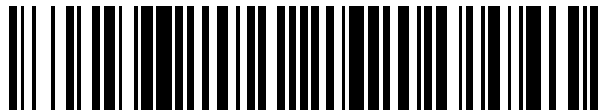


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 002**

51 Int. Cl.:

F04F 13/00 (2009.01)

F04B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2011 PCT/US2011/042923**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12138367**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2011 E 11731230 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2694819**

54 Título: **Intercambiador de presión**

30 Prioridad:

04.04.2011 US 201113079038

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

07.09.2017

73 Titular/es:

**FLOWSERVE HOLDINGS, INC. (100.0%)
5215 North O'Connor Boulevard Suite 2300
Irving, TX 75039, US**

72 Inventor/es:

ANDREWS, WILLIAM T.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 632 002 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

La presente invención se refiere a una máquina de intercambio de presión. Las realizaciones preferidas descritas a continuación utilizan conductos de intercambio fijos y un elemento de válvula rotativo.

5 Estos intercambiadores de presión se denominan a veces «intercambiadores de flujo de trabajo» o «dispositivos isobáricos» y son máquinas para intercambiar energía de presión desde un sistema de fluido que fluye a una presión relativamente alta a un sistema de fluido que fluye a baja presión. El término fluido tal como se usa en la presente memoria incluye gases, líquidos y mezclas bombeables de líquidos y sólidos.

10 En los procesos en los que se hace fluir un fluido a presión, sólo se consume una cantidad relativamente pequeña de la entrada total de energía en la puesta a presión del del fluido, consumiendo la mayor parte de la energía manteniendo el fluido en flujo bajo presión. Por esta razón, la operación de flujo continuo requiere un consumo de energía mucho mayor que la no puesta a presión del flujo. En resumen, la potencia necesaria para mantener el flujo bajo presión es proporcional al caudal másico multiplicado por el aumento de la presión.

15 En algunos procesos industriales se requieren presiones elevadas en ciertas partes de la operación para conseguir los resultados deseados, después de lo cual el fluido a presión es despresionado. En otros procesos algunos fluidos utilizados en el proceso están disponibles a altas presiones y otros a bajas presiones, y es deseable intercambiar energía de presión entre estos dos fluidos. Como resultado, en algunas aplicaciones se puede lograr una gran mejora en la economía si el intercambio de presión se puede transferir eficazmente entre dos fluidos.

20 A modo de ilustración, existen procesos industriales en los que se utiliza un catalizador a alta presión para provocar una reacción química en un fluido y, una vez que ha tenido lugar la reacción, ya no se requiere que el fluido esté a alta presión, más bien se requiere un nuevo suministro de fluido a alta presión. En tal procedimiento se puede utilizar una máquina intercambiadora de presión para transferir la presión del fluido de alta presión reaccionado al suministro de fluido fresco, mejorando así la economía del proceso, requiriendo que se suministre menos energía de bombeo.

25 Otro ejemplo en el que una máquina de intercambio de presión encuentra aplicación es en la purificación de solución salina usando el proceso de membrana de ósmosis inversa. En este proceso, una corriente de solución salina de entrada se bombea continuamente a alta presión y se proporciona a una disposición de membrana. La corriente de solución salina de entrada se divide continuamente por el conjunto de membranas en una corriente de solución supersalina (salmuera) que está todavía a presión relativamente alta y corriente de agua purificada a presión
30 relativamente baja. Mientras que la corriente de salmuera de alta presión ya no es útil en este proceso como un fluido, la energía de presión de flujo que contiene tiene un valor alto. Se emplea una máquina de intercambio de presión para recuperar la energía de presión de flujo en la corriente de salmuera y transferirla a una corriente de solución salina de entrada. Después de la transferencia de la energía de presión de la corriente de salmuera, la salmuera es expulsada a baja presión para drenar por la corriente de solución salina de entrada de baja presión. Por
35 lo tanto, el uso de la máquina de intercambio de presión reduce la cantidad de energía de bombeo requerida para dar presión a la corriente de solución salina de entrada. Por consiguiente, las máquinas intercambiadoras de presión de diversos diseños son bien conocidas en la técnica.

U.S. Pat.No.4.887.942, modificado por U.S. Pat. No. 6.537.035, enseña una máquina intercambiadora de presión para la transferencia de energía de presión desde un flujo de líquido de un sistema líquido a un flujo de líquido de
40 otro sistema líquido. Esta máquina intercambiadora de presión comprende un alojamiento con un conducto de entrada y salida para cada flujo de líquido y un rotor cilíndrico dispuesto en el alojamiento y adaptado para girar alrededor de su eje longitudinal. El rotor cilíndrico está provisto de un número de pasos o taladros que se extienden paralelos al eje longitudinal y que tienen una abertura en cada extremo. Un pistón o pistón libre puede ser insertado en cada orificio para la separación de los sistemas líquidos. El rotor cilíndrico puede ser accionado por un eje
45 giratorio o por fuerzas impartidas por el flujo de fluido. Dado que los conductos de entrada y salida de los dos sistemas líquidos están alineados con los conductos de entrada y salida en todo momento, el flujo en ambos sistemas líquidos es esencialmente continuo y liso. Gracias a la naturaleza del dispositivo, se puede conseguir una elevada velocidad de giro y, por lo tanto, una alta velocidad cíclica de la máquina, con una sola pieza móvil giratoria, que a su vez reduce de manera inversa el volumen de los pasos o taladros en el rotor, dando como resultado una
50 máquina compacta y económica.

U.S. Pat. No. 3.489.159, U.S. Pat. No. 5.306.428, U.S. Pat. No. 5.797.429 y WO-2004/111.509 todos describen una disposición alternativa para una máquina intercambiadora de presión, que utiliza uno o más recipientes fijos intercambiadores, con diversas disposiciones de válvula en cada extremo de dicho o dichos recipientes. Estas
55 máquinas tienen la ventaja de que no existe un límite claro para el aumento de tamaño y, con el dispositivo del WO-2004/111.509, se puede minimizar la fuga entre las corrientes de alta presión y baja presión. Se puede insertar un pistón en cada recipiente de intercambio para la separación de los sistemas líquidos.

Desventajas de las máquinas de intercambio de presión basadas en la U.S. Pat. No. 4.887.942 pueden incluir:

que para caudales elevados es necesario aumentar el tamaño del rotor cilíndrico y hay limitaciones en la cantidad de tal rotor que puede escalarse a medida que las fuerzas centrífugas intentan romper el rotor, similar a los problemas encontrados en escalar los volantes a grandes tamaños y velocidades;

5 que se requieren distancias muy pequeñas entre los extremos cilíndricos del rotor y los conductos de entrada y salida para mantener bajas tasas de fugas entre los sistemas de fluido de alta presión y baja presión, con tal fuga causando una reducción de la eficiencia y siendo difícil mantener tales holguras pequeñas; y

que cuando se opera a velocidades de rotación relativamente altas puede no ser práctico utilizar un eje accionado para controlar la rotación del rotor, más bien por fuerzas no lineales impartidas por el flujo de fluido que puede reducir el margen de flujo sobre el cual un dispositivo dado puede operar eficientemente; y

10 que cuando se opera a velocidades de rotación relativamente altas puede no ser práctico utilizar un pistón en los pasos en el rotor, reduciendo así la eficiencia aumentando el mezclado entre las dos corrientes de fluido.

Desventajas de las máquinas de intercambio de presión según la U.S. Pat. No. 3.489.159 puede incluir:

que el flujo en ambos sistemas de fluido no es esencialmente continuo y liso a menos que se utilice un gran número de recipientes de intercambio;

15 que estos dispositivos están generalmente limitados a bajas velocidades cíclicas debido a la naturaleza lineal o separada de las válvulas, requiriendo así recipientes de intercambio de volumen relativamente grandes, lo que aumenta el coste y el tamaño; y

que debido a las múltiples partes móviles, estos dispositivos tienden a ser más complejos y costosos de fabricar que los dispositivos basados en la U.S. Pat. No. 4.887.942.

20 El documento GB 1.470.956 A describe una bomba accionada hidráulicamente que comprende uno o más pares de pistones de motor y de bombeo unidos que trabajan en cilindros respectivos, el flujo de fluido hacia y desde los cilindros de motores controlados por una válvula giratoria y el flujo hacia y desde los cilindros de bomba está controlado por válvulas de retención. El eje de accionamiento de la válvula puede ser accionado por un motor hidráulico conectado al mismo suministro que los cilindros del motor.

25 El inventor ha descubierto también que existe la necesidad de proporcionar un intercambiador de presión que tenga características de prevención de fugas mejoradas entre superficies de sellado adyacentes que forman o cooperan con la válvula rotativa. Descubrió que se puede lograr un sellado mejorado colocando las superficies de sellado en una forma radial plana para permitir una holgura ajustable axialmente en lugar de circunferencialmente donde la holgura no puede ser ajustada.

30 La presente invención busca proporcionar un cambiador de presión mejorado.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona una máquina intercambiadora de presión que comprende: un alojamiento que define un recipiente a presión con un primer y un segundo compartimentos y conexiones de flujo de entrada y salida; una pluralidad de conductos de intercambio montados estáticamente dentro de dicho alojamiento; y al menos una válvula dispuesta de forma giratoria dentro de dicha carcasa y configurada para establecer una comunicación selectiva de fluido entre dicha pluralidad de conductos de intercambio y al menos una de dichas conexiones de flujo de entrada y salida de tal manera que durante dicha comunicación de fluido fluyen flujos de alta o baja presión al menos uno de dichos compartimentos primero y segundo y al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio; en el que un primer sellado está dispuesto entre dicha al menos una válvula y una cara de dicha pluralidad de conductos de intercambio de tal manera que la al menos una superficie de sellado está formada entre las respectivas superficies planas enfrentadas adyacentes. La invención se caracteriza en este aspecto por dicha al menos una válvula que comprende dos válvulas para proporcionar la comunicación selectiva de fluido a dichos conductos de intercambio, en donde la primera de dichas dos válvulas es operable para dirigir flujo hacia o desde un primer extremo de dichos conductos de intercambio y la segunda de dichas dos válvulas es operable para dirigir el flujo hacia o desde un segundo extremo de dichos conductos de intercambio, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas define una abertura formada en el mismo que, alternativamente, se conecta a extremos respectivos de dichos conductos de intercambio.

En las realizaciones preferidas el elemento de válvula incluye una primera y una segunda válvulas en un eje giratorio accionado común. Esto tiene el beneficio de que las fuerzas hidráulicas axiales están sustancialmente equilibradas y las dos válvulas operan sustancialmente de forma sincrónica.

50 Ventajosamente, la máquina incluye conductos de intercambio fijos que no forman parte de un componente giratorio. Esto tiene el beneficio de que la máquina puede ampliarse en tamaño para acomodar flujos muy altos.

Ventajosamente, en las realizaciones preferidas la máquina está provista de una pluralidad de conductos de intercambio. Esto permite que la máquina proporcione flujo sustancialmente continuo y suave en ambos sistemas de fluido.

Preferiblemente, el intercambiador está provisto de superficies de sellado sobre o adyacentes a la parte de válvula giratoria con el fin de reducir las fugas entre los diferentes sistemas de fluido de la máquina. Dichas superficies de sellado pueden ser orientadas radialmente o axialmente o radialmente, teniendo esta última orientación ventajosamente la capacidad de ajustar las holguras de sellado utilizando, por ejemplo, una tuerca roscada en el eje para ajustar las posiciones axiales de las piezas de válvula giratorias y, ventajosamente tales superficies podrían actuar también como cojinetes axiales hidrostáticos o hidrodinámicos que permiten la eliminación de cojinetes de empuje externos.

El intercambiador puede estar provisto de uno o más pistones en cada conducto de intercambio para reducir la mezcla entre los diferentes sistemas de fluido.

Las realizaciones preferidas pueden proporcionar una máquina intercambiadora de presión que puede escalarse en tamaño para acomodar un flujo muy alto; puede proporcionar un flujo sustancialmente continuo y suave en ambos sistemas de fluidos; puede utilizar un único elemento de válvula giratorio para conmutar flujos a los conductos de intercambio para reducir la complejidad y la fuga entre los dos sistemas de fluido; puede tener una velocidad de rotación relativamente alta del elemento de válvula para reducir los requerimientos de volumen del conducto de intercambio; puede tener un eje giratorio accionado sobre el elemento de válvula para permitir un amplio rango de flujo sobre el cual la máquina puede funcionar eficientemente; pueden tener fuerzas hidráulicas sustancialmente equilibradas sobre el elemento de válvula para reducir los requisitos de cojinete; puede tener fugas mínimas entre los sistemas de fluido de alta presión y baja presión; y puede permitir el uso opcional de uno o más pistones en los conductos de intercambio para reducir la mezcla entre los diferentes sistemas de fluidos; garantizando al mismo tiempo la fiabilidad, la eficiencia, la economía y la facilidad de mantenimiento de la máquina.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona un método para operar al menos una válvula herméticamente cerrada en una máquina intercambiadora de presión, comprendiendo dicho método: configurar dicha máquina para incluir al menos una válvula dispuesta rotativamente usada para establecer una comunicación selectiva de fluido entre una pluralidad de conductos de intercambio para permitir que el fluido a presión pase a través de los compartimentos primero y segundo y las conexiones de flujo de entrada y salida dentro de dicha máquina; formar un primer sello plano entre dicha al menos una válvula dispuesta rotativamente y al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio, dichos primer y segundo compartimentos o un distribuidor de flujo; y girar dicha al menos una válvula dispuesta rotativamente en dicha máquina de intercambi o de presión con relación a dicho al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio y dichos primer y segundo compartimentos de manera que dichos conductos de intercambio de presión y dichos compartimentos primero y segundo facilitan el intercambio de presión entre un fluido a alta presión y un fluido a baja presión residente en dicha máquina, mientras que dicha al menos una válvula dispuesta de forma giratoria mantiene dicho primer sello plano. La invención se caracteriza también en este aspecto porque dicha al menos una válvula comprende dos válvulas para proporcionar la comunicación selectiva de fluido a dichos conductos de intercambio, en donde la primera de dichas dos válvulas es operable para dirigir el flujo hacia o desde un primer extremo de dicho intercambio y la segunda de dichas dos válvulas es operable para dirigir el flujo hacia o desde un segundo extremo de dichos conductos de intercambio, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas define una abertura formada en el mismo que se conectan alternativamente a extremos respectivos de dichos conductos de intercambio.

A continuación se describen realizaciones de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que el aparato de las Figuras 1 a 10 no cae dentro del alcance de la presente invención reivindicada, en la que:

la Figura 1 es una vista en sección transversal en forma simplificada de un intercambiador ejemplar;

la Figura 2 es una vista en sección transversal del recipiente de presión del intercambiador de la Figura 1;

la Figura 2a es una vista en perspectiva del recipiente a presión de la Figura 2;

la Figura 3 es una vista en sección transversal a través de la línea A-A de la Figura 1;

la Figura 4 es una vista en sección transversal a través de la línea B-B de la Figura 1;

la Figura 5 es una vista en sección transversal del elemento de válvula del intercambiador de la Figura 1;

la Figura 5a es una vista en perspectiva del elemento de válvula de la Figura 5;

la Figura 6 es una vista en corte en perspectiva de la Figura 1;

la Figura 7 es una vista en sección transversal de un elemento de válvula de una disposición específica del aparato;

la Figura 7a es una vista en sección transversal a través del centro de uno de los elementos de válvula de la Figura 7;

la Figura 7b es una vista en perspectiva del elemento de válvula de la Figura 7;

la Figura 8 es una vista en sección transversal del aparato equivalente a través de la línea A-A de la Figura 1;

la Figura 9 es una vista en sección transversal del aparato equivalente a través de la línea B-B de la Figura 1;

la Figura 10 es una vista en perspectiva de un aparato del intercambiador;

5 la Figura 11 es un corte en perspectiva de una realización preferida del intercambiador de la invención con superficies de sellado radial de válvula planas;

la Figura 12 es una vista en sección transversal en forma simplificada del intercambiador de la Figura 11; y

la Figura 13 es un sistema RO simplificado que emplea el intercambiador de las Figuras 11 y 12.

Haciendo referencia en primer lugar a la Figura 1, se muestra en general una realización simplificada de la máquina de intercambio de presión de acuerdo con la presente invención.

10 Un recipiente a presión 1 está provisto de un primer orificio 10 que actúa como entrada de alta presión de una primera corriente ("HP1 dentro") y un segundo orificio 11 que actúa como salida de alta presión ("HP2 fuera"). El recipiente de presión 1, mostrado con más detalle en las Figuras 2 y 2a, incluye tres placas de tabique 12-14 unidas a las mismas. Las placas de tabique 12 y 13 están situadas hacia uno de los extremos del recipiente 1, y la placa 14 está situada hacia su centro.

15 Las tres placas de tabique 12-14 del recipiente 1 de presión se perforan en sustancialmente la misma configuración que se muestra en la Figura 3, que muestra la sección A-A de la Figura 1. La Figura 3 muestra también los dos conductos de intercambio 3a y 3b, que están dispuestos alrededor del anillo exterior de las placas de tabique.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, los pistones de conducto 4a y 4b están previstos en los conductos de intercambio 3a y 3b, respectivamente, para reducir el mezclado entre las dos corrientes de fluido.

20 En los extremos de los conductos de intercambio 3a y 3b y en el exterior de las placas de tabique 12 y 13 están instalados de manera sellante a través de las superficies de sellado S (también denominadas primeras superficies de sellado o primer cierre) distribuidores de flujo 5 y 6 que canalizan el flujo individualmente de cada conducto de intercambio 3a, 3b radialmente hacia el centro de la máquina. El distribuidor de flujo 5 se ilustra con más detalle en la Figura 4, que muestra la sección B-B de la Figura 1. Los distribuidores de flujo 5, 6 tienen el efecto neto de que
25 hay un conducto hacia/desde el extremo de cada conducto de intercambio 3a, 3b hasta/desde aproximadamente el diámetro del elemento de válvula 9, como se explica con más detalle a continuación.

El fondo del recipiente de presión 1 está sellado por la placa de sellado inferior 8, que también incorpora el orificio 15 para la salida de la corriente de baja presión de la primera corriente ("LP1 fuera"). La placa de sellado inferior 8 está asegurada y sellada al recipiente de presión 1.

30 El elemento de válvula giratorio 9 está situado en el centro de la máquina, es decir, a lo largo de su eje longitudinal. Haciendo referencia a las Figuras 5 y 5a junto con la Figura 1, el elemento de válvula 9 incluye una placa central 19, que se utiliza para separar corrientes de alta presión "HP1 dentro" y "HP2 fuera" e incorpora una superficie de sellado S1 (también denominada segunda superficie de sellado o segundo sello) sobre su perímetro exterior, que sella rotativamente con el diámetro interior de una superficie complementaria sobre la placa de tabique 14. Debe
35 observarse que en el funcionamiento normal la diferencia de presión entre las dos corrientes de alta presión es sólo la caída de presión en la parte de alta presión de la máquina, por lo que este cierre S1 tiene que hacer frente a una presión relativamente baja (por ejemplo, aproximadamente 15 psi) más bien que el diferencial de presión relativamente alto (por ejemplo, hasta aproximadamente 1000 psi) al que están expuestas las superficies de sellado S.

40 En cada extremo del elemento de válvula 9 hay válvulas 20, de diseño similar entre sí y que incluyen cada una dos placas circulares con círculos parciales cortadas de la manera mostrada en la Figura 5a, y con un sello axial circunferencial entre las placas que tiene una forma de mariposa como se muestra en la Figura 4. Las válvulas 20 aseguran que a medida que el elemento de válvula 9 gira, los conductos de intercambio 3a y 3b están ambos
45 aislados, o que uno está expuesto a alta presión mientras que el otro está expuesto a baja presión. El perímetro exterior de los elementos de válvula 20 está provisto de superficies de sellado de holgura cercana, designadas S en la Figura 1, similares a un anillo de desgaste utilizado en los impulsores de la bomba centrífuga.

Como puede apreciarse mejor en la Figura 1, la parte superior del recipiente de presión 1 está sellada con una unidad o placa de sellado superior 7, que también incorpora el orificio 16 para la entrada de la corriente de baja presión de la segunda corriente ("LP2 dentro"). También se proporcionan en la unidad 7 un cierre de fluido y cojinete
50 de empuje 18 para el eje del elemento de válvula 9, así como medios para efectuar la rotación del elemento de válvula 9, tal como un acoplamiento a un motor eléctrico. La placa de sellado superior 7 está asegurada y sellada al recipiente de presión 1.

La Figura 6 muestra un dibujo cortado en perspectiva del aparato simplificado del intercambiador mostrado en la Figura 1, sirviendo mejor para ilustrar las características descritas anteriormente.

5 En funcionamiento, la corriente de fluido "HP 1 dentro" es introducida a la máquina a alta presión a través del orificio 10 y fluye alrededor del exterior del conducto de intercambio 3b hacia el centro de la máquina. La corriente fluye entonces hacia abajo hacia la válvula, donde pasa a través de los orificios abiertos del elemento de válvula 9 y hacia el distribuidor de flujo 6. La corriente pasa a continuación hacia el interior y hacia arriba en el conducto de intercambio 3a, provocando el desplazamiento hacia arriba del pistón de conducto 4a, dando como resultado la puesta a presión y el flujo del segundo fluido por encima del pistón de conducto 4a.

10 El segundo fluido fluye entonces hacia el distribuidor de flujo superior 5, dentro del elemento de válvula 9, y luego hacia abajo y finalmente alrededor del exterior del conducto de intercambio 3a y hacia fuera a través del orificio de alta presión 11, donde sale como "salida de HP2". Por lo tanto, el flujo y la presión de "HP1 dentro" se ha transferido a "HP2 fuera".

15 Al mismo tiempo que ocurre lo anterior la corriente "LP2 dentro" se introduce en la máquina a baja presión a través del orificio 16. Ésta fluye en el elemento de válvula 9 y después en el distribuidor de flujo 5. Desde el distribuidor de flujo 5 fluye hacia abajo en el conducto de intercambio 3b, provocando el desplazamiento hacia abajo del pistón de conducto 4b y dando como resultado el flujo del primer fluido por debajo del pistón de conducto 4b, el cual fluye entonces hacia el distribuidor de flujo inferior 6 dentro del elemento de válvula 9, y luego, fuera de la placa de sellado inferior 8 en el puerto 15 para "LP1 fuera". Por lo tanto, el flujo y la presión de "LP2 dentro" se ha transferido a "LP1 fuera" a baja presión.

20 Cuando el elemento de válvula 9 gira, primero los conductos de intercambio 3a y 3b están ambos aislados en ambos extremos, por la respectiva válvula 20. Tras el giro adicional de la válvula 20 los conductos de intercambio 3a y 3b se abren de nuevo al flujo, pero el conducto de intercambio 3a funciona a baja presión, con flujo en sentido opuesto, y el conducto de intercambio 3b funciona a alta presión, en ambos casos con el flujo en la dirección opuesta. Por lo tanto, mediante rotación continua la presión y el flujo de la corriente "HP1 dentro" es intermitente, pero se transfiere a la corriente "HP2 fuera".

25 En funcionamiento, la presión de la corriente "LP2 dentro" se ajustaría para asegurar, lo mejor posible, que efectivamente toda la corriente "LP1 fuera" se desplaza de los conductos de intercambio 3, por los pistones de conducto 4 que golpean al distribuidor de flujo 6. Además, la velocidad de rotación del elemento de válvula 9 se ajustaría para asegurar, lo mejor posible, que los pistones de conducto 4 no golpeen el distribuidor de flujo 6 antes de cerrar, aislar e invertir el flujo.

30 Debe tenerse en cuenta que el empuje axial sobre el elemento de válvula 9 es bajo, siempre que la presión caiga en los flujos de alta y baja presión sean bajos. Por lo tanto, el cojinete 18 no está obligado a oponerse a una gran cantidad de empuje.

35 El aparato simplificado descrito anteriormente proporciona un diseño práctico y sirve bien para enseñar la base de la invención. Sin embargo, se prefiere, además de las características de los aparatos simplificados descritos anteriormente, incluir una o más de las siguientes características, que pueden dar como resultado un funcionamiento más liso y una máquina mejor equilibrada.

40 El aparato simplificado descrito anteriormente incorpora válvulas 20 que tienen un segmento de alta presión en un lado y un segmento de baja presión opuesto a él, lo que da lugar a fuerzas radiales significativas sobre las válvulas 20. Para reducir tales fuerzas radiales los aparatos preferidos incorporarían dos segmentos de igual tamaño de alta presión opuestos entre sí, intercalados por dos segmentos de igual tamaño de baja presión opuestos entre sí, como se muestra para el elemento de válvula modificado 9' en las Figuras 7, 7a y 7b.

El aparato simplificado descrito anteriormente incluye dos conductos de intercambio 3, lo que hace que tanto el flujo de alta presión como el de baja presión estén restringidos para parte del giro del elemento de válvula 9. Los aparatos preferidos tendrían más de dos conductos de intercambio 3, de tal manera que ni el flujo de alta presión o de baja presión están restringidos cuando el elemento de válvula 9 gira.

45 Cuando se utilizan los dos segmentos opuestos tanto de alta presión como de baja presión en las válvulas 20 mencionadas anteriormente, el número preferido de conductos de intercambio 3 es de quince, dado que da lugar a que los conductos de intercambio 3 se cierren y se abran en momentos diferentes, como se muestra en las Figuras 7 a 10. En estas figuras se han utilizado los mismos números de referencia para designar los componentes equivalentes al aparato mostrado en las Figuras 1 a 6, adecuadamente sufijado en el caso en que se ha modificado un componente para acomodar quince conductos de intercambio.

50 Debe entenderse que las enseñanzas de la presente invención no se limitan a las ilustraciones o a los aparatos preferidos descritos, que se consideran ilustran los mejores modos de llevar a cabo estas enseñanzas y que son susceptibles a la modificación de forma, tamaño, disposición de partes y detalles de operación.

Los siguientes son ejemplos de tales modificaciones que podrían hacerse a los aparatos preferidos.

55 La conexión de entrada de alta y baja presión para cada flujo podría ser invertida, de manera que la corriente "HP1 dentro", "LP1 fuera", "HP2 dentro" y "LP2 fuera" estén conectadas a los puertos 15, 10, 16 y 11, respectivamente.

Los pistones de conducto 4 podrían eliminarse, lo que daría lugar a una mezcla más intensa entre las dos corrientes de fluido, pero tendría implicaciones de menor mantenimiento y ruido.

5 Los pistones de conducto 4 se muestran en los aparatos preferidos para ser cilindros sólidos. Dependiendo del diseño de la tubería y el equipo externo a la máquina, el martillo hidráulico y/o la presión diferencial excesiva a través de los pistones de conducto 4 podrían resultar cuando los pistones 4 alcanzan el final de su carrera. Para reducir este efecto, los pistones de conducto 4 pueden haber incorporado en ellos orificios o un dispositivo de alivio para aliviar las presiones de los pistones trans o pueden estar diseñados para entrar en una zona al final de su carrera que permite el desvío del fluido en el exterior de los pistones de conducto 4.

10 Los conductos de intercambio 3 se muestran en los aparatos preferidos para ser circulares, pero pueden ser de otras formas en sección transversal, tales como ovaladas o en forma de tarta.

Uno de los aparatos preferidos muestra que los conductos de intercambio 3 están todos situados en el mismo radio desde el centro de la máquina, pero esto no es necesario y se puede conseguir una máquina más compacta teniendo conductos de intercambio 3 en radios diferentes desde el centro de la máquina.

15 Uno de los aparatos preferidos muestra el elemento de válvula 9 como consistente en dos válvulas 20 montadas sobre un eje común. Se podría conseguir el mismo efecto eliminando el eje común y teniendo cada válvula un elemento de válvula separado con su propio eje sobresaliendo de la máquina con accionamientos rotativos externos separados pero sincronizados.

20 Las Figuras 11 y 12 muestran una realización simplificada del dispositivo de la invención, que es similar al de la Figura 1, excepto que la mayoría (si no todas) de las superficies de sellado S de las válvulas 120 son radiales planas en lugar de orientadas circunferencialmente. Los distribuidores de flujo 105 y 106 hacen que el flujo de los extremos de los conductos de intercambio 103A y 103B a las válvulas 120 sea axial en lugar de radial. Las superficies radiales planas internas de las válvulas 120 son las superficies de sellado que cooperan con las superficies correspondientes de los distribuidores de flujo 105 y 106. Además, se pueden usar una o más tuercas de ajuste (también llamadas mecanismos de ajuste) 130 para ajustar las holguras de las superficies de sellado radiales planas S. Por la presente configuración, la placa central del elemento de válvula 9 del aparato representado en la Figura 1 puede ser
 25 eliminada y la superficie de sellado circunferencial asociada S1 reducida en diámetro con relación a la de la Figura 1. En tal caso, el conjunto de válvula 109 se puede lograr insertando primero el eje común, y luego montando las válvulas 120 y las tuercas de ajuste 130. Como con el aparato representado en las Figuras 1 y 6, la parte superior del recipiente a presión 100 representado en las Figuras 11 y 12 se sella con una unidad de sellado superior 107 que incorpora el orificio 116 para la entrada de la corriente a baja presión de la segunda corriente. Se utiliza un retén de fluido y un cojinete de empuje 118 de una manera similar a la descrita anteriormente para la conexión del eje del elemento de válvula 109, donde la unidad de sellado superior 107 está asegurada y sellada al recipiente de presión. Además, se muestra el uso de superficies de sellado S dispuestas entre las válvulas 120 y los correspondientes distribuidores de flujo 105 y 106, así como el uso de superficies de sellado S1 dispuestas entre la placa de tabique
 30 114 y el elemento de válvula 109.

35 Con referencia particular a la Figura 13, un sistema de RO 1000 incluye, además del intercambiador de presión 100 de las Figuras 11 y 12, un suministro de agua salina 200, una bomba de alimentación de alta presión 300 (también llamada una bomba de alimentación de membrana), una unidad de RO 400, un almacenamiento de permeado 500, una línea de flujo de retenido 600 que alimenta agua salina concentrada de alta presión (es decir, el retenido) un intercambiador 100, una línea de recirculación 700 que acepta salida de agua salina de alta presión procedente del intercambiador de presión 100 y la suministra, con la asistencia de una bomba de recirculación 800, a una línea a presión 900 aguas debajo de la bomba 300 de alimentación de alta presión. La bomba de recirculación 800 está dimensionada para compensar las pérdidas de presión del agua salina de alta presión que resultan de la unidad RO 400, así como del intercambiador de presión 100. Al mismo tiempo, la bomba de alimentación de baja presión 950
 40 suministra el suministro de agua salina 200 a través del conducto de alimentación de baja presión 975 al intercambiador de presión 100 desplazando el retenido de baja presión a la eliminación 980. En una forma, el suministro 200 de agua salina puede ser un suministro de agua de mar, bien directamente del cuerpo de agua al que está conectado el sistema 1000, o bien en forma de un tanque de agua de mar.

50 Con referencia de nuevo a las Figuras 11 y 12 en relación con la Figura 13, la entrada de alta presión 110 acepta retentado de alta presión de la unidad RO 400 mientras que la salida de alta presión 111 suministra agua salina de alta presión a la línea de recirculación 700. Al mismo tiempo, la entrada 116 de baja presión acepta agua salina a baja presión de la línea 975 de baja presión mientras que la salida 115 de baja presión entrega retenido a baja presión a la línea 980 de eliminación de retenido. Durante la rotación del conjunto de válvula 109, los dos extremos de los conductos de intercambio de presión 103A, 103B son aislados inicialmente por las válvulas 120. Al girar el
 55 conjunto de válvula 109, cuando las válvulas 120 se abren por primera vez, el conducto de intercambio de presión 103A transita de baja a alta presión y el conducto de intercambio de presión 103B transita de alta a baja presión. Tras la rotación adicional del conjunto de válvula 109 a la posición mostrada en las Figuras 11 y 12, los conductos de intercambio 103A, 103B se abren a los diversos trayectos de flujo, donde el conducto de intercambio de presión 103B recibe agua salina de baja presión procedente de la entrada 116 de baja presión que desplaza el retenido de
 60 baja presión a la salida 115 de baja presión, el conducto de intercambio de presión 103A recibe retenido de la

5 entrada 110 que desplaza el agua salina de alta presión a la salida de alta presión 111. Después de la rotación del conjunto 109 de válvula adicional, los dos extremos de los conductos de intercambio de presión 103A, 103B son aislados por las válvulas 120. Después de la rotación del conjunto de válvula 109 adicional, cuando las válvulas 120 se abren por primera vez, el conducto de intercambio de presión 103A transita de alta a baja presión y el conducto de intercambio de presión 103B transita de baja a alta presión. Después de la rotación adicional del conjunto de válvula 109, los conductos de intercambio 103A, 103B se abren de nuevo a los diversos trayectos de flujo, donde el conducto de intercambio de presión 103A recibe agua salina de baja presión desde la entrada de baja presión 116 desplazando el retenedor de baja presión a la salida 115 de baja presión, el conducto de intercambio 103B recibe el retenido de alta presión desde la entrada 110 desplazando el agua salina de alta presión a la salida de alta presión 111. Tras la rotación adicional del conjunto de válvula 109, la válvula 120 está en la posición inicial de aislamiento descrita anteriormente, y la rotación continúa. Por lo tanto, el intercambiador de presión 100 tiene un flujo intermitente de agua salina de baja presión a través de la entrada de baja presión 116 y un retenido de baja presión desde la salida de baja presión 115 y un retenido de alta presión a la entrada de alta presión 110 y agua salina de alta presión de alta presión de salida 111. Los expertos en la técnica apreciarán que aunque la descripción contenida en el presente documento está dentro del contexto de una configuración de dos conductos de intercambio de presión, otras configuraciones que emplean otras configuraciones de conductos múltiples (es decir, un mayor número de conductos de intercambio de presión) el alcance de la presente invención podría proporcionar flujos más continuos en lugar de intermitentes.

20 Si bien muchos de los componentes del intercambiador de presión 100, incluyendo la carcasa 101 con compartimentos 101A y 101B y trayectos de flujo de fluido con puertos de entrada y salida 110, 111, 115 y 116, así como el conjunto de válvula giratoria 109 y los conductos de intercambio de presión 103A y 103B con los pistones de separación de flujo 104A y 104B dispuestos en su interior funcionando de una manera generalmente similar a la del dispositivo descrito en la publicación '917, el dispositivo representado en las Figuras 11 y 12 incluye cambios en la forma en que se sellan varios componentes rotacionales. Específicamente, las superficies de sellado S, que pueden ser de holgura pequeña o incluir componentes de sellado individuales, están situadas entre superficies radiales sustancialmente planas de las válvulas 120 y los distribuidores de flujo 105, 106. Esta configuración difiere de la representada en la publicación '917 por el hecho de que las superficies de sellado S son, en lugar de situarse sobre una interfaz generalmente circunferencial entre la cara exterior de las válvulas 20 y una cara interna correspondiente de los distribuidores de flujo 5, 6 situados axialmente de manera que produzcan una interfaz de sellado plana entre superficies planas adyacentes de las válvulas 120 y los distribuidores de flujo 105, 106. De esta manera, un espacio muy pequeño favorece un sellado hermético.

35 Con referencia particular a la Figura 12, además de proporcionar una superficie S de sellado sustancialmente plana, la configuración de la presente invención facilita la facilidad de mantenimiento, ya que cualquier partícula extraña que se aloja entre los distribuidores de flujo 105, 106 y las válvulas 120 puede ser eliminada fácilmente mediante la eliminación axial del conjunto de válvula 109 que se mantiene en su sitio ajustando las tuercas 130. Otra ventaja de la presente invención es que las superficies planas de sellado S podrían ser sólidas, revestidas, revestidas o superpuestas de otro modo en un material adecuado que sea muy plano, eliminando el uso de componentes de sellado y teniendo una fuga relativamente baja, con ajuste del sellado con las tuercas de ajuste 130. En una forma, dicho material podría ser de cerámica, que es muy fuerte, resistente al desgaste y a la corrosión y puede fabricarse con precisión en una forma muy plana. Dicho sello plano de película delgada tiene el beneficio de que puede actuar también como un cojinete de empuje axial hidrostático o hidrodinámico. Tal configuración sería ventajosa porque podría permitir la eliminación de cojinetes de empuje externos. Una ventaja adicional de la presente invención es que el juego entre las superficies de sellado se puede cambiar ajustando las tuercas 130. Una ventaja adicional de la presente invención es que el diámetro de la junta giratoria S1 en el medio del conjunto de válvula giratoria 109 que se interconecta entre el eje común del conjunto de válvula 109 y el tabique 114 puede reducirse. Otra ventaja adicional de la presente invención es que la circunferencia exterior de las válvulas 120 puede fabricarse con una tolerancia cercana. Tal construcción tendría el efecto de hacer que el conjunto de válvula 109 actúe, tal como a través de una cooperación estrecha con una pared interior del alojamiento 101 o estructura relacionada, como un cojinete de centrado.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina intercambiadora de presión (100) que comprende:
- 5 u alojamiento (101) que define un recipiente de presión (101) con compartimentos primero y segundo (101A, 101B) y conexiones de flujo de entrada y salida (110, 111; 116, 115);
- una pluralidad de conductos de intercambio (103A, 103B) montados estáticamente dentro de dicho alojamiento; y
- 10 al menos una válvula (120) dispuesta de forma giratoria dentro de dicho alojamiento y configurada para establecer una comunicación selectiva de fluido entre dicha pluralidad de conductos de intercambio y al menos una de dichas conexiones de flujo de entrada y salida de manera que durante dicha comunicación de fluido fluyen flujos de alta o baja presión a través de al menos uno de dichos compartimentos primero y segundo y al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio;
- en el que un primer sello (S) está dispuesto entre dicha al menos una válvula y una cara de dicha pluralidad de conductos de intercambio de tal manera que la al menos una superficie de sellado (S) está formada entre las respectivas superficies planas enfrentadas adyacentes;
- 15 **caracterizado porque dicha al menos una válvula comprende dos válvulas (120) para proporcionar la comunicación selectiva de fluido a dichos conductos de intercambio, en donde la primera de dichas dos válvulas es operable para dirigir flujo hacia o desde un primer extremo de dichos conductos de intercambio y la segunda de dichas dos válvulas es operable para dirigir el flujo hacia o desde un segundo extremo de dichos conductos de intercambio, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas define una abertura formada en el mismo que, alternativamente, conecta a extremos respectivos de dichos conductos de intercambio.**
- 20 2. La máquina (100) de la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de ajuste (130) de tal manera que al accionarlo se puede ajustar el espacio libre entre dicha al menos una superficie de sellado (S) y dicha al menos una válvula (120).
- 25 3. La máquina (100) de la reivindicación 2, en la que dicho mecanismo de ajuste (130) comprende una tuerca de ajuste (130) cooperativa con dicha al menos una válvula (120) de tal manera que al girar dicha tuerca de ajuste, dicha al menos una válvula se desplaza axialmente en relación con una superficie adyacente de dicha al menos una superficie de sellado (S) para ajustar la separación entre ellas.
4. La máquina (100) de la reivindicación 1, en la que cada una de dicha cara de dicha pluralidad de conductos de intercambio (103A, 103B) está formada a partir de un distribuidor de flujo (105, 106).
- 30 5. La máquina (100) de la reivindicación 1, en la que dicha al menos una superficie de sellado (S) comprende un material que posee un coeficiente de fricción menor que el de dicho conjunto de válvula (109) y dichos conductos de intercambio de presión (103A, 103B).
6. La máquina (100) de la reivindicación 1, en la que dicha al menos una superficie de sellado (S) comprende un material cerámico.
- 35 7. La máquina (100) de la reivindicación 1, que comprende además un segundo sello (S1) dispuesto radialmente entre dicha al menos una válvula (120) y una pluralidad de compartimentos de fluido a presión adyacentes (101A, 101B) de tal manera que una superficie de sellado (S1) es formada entre ellos.
8. La máquina (100) de la reivindicación 7, en la que dicha segunda superficie de sellado (S1) define un sello circunferencial formado entre un eje común de dicha al menos una válvula (120) y una placa de tabique usada para definir dichos compartimentos primero y segundo (101A, 101B).
- 40 9. Un sistema de ósmosis inversa que incorpora la máquina (100) de la reivindicación 1.
10. Un procedimiento para hacer funcionar al menos una válvula (120) cerrada herméticamente en una máquina intercambiadora de presión (100), comprendiendo dicho método:
- 45 configurar dicha máquina para incluir al menos una válvula (120) dispuesta rotativamente para establecer comunicación selectiva de fluido entre una pluralidad de conductos de intercambio (103A, 103B) para permitir que el fluido a presión pase a través de los compartimentos primero y segundo (101A, 101B) y la entrada y las conexiones de flujo de salida (110, 111; 116, 115) dentro de dicha máquina;
- 50 formar un primer sello plano (S) entre dicha al menos una válvula dispuesta rotativamente y al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio, dichos primer y segundo compartimentos (101A, 101B) o un distribuidor de flujo (105, 106); y

- 5 girar dicha al menos una válvula dispuesta rotativamente en dicha máquina de intercambio de presión con relación a dicho al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio y dichos primer y segundo compartimentos de manera que dichos conductos de intercambio de presión y dichos primer y segundo compartimentos facilitan el intercambio de presión entre un fluido de alta presión y un fluido de baja presión residente en dicha máquina mientras que dicha al menos una válvula dispuesta de forma giratoria mantiene dicho primer sello plano;
- 10 **caracterizado porque** dicha al menos una válvula comprende dos válvulas (120) para proporcionar la comunicación selectiva de fluido a dichos conductos de intercambio, en donde la primera de dichas dos válvulas es operable para dirigir flujo hacia o desde un primer extremo de dichos conductos de intercambio y la segunda de dichas dos válvulas es operable para dirigir el flujo hacia o desde un segundo extremo de dichos conductos de intercambio, en el que cada una de dichas primera y segunda válvulas define una abertura formada en el mismo que, alternativamente, se conecta a los extremos respectivos de dichos conductos de intercambio.
- 15 11. El método de la reivindicación 10, en el que dicha pluralidad de conductos de intercambio (103A, 103B) están fijados dentro de un alojamiento (101) de dicha máquina (100).
12. El método de la reivindicación 10, en el que dicho primer sello plano (S) incluye un material cerámico formado sobre el mismo.
13. El método de la reivindicación 10, que comprende además ajustar una holgura de dicho primer sello plano (S).
14. El método de la reivindicación 13, en el que dicho ajuste de un juego comprende ajustar una tuerca (130) formada sobre dicha al menos una válvula (120) dispuesta giratoriamente.
- 20 15. El método de la reivindicación 10, en el que dicha primera válvula (120) y dicha segunda válvula (120) están espaciadas axialmente entre sí a lo largo de un árbol común.
16. El método de la reivindicación 15, que comprende además formar una segunda junta (S1) entre dicho eje común y una placa de tabique (114) usada para definir una barrera entre dichos primer y segundo compartimentos (101A, 101B).
- 25 17. El método de la reivindicación 10, en el que dicho primer sello plano (S) está formado sobre una superficie plana de dicha al menos una válvula (120) dispuesta giratoriamente y una superficie enfrentada adyacente de dicho distribuidor de flujo (105, 106) fijada rígidamente a al menos uno de dicha pluralidad de conductos de intercambio (103A, 103B) y dichos primer y segundo compartimentos (101A, 101B).

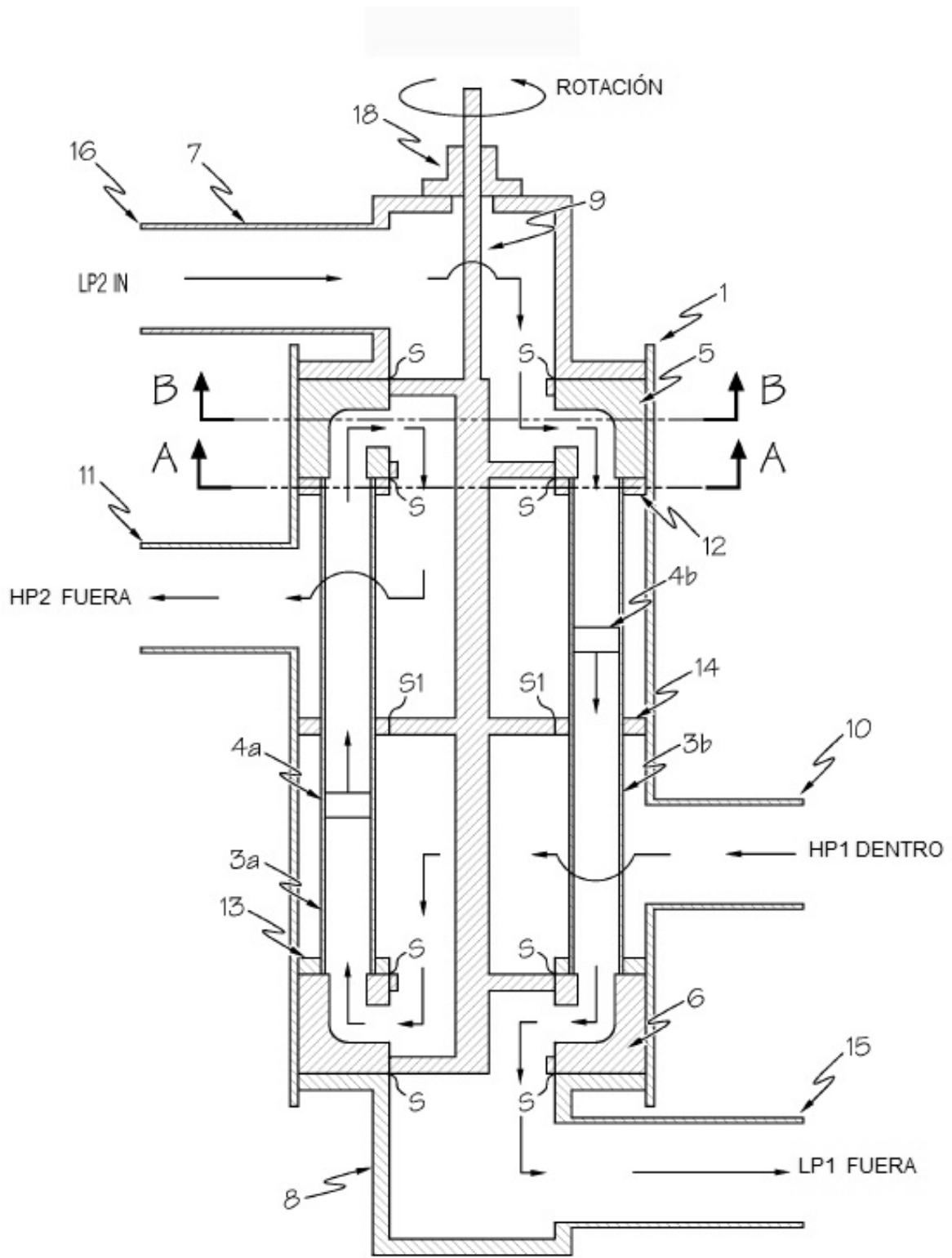


FIG. 1

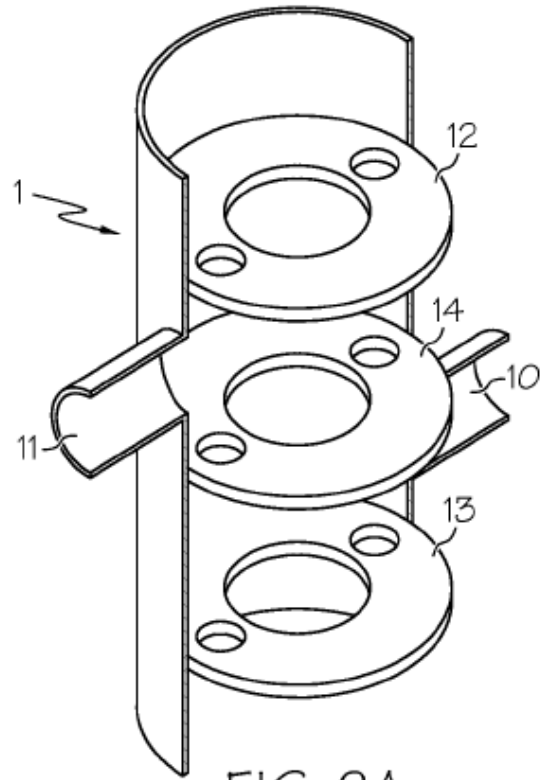


FIG. 2A

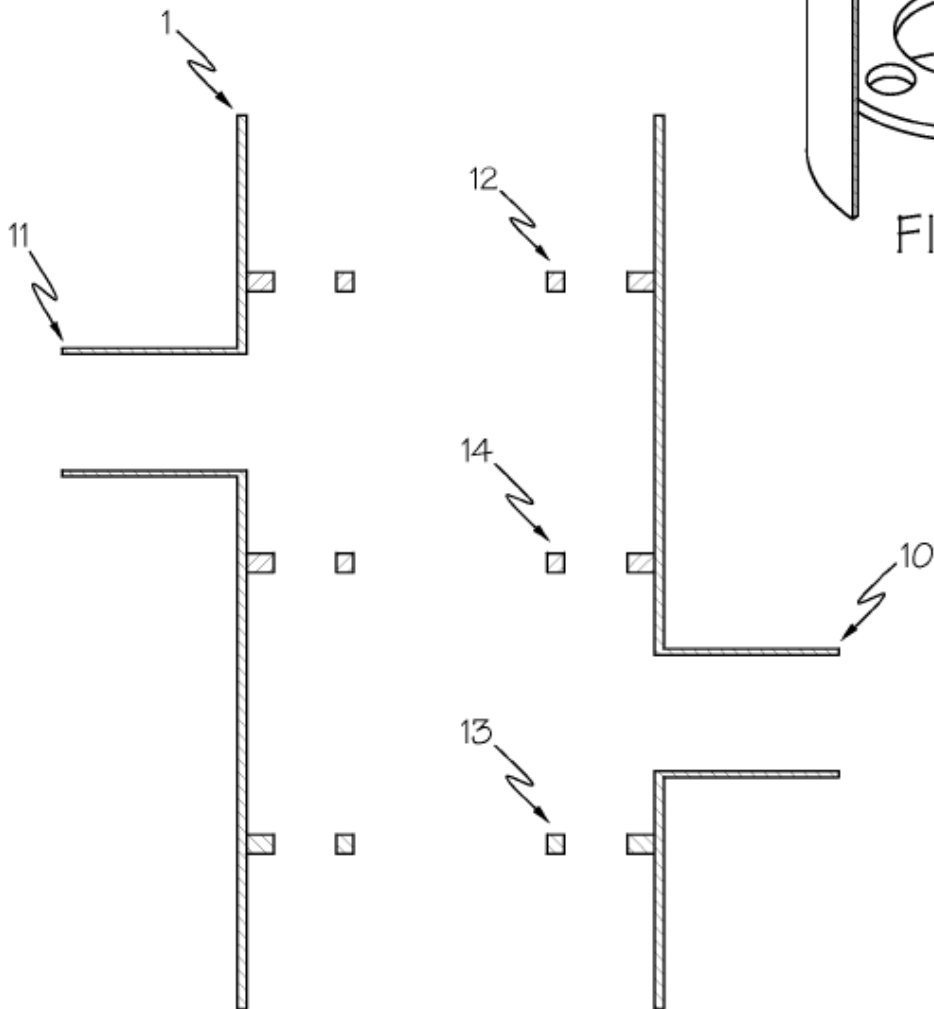


FIG. 2

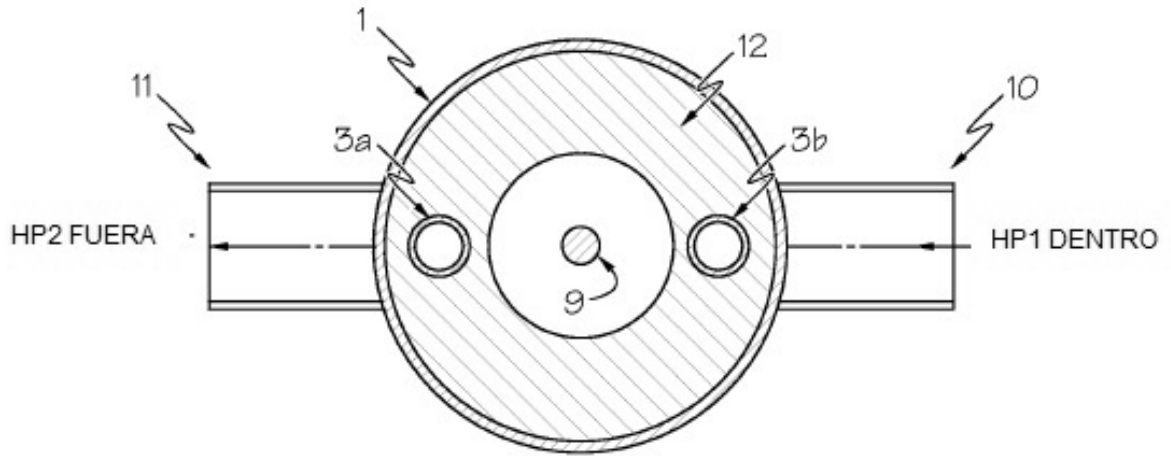


FIG. 3

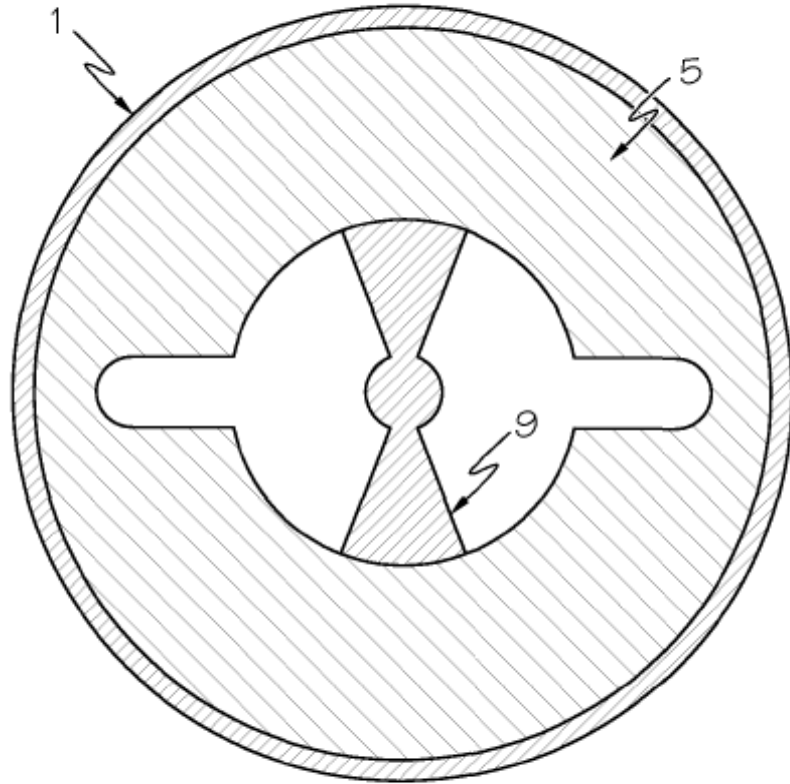


FIG. 4

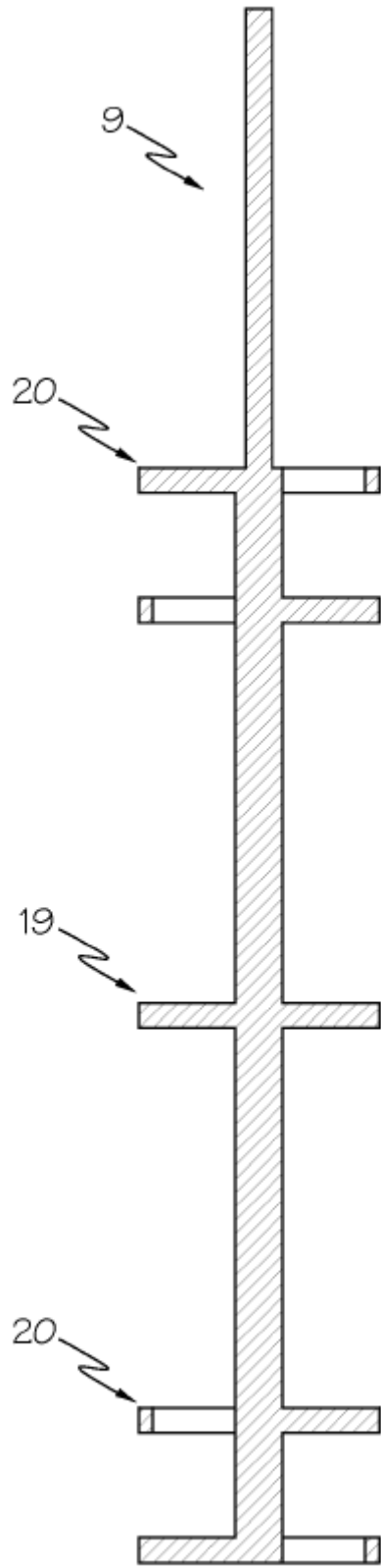


FIG. 5

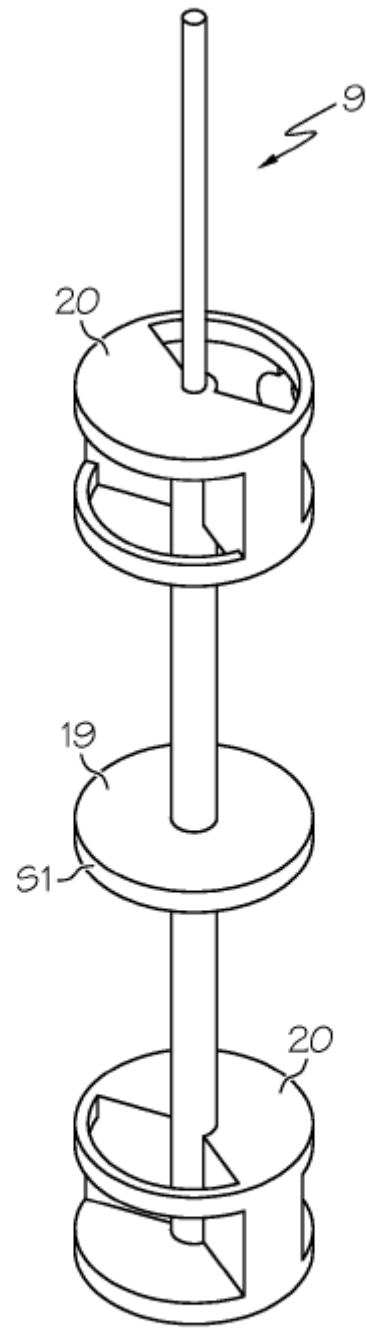


FIG. 5A

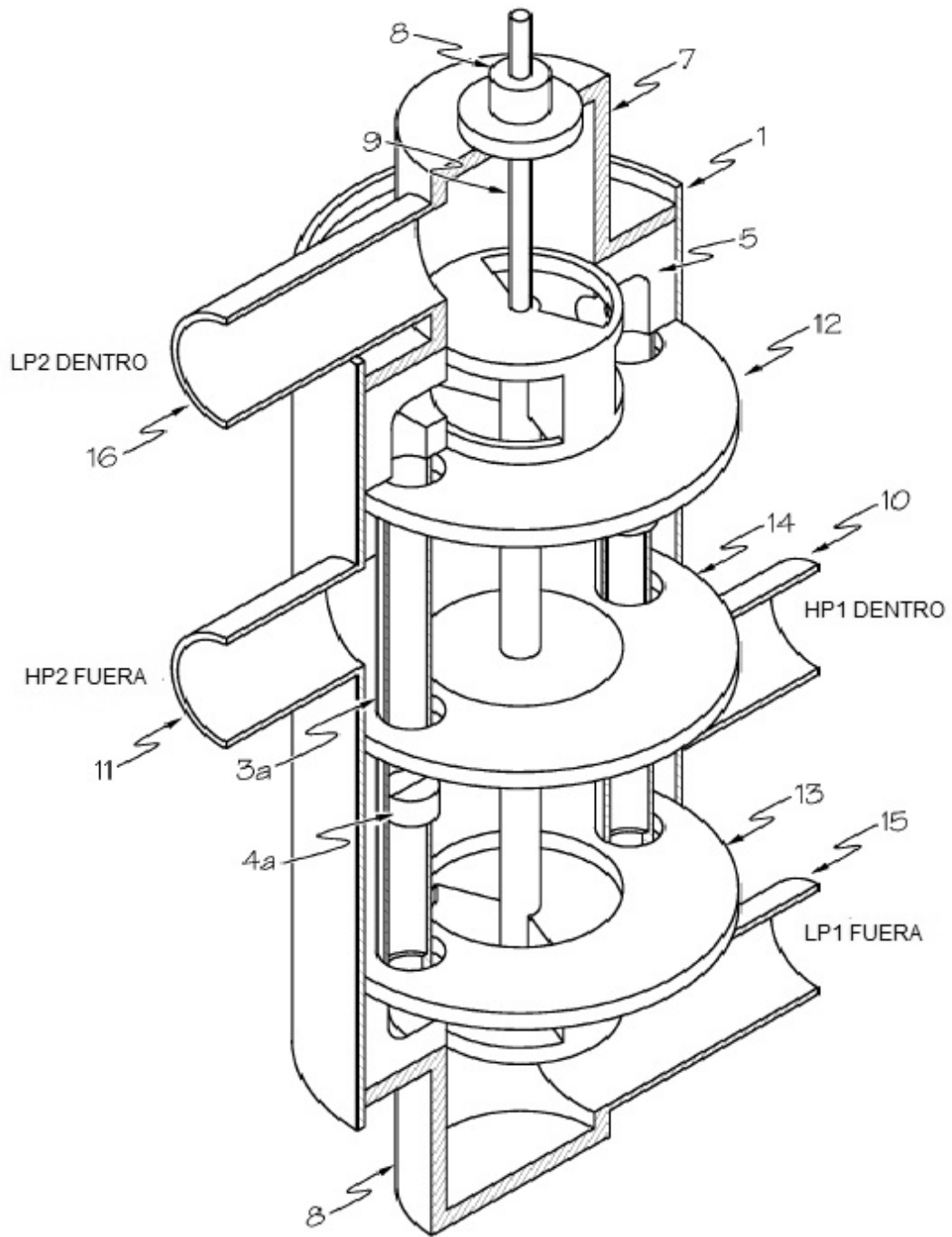


FIG. 6

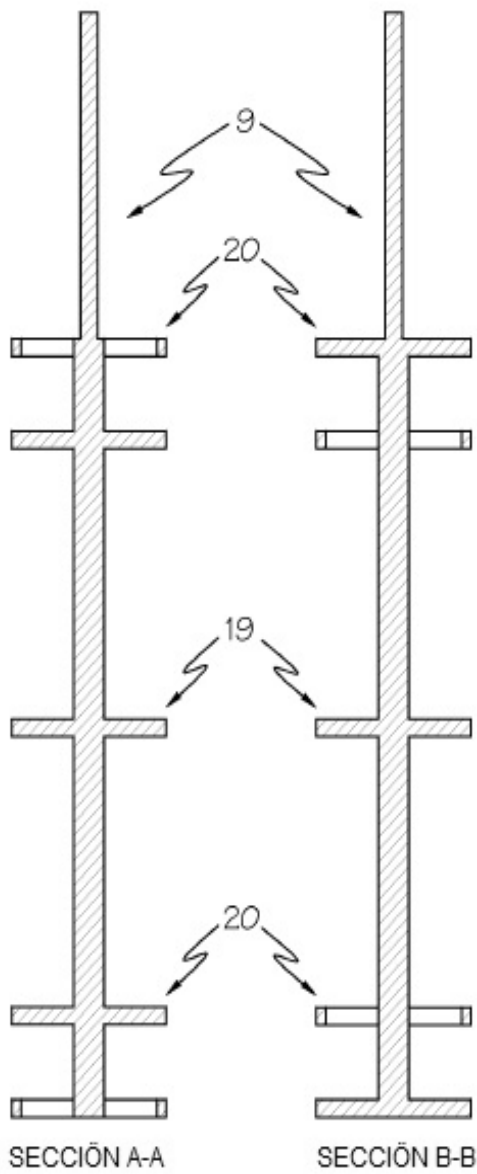
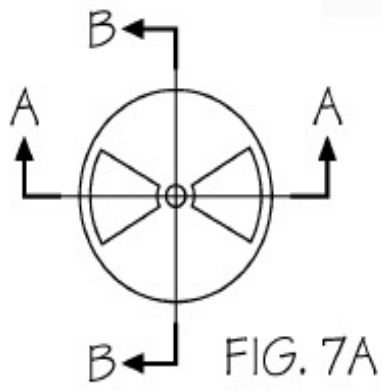
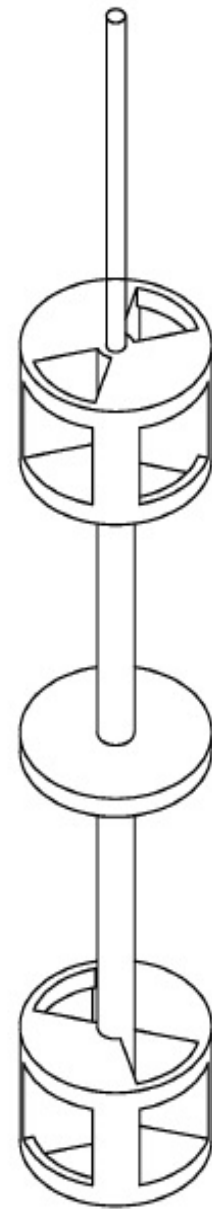


FIG. 7



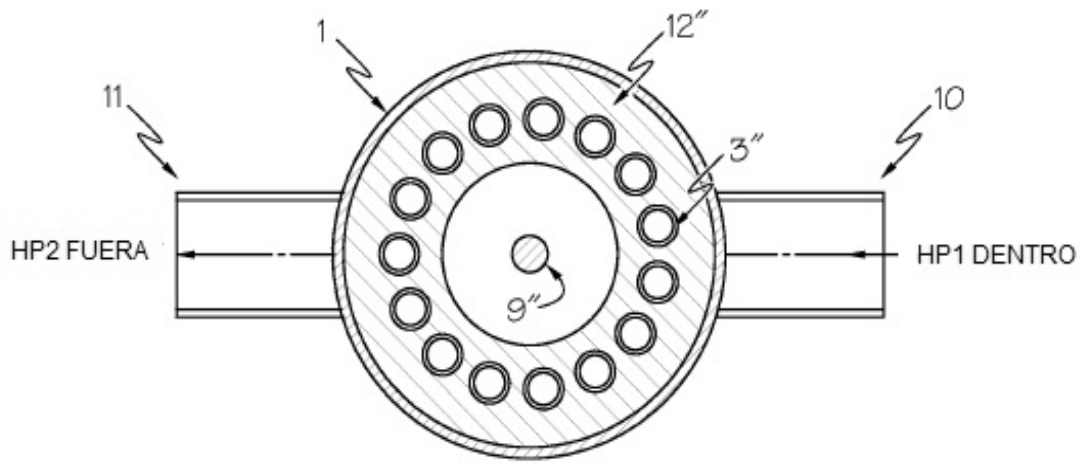


FIG. 8

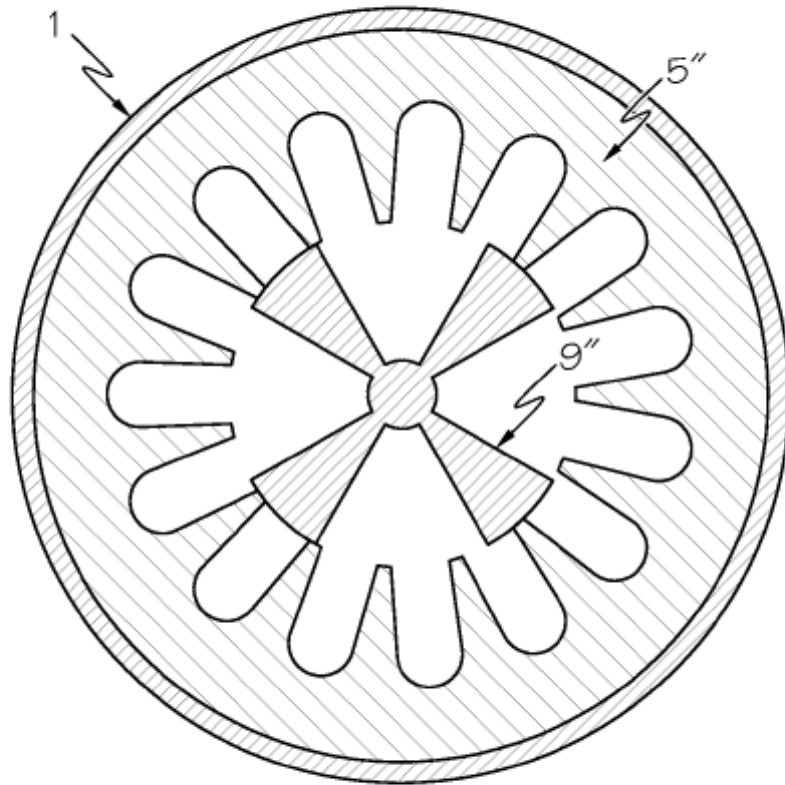


FIG. 9

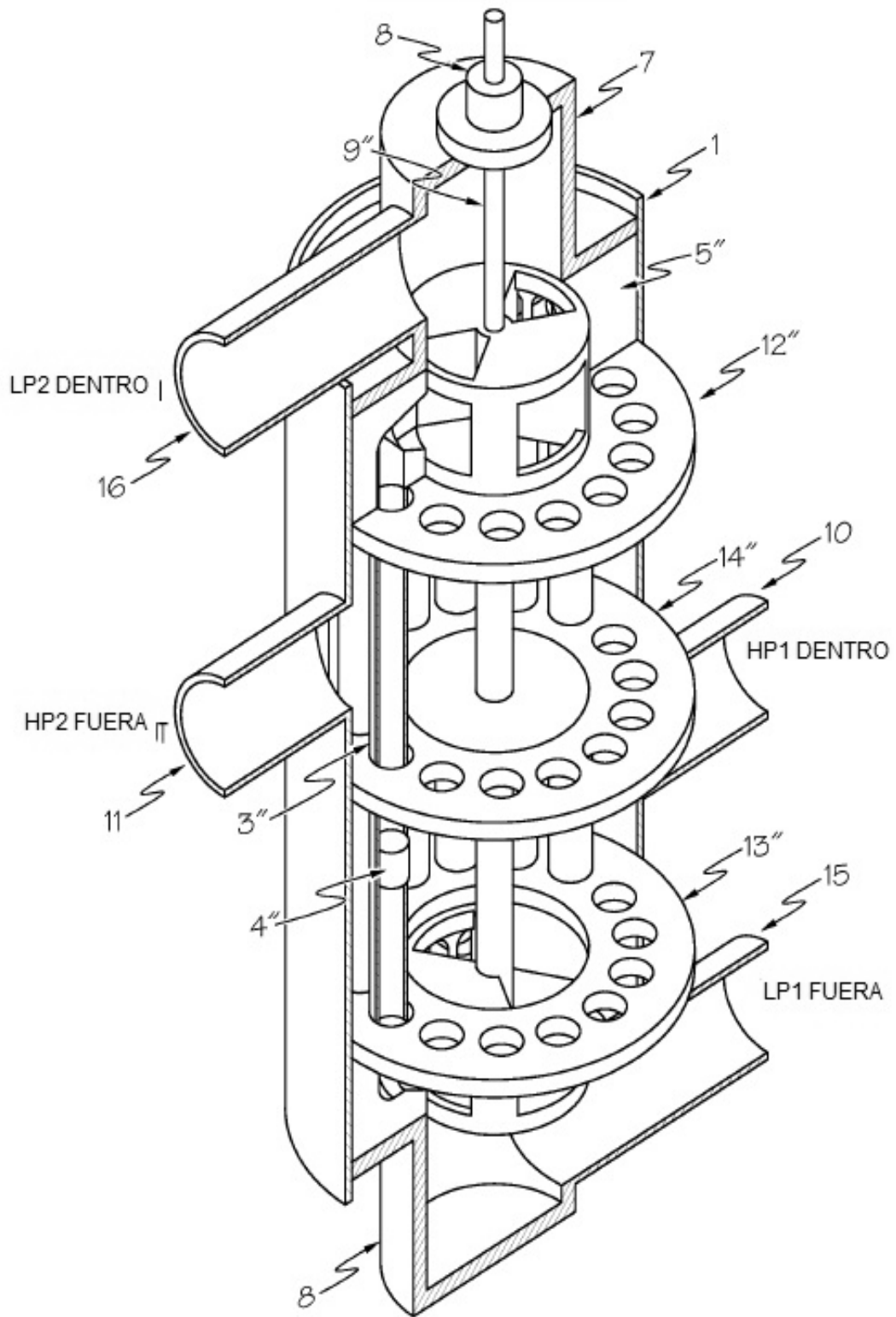


FIG. 10

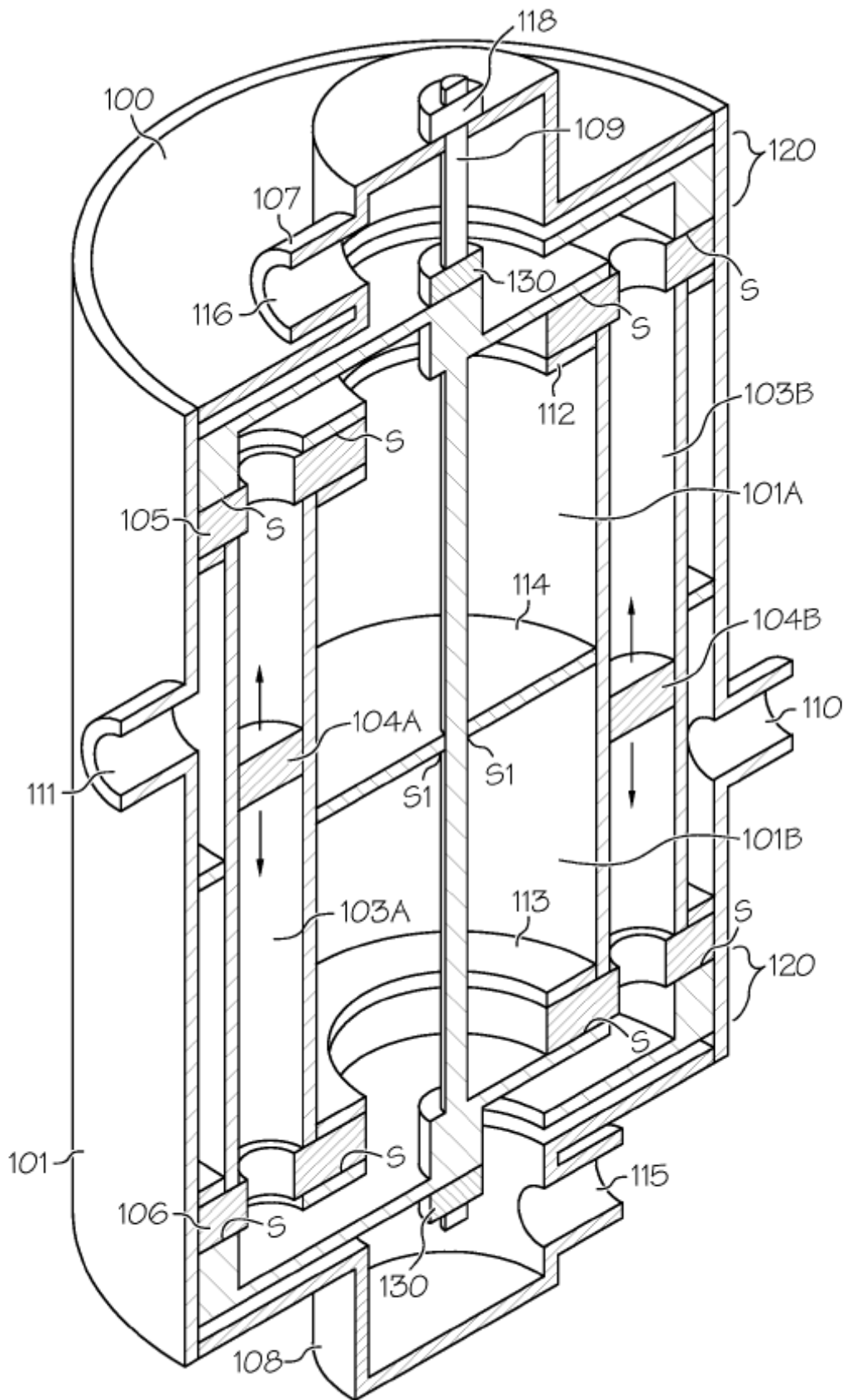


FIG. 11

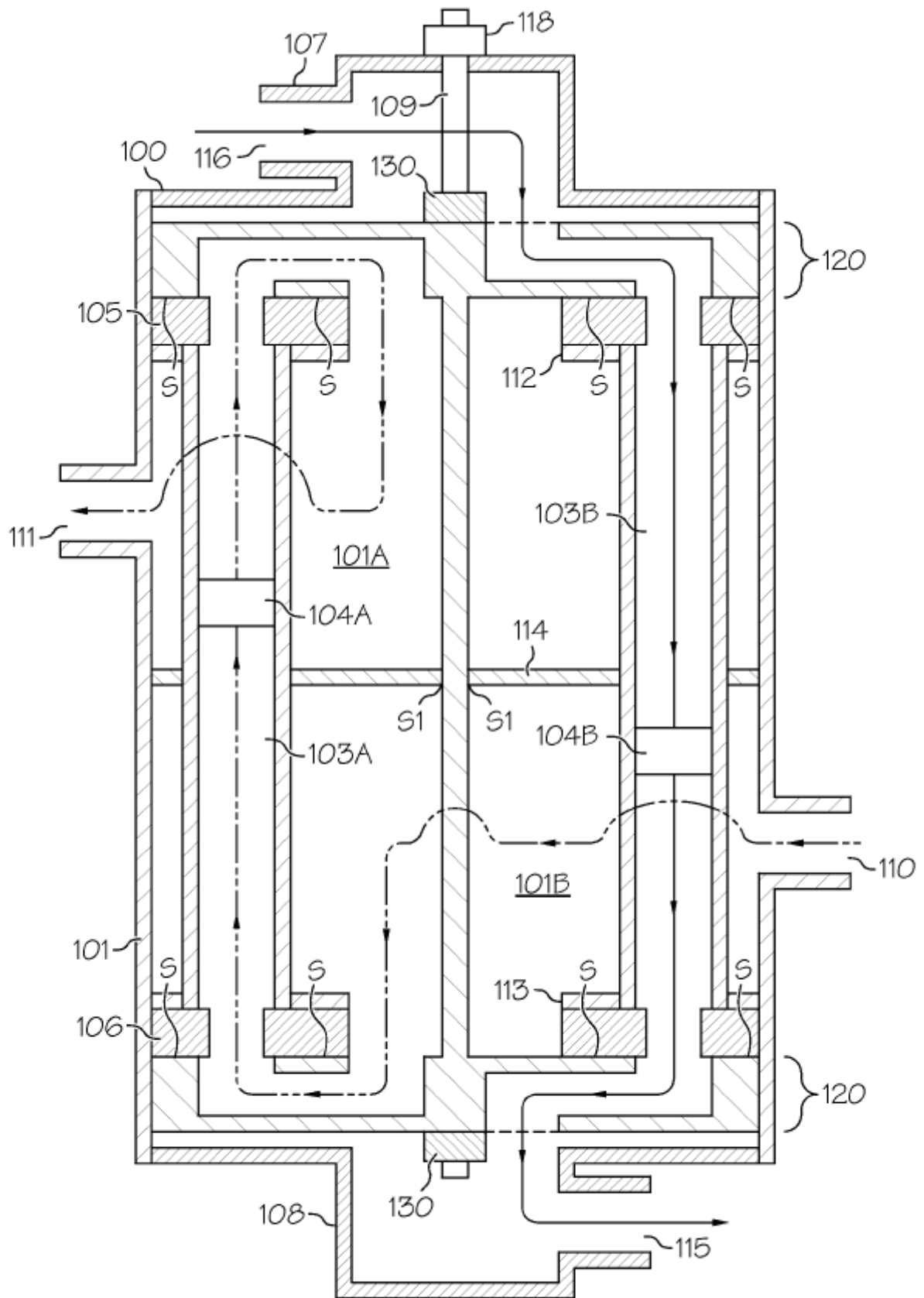


FIG. 12

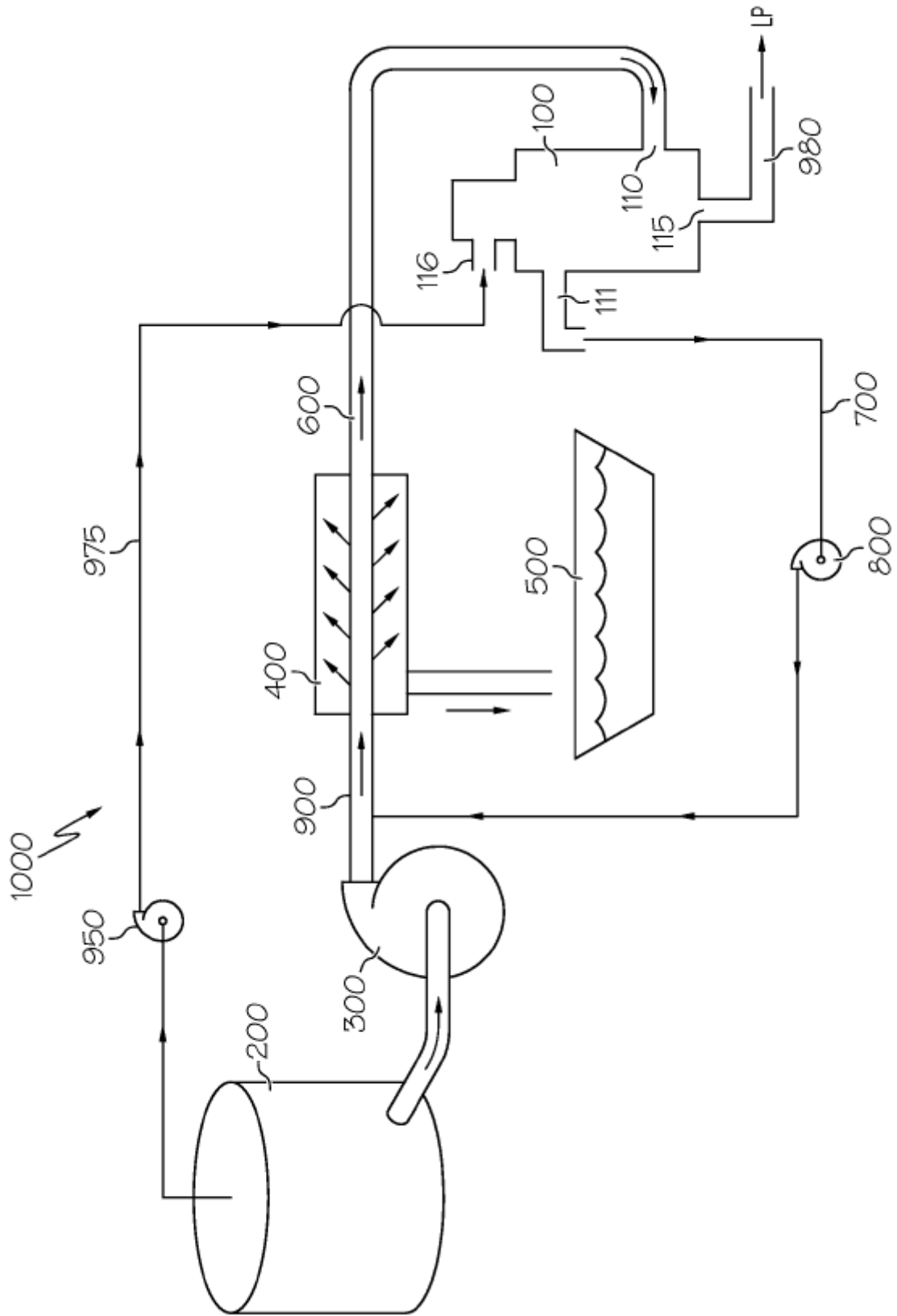


FIG. 13