cilíndrica;
 - un par de cubiertas terminales (21, 22) ubicadas en extremos opuestos del recipiente (1) a presión, teniendo cada cubierta terminal al menos un paso formado en la misma;
 - un rotor (8), dispuesto en el interior del recipiente (1), que comprende múltiples conductos pasantes, teniendo cada uno un eje paralelo al eje longitudinal del intercambiador y dispuesto para girar en torno a un eje longitudinal del intercambiador entre el par de cubiertas terminales opuestas (21, 22), estando adaptado el rotor (8) para guiar el intercambio de fluido tanto en el interior del rotor como en el exterior del mismo;
 - 10 un par de entradas (5, 6) de fluido;
 - y un par de salidas (4, 7) de fluido en comunicación con las entradas de fluido para fomentar un primer flujo de fluido y un segundo flujo de fluido a través del rotor, pasando por los pasos opuestos de las cubiertas terminales los fluidos a baja presión y están orientados con un grado de inclinación con respecto al eje longitudinal para impartir un momento de impulso unirrotacional al rotor (8) con independencia de la dirección del flujo del primer flujo de fluido y del segundo flujo de fluido con respecto al recipiente a presión a través de un componente vectorial de flujo tangencial de entrada ($V_{y\ en}$) en la dirección de rotación y un componente vectorial de flujo tangencial de salida ($V_{y\ sai}$) en una dirección contraria de rotación,
- 20 **caracterizado porque** la superficie de cada cubierta terminal (21, 22) que está orientada alejándose del rotor (8) tiene un área sometida a una alta presión que da una fuerza de presión normal sustancialmente igual a una fuerza de separación entre la cubierta terminal (21, 22) y el rotor (8) con sus centroides respectivos de fuerza coalineados.
2. Un intercambiador de presión según la reivindicación 1, en el que el segundo flujo de fluido entra y sale del intercambiador de presión en direcciones contrarias a la vez que no imparte ningún momento giratorio sobre el rotor (8).
3. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las cubiertas terminales (21, 22) están configuradas como imágenes especulares sustancialmente opuestas entre sí.
4. Un intercambiador de presión según la reivindicación 3, en el que cada extremo de eje del eje central (9) está fijado a una cubierta terminal correspondiente con una varilla central (11) de tensión fijada de forma desmontable a al menos una de las cubiertas terminales (21, 22).
5. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de entre el rotor (8) y las cubiertas terminales (21, 22) está dotado de un área superficial central elevada (27) que evita que un área de estanqueidad externa del rotor adopte una posición de bloqueo.
6. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una cubierta terminal (21, 22) está adaptada para la despresurización y la presurización del fluido del conducto del rotor en un movimiento angular extendido, teniendo la al menos una cubierta terminal una cubierta terminal curvada o una geometría escalonada de la cubierta terminal, comenzando en un punto en el que la abertura del conducto está ubicada en un área de estanqueidad y formando en la misma un aumento controlado de un espacio libre del borde delantero del conducto en la dirección de rotación.
7. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recipiente (1) a presión tiene pasos coaxiales de flujo que conducen a una cámara sellada de equilibrio, ubicados asimétricamente con una abertura directa a los orificios (23 a 26) de las cubiertas terminales que tienen pasos inclinados.
8. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las corrientes de flujo que no imparten impulso entran y salen del recipiente (1) a presión de forma sustancialmente radial en la misma dirección de un plano coaxial común.
9. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recipiente (1) a presión tiene al menos un extremo configurado con un cierre extremo desmontable (2) que permite la inserción o la extracción de al menos un componente del intercambiador de presión.
10. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, una junta (16) dispuesta entre una cubierta terminal y una pared interna del recipiente (1) a presión entre su abertura lateral y un extremo del rotor.
11. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el espacio libre del recipiente del rotor es capaz de ser presurizado bien directamente de las corrientes a alta presión, por una

fuga interna en el espacio libre en el extremo del rotor o bien se despresuriza el espacio directamente del lado a baja presión.

12. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recipiente a presión tiene una estructura para monitorizar la velocidad giratoria del rotor (8).
- 5 13. Un intercambiador de presión según la reivindicación 12, en el que la estructura de monitorización para monitorizar comprende una ventana transparente.
14. Un intercambiador de presión según la reivindicación 13, en el que la estructura de monitorización comprende una superficie reflectante para permitir una medición óptica de la velocidad rotacional visible a través de una ventana transparente.
- 10 15. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el par de cubiertas terminales opuestas (21, 22) tiene orificios de extensión angular distinta y desigual.
16. Un intercambiador de presión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la componente vectorial de flujo tangencial de entrada en la dirección de rotación y la componente vectorial de flujo tangencial de salida en una dirección contraria de rotación están relacionados por la expresión $V_{y\text{ sal}} \approx V_{y\text{ en}}$.
- 15 17. Un intercambiador de presión según la reivindicación 1, en el que dicho intercambiador de presión es un dispositivo de intercambiador bidireccional de presión para intercambiar la presión de un flujo de fluido a otro flujo de fluido, en el que el primer flujo de fluido es un recorrido sustancialmente axial del flujo de fluido perpendicular a un plano de rotación del rotor; y el segundo recorrido del flujo de fluido es paralelo, al menos en parte, al primer recorrido del flujo de fluido a través del rotor (8), y en torno al mismo.
- 20 18. Un uso de un intercambiador de presión según se reivindica en la reivindicación 1 para aumentar la presión del agua de mar suministrada a un sistema de ósmosis inversa para desalar agua de mar, comprendiendo el sistema de ósmosis inversa, además:
- 25 un suministro de agua dulce;
 un suministro de agua de mar;
 una membrana que separa el suministro de agua dulce del suministro de agua de mar, manteniéndose el suministro de agua de mar a una presión contra la membrana suficiente para invertir una tendencia osmótica a que el agua dulce fluya al agua de mar.

FIGURA 1

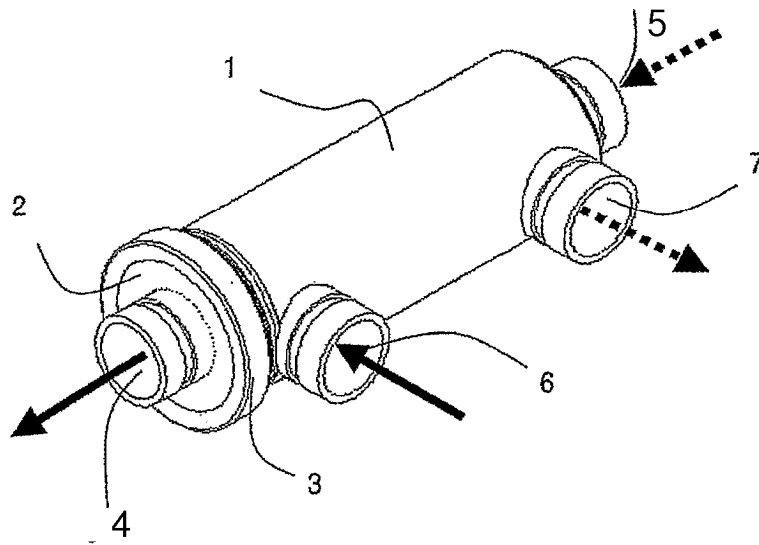
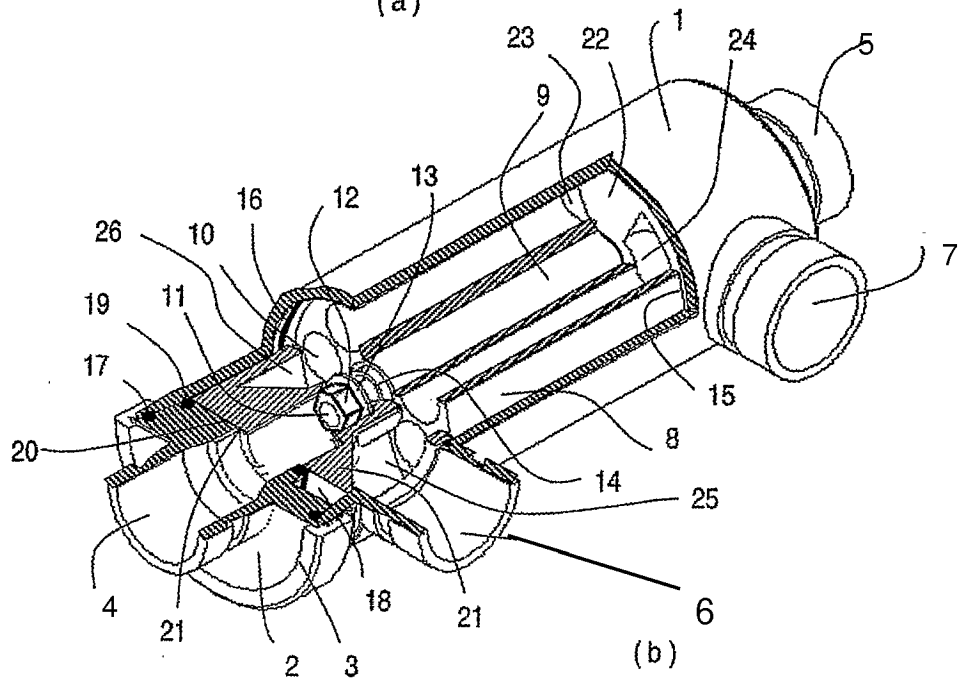


FIGURA 2

(a)



(b)

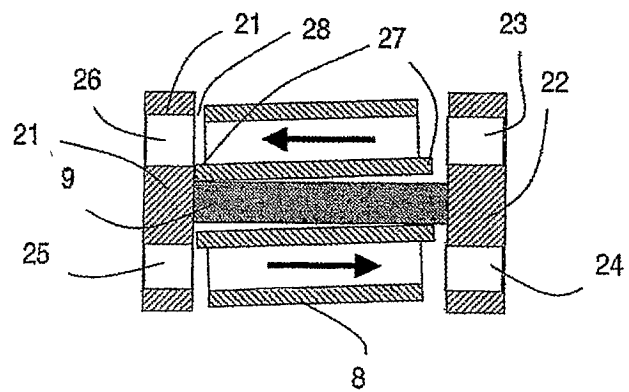


FIGURA 3

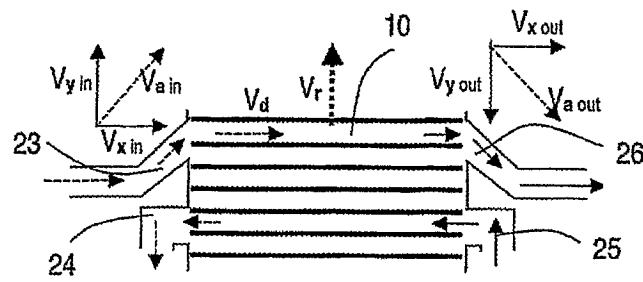
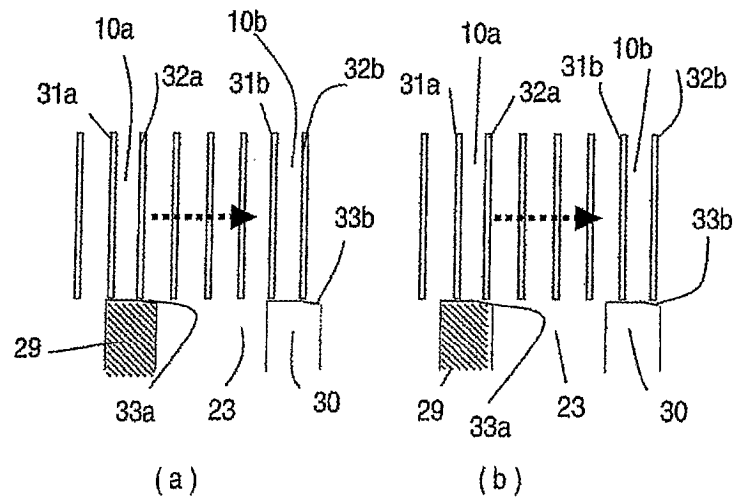


FIGURA 4



Vista detallada

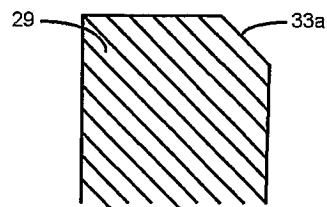


FIGURA 5

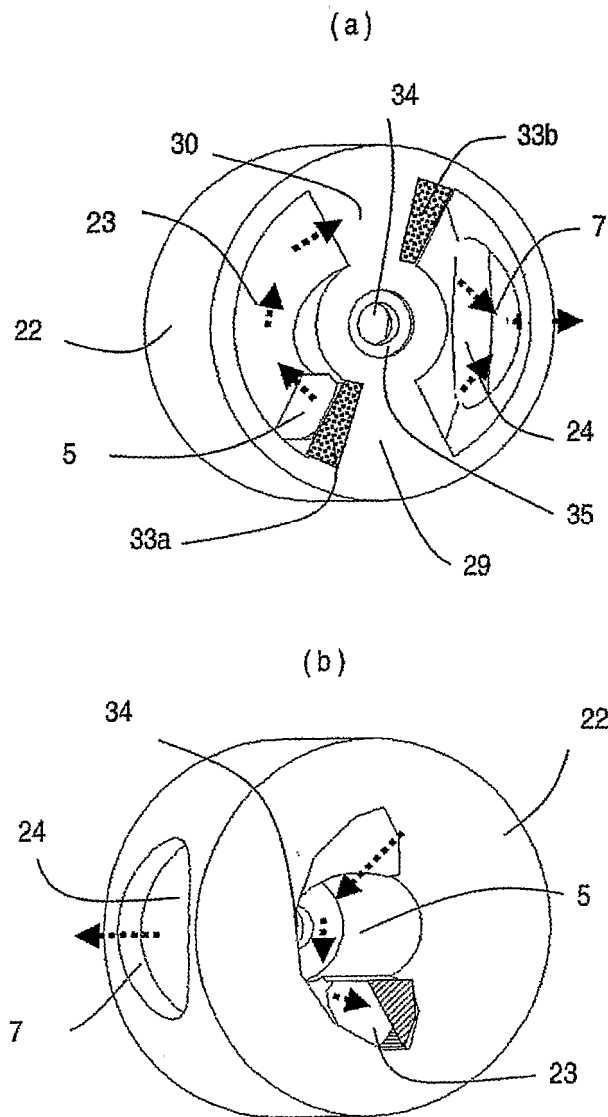


FIGURA 6

