



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 277 262**

(51) Int. Cl.:

B01D 61/06 (2006.01)

B01D 61/10 (2006.01)

F04D 13/14 (2006.01)

F04D 1/10 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04739729 .4**

(86) Fecha de presentación : **09.06.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1631369**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2006**

(54) Título: **Sistema de bomba con convertidor de presión para ósmosis inversa.**

(30) Prioridad: **18.06.2003 DE 103 27 401**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

(73) Titular/es: **KSB Aktiengesellschaft**
Johann-Klein-Strasse 9
67227 Frankenthal, DE

(72) Inventor/es: **Mollenkopf, Gerhard;**
Bruhns, Uwe;
Kochanowski, Wolfgang;
Baumgarten, Sven;
Bross, Stephan;
Brecht, Bernhard;
Jäger, Christoph;
Ellegaard, Mogens y
Schwarz, Gerhard

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

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 bomba con convertidor de presión para ósmosis inversa.

La invención se refiere a un dispositivo de bomba unido a un convertidor de presión para el tratamiento de líquidos según el principio de ósmosis inversa, en el que dos bombas están unidas a un árbol y son accionadas por un motor común, y una primera bomba impele al cuerpo de una segunda bomba.

Por el documento DE 37 19 292 C1 se conoce un dispositivo de bomba del mismo género, cuya solución prevé la utilización de un motor de rotor húmedo con regulador de revoluciones. Acoplada al cárter del motor, se encuentra una bomba de paletas a la que está acoplada, a su vez, una bomba centrífuga con la ayuda de una prolongación del eje del motor. Este dispositivo de bomba está concebido para su conexión a una red de suministro pública y se alimenta con el agua extraída de la misma. La bomba de paletas, que pertenece al tipo de bombas de desplazamiento positivo o volumétricas, genera la alta presión osmótica que se necesita para el funcionamiento de un dispositivo de ósmosis inversa. Para el dispositivo de ósmosis inversa funciona como bomba de alimentación, mientras que la bomba centrífuga montada a continuación sólo actúa como bomba de recirculación que genera solamente un mínimo aumento de la presión. La alta presión osmótica es producida exclusivamente por la bomba volumétrica, cuyo caudal de suministro es inyectado en el cuerpo de la bomba centrífuga en la zona de la salida del impulsor de la bomba centrífuga. Debido a este modo de construcción, el agua que entra en el cuerpo de la bomba centrífuga fluye inmediatamente a la salida del mismo sin pasar por el impulsor correspondiente y, de ahí, es impulsada por la alta presión generada por la bomba volumétrica al dispositivo de ósmosis inversa.

Debido a la presión osmótica, una parte del agua inyectada en el dispositivo de ósmosis inversa penetra a través de la membrana y sale de dicho dispositivo como agua depurada y potable. La otra parte del agua inyectada, sin embargo, fluye a menor presión y sale del dispositivo de ósmosis inversa con una mayor concentración de contaminantes. Esta parte de agua, que presenta un nivel de contaminantes más elevado, refluye parcial o completamente hacia el orificio de aspiración de la bomba centrífuga realizada en forma de bomba de recirculación. El impulsor de la bomba centrífuga vuelve a impeler esta parte de agua, que ahora presenta un nivel de contaminantes más elevado, hacia atrás a la entrada del dispositivo de ósmosis inversa. El aumento de presión generado por el impulsor de la bomba centrífuga compensa la diferencia con respecto a la presión, que se va reduciendo dentro del dispositivo de ósmosis inversa.

Este dispositivo de bomba presenta el gran inconveniente de que sólo es apto para la depuración de agua extraída de una red pública de suministro de agua potable. Dado que el líquido suministrado por la misma ya ha sido tratado y está en gran medida libre de sólidos y/o partículas en suspensión, la bomba volumétrica en forma de bomba de paletas puede impeler esta agua sin problemas. Dicho dispositivo de bomba no es apto, sin embargo, para impeler otros líquidos a depurar como agua de mar salada, agua salobre u otros líquidos contaminados, ya que dichas contaminaciones acabarían por destruirlo en muy poco

tiempo. Además, tiene el grave inconveniente de que aquella parte de agua que circula constantemente por el dispositivo de ósmosis inversa va acumulando poco a poco una concentración cada vez más elevada de sustancias nocivas, corrosivas o abrasivas. Este incremento de la concentración de contaminantes tampoco puede ser compensado por el agua a depurar suministrada por la bomba volumétrica para sustituir el agua depurada que sale de dicho dispositivo.

La extracción de agua no depurada y que presenta, además, una concentración de contaminantes más elevada se realiza para otros fines que los de suministrar agua potable. Una extracción de este tipo se lleva a cabo mediante la interposición de dos válvulas de regulación a continuación del dispositivo de ósmosis inversa y/o a continuación del motor de rotor húmedo del dispositivo de bomba. Las válvulas de regulación sirven para que dentro del dispositivo de ósmosis inversa la presión no caiga por debajo del nivel necesario para su funcionamiento. Debido a ello, no se aprovecha la alta presión que existe tras pasar por el dispositivo de ósmosis inversa, sino que la misma es eliminada por las válvulas de regulación. Esto constituye una desventaja en cuanto a la rentabilidad de una instalación de este tipo. Otro inconveniente esencial consiste en la posterior utilización de la parte de agua con alta concentración de sustancias nocivas en los puntos de consumo. En este caso, sería más oportuno utilizar en su lugar el agua natural directamente extraída de la red pública de suministro. Esto es debido a que ésta presenta una contaminación considerablemente más baja antes de pasar por el dispositivo de ósmosis inversa que después de su paso por el mismo.

Un trazado análogo del flujo, utilizando otra forma de construcción de la bomba, se muestra también en la patente US 5 567 312, la cual se considera un dispositivo del mismo género. Esta construcción de una bomba centrífuga parte del tipo de construcción de una motobomba sumergible multietapa. La parte del motor de esta motobomba sumergible está rodeada por una denominada camisa de succión y dotada de una conexión para el suministro de una solución a impeler. Dicha solución fluye sobre la superficie del motor, refrigerando el mismo, en cuyo otro extremo penetra en una primera parte de la bomba. Entre la primera parte y la segunda parte de la bomba está dispuesto un elemento guía. La solución circula a través de ambas partes de la bomba, siendo inyectada con alta presión en un módulo de ósmosis inversa. Allí tiene lugar la separación de una parte del líquido, en este caso agua, que sale del otro lado de la membrana, siendo eliminada. La solución inyectada inicialmente, reducida por la cantidad de agua eliminada, refluye hacia el dispositivo de bomba y penetra con alta presión restante en el elemento guía. La pérdida de presión en el módulo de ósmosis inversa queda compensada por la segunda parte de la bomba, y la pérdida de agua es restituida por una solución fresca procedente de la primera parte de la bomba. La recirculación repetida de la solución entre la segunda parte de la bomba y el módulo de ósmosis inversa, da lugar a un líquido con mayor concentración, en este caso, jarabe de arce. Cuando éste alcanza su concentración de azúcar deseada, se extrae el jarabe de arce acabado del circuito. Este dispositivo sirve exclusivamente para espesar una solución, en este caso, jarabe de arce, teniendo lugar el suministro de solución fresca y la mezcla de solución fresca con jarabe concentrado

en la zona de los elementos de guía, una especie de cámara de mezcla. La segunda parte de la bomba sólo tiene una función de recirculación para la parte de líquido a concentrar o espesar, que ha de circular varias veces a través del módulo de ósmosis inversa, para perder su contenido en agua. Ya no es la generación de calor que extrae el contenido en agua del jarabe de arce, sino la utilización de membranas de ósmosis inversa. En este caso, existen los mismos inconvenientes que en la patente DE 37 19 292 C1.

En grandes plantas de ósmosis inversa, sin embargo, que han de suministrar agua potable a hoteles, ciudades o islas enteras, además de la seguridad de funcionamiento de una instalación de estas características es la rentabilidad la que constituye el factor decisivo. El líquido que sale de un módulo de ósmosis inversa, el llamado "brine" o salmuera presenta, además de un nivel de contaminantes más elevado, todavía una presión muy alta del orden de aproximadamente 60 bar. Esta presión es recuperada, por ejemplo, con la ayuda de una turbina, siendo la misma destinada a accionar una bomba de alta presión con cuya ayuda se inyecta el líquido a depurar en un módulo de ósmosis inversa. La salmuera que tras la reducción de la presión en la turbina presenta baja tensión superficial refluye sin presión al mar o a otros lugares de eliminación adecuados.

Otra posibilidad para conseguir que el funcionamiento de la planta de ósmosis inversa sea rentable y ahorre energía consiste en utilizar un denominado convertidor de presión como se conoce, por ejemplo, por la patente US 5 306 428. En este caso, la salmuera, que sale con alta presión del módulo de ósmosis inversa y presenta una concentración de contaminantes más elevada, transfiere la alta presión con la ayuda de los convertidores de presión a un líquido todavía a depurar. Por lo tanto, la potencia motriz de la bomba, que se requiere para inyectar este líquido con la presión necesaria para que el procedimiento de ósmosis inversa pueda funcionar correctamente, queda reducida en la medida en la que se transfirió el aumento de presión. Instalaciones de este tipo utilizan dos bombas separadas, es decir, una primera bomba con la ayuda de la que se presuriza una porción de un líquido a depurar a la alta presión osmótica de aproximadamente 65 bar, que es necesaria para su funcionamiento. Y una segunda bomba con la ayuda de la que se aumenta la presión en el resto de líquido a depurar, que corresponde en cantidad a la parte de líquido no depurado que sale del módulo de ósmosis inversa. Esta segunda bomba tan sólo genera la diferencia de presión, es decir, la parte que corresponde a la reducción de presión dentro del módulo de ósmosis inversa.

La invención tiene como objetivo desarrollar una unidad de bomba con la que sea posible, con un alto grado de seguridad de funcionamiento, realizar una producción rentable de agua potable o ultrapura.

Para resolver este problema se prevé que una primera bomba centrífuga multietapa impele un líquido a gran presión a un espacio colector, que dicho espacio colector presente una abertura de entrada para la alimentación adicional de un líquido a alta presión, la cual está unida con un convertidor de presión, y que una segunda bomba centrífuga concebida para grandes caudales y pequeños aumentos de presión comunique con el espacio colector. Mediante esta solución se da lugar a un grupo muy compacto de bombas en el que las bombas están dispuestas del modo en sí co-

nocido sobre un eje común. A tal efecto, el espacio colector está dispuesto en la zona entre la primera y la segunda bombas centrífugas.

Debido a la disposición en serie de las bombas, la segunda bomba centrífuga aspira directamente los flujos de líquido que se juntan en el espacio colector. Dicho espacio colector constituye, en este caso, al mismo tiempo una caja de aspiración. De esta forma, se crea una unidad de bombas centrífugas en la que el caudal de la primera bomba centrífuga y la porción de otro flujo de líquido a depurar altamente presurizado, así como las presiones de estos flujos parciales, están conectados en serie. Por lo tanto, un líquido que sale del convertidor de presión es inyectado a alta presión al espacio colector y, una vez allí, es aspirado por la segunda bomba centrífuga. Tras salir de la última etapa de la unidad de bomba, la cantidad total de un líquido a depurar fluye hacia un módulo de ósmosis inversa.

La abertura de entrada del espacio colector está unida a un convertidor de presión. A tal efecto se pueden establecer conexiones con todos los modos de construcción conocidos de convertidores de presión, con cuya ayuda se puede aumentar la presión del líquido a depurar.

Según otra realización de la invención, se prevé que la última etapa de la primera bomba centrífuga esté dotada de un dispositivo de guía regulable o ajustable. En este dispositivo de guía se puede alterar la energía de presión del líquido que sale de la primera bomba centrífuga. De ello resulta una posibilidad de regulación, a efectos de conseguir una adaptación de las condiciones de presión entre las bombas centrífugas. Esto es necesario para evitar que en el espacio colector el líquido inyectado a través de la abertura de entrada con gran energía de presión pase a la primera bomba centrífuga. De esta manera, se evita de forma muy sencilla un desequilibrio de los flujos de líquido que se juntan en el espacio colector.

Para obtener la adaptación del dispositivo de bomba a diversos estados de funcionamiento de una instalación de ósmosis inversa, de acuerdo con otra realización, se sitúa un dispositivo de guía ajustable o regulable en la primera y/o en la segunda bombas centrífugas regulando, de esta manera, el caudal. Debido a que los dos tipos de bomba presentan distintas curvas características y las características de un módulo de ósmosis inversa cambian durante un proceso de depuración, se requiere una regulación del caudal. A tal efecto, álabes guía ajustables o regulables pueden formar el dispositivo de guía. También es posible que correderas, válvulas de compuerta anulares, arandelas de estrangulación u otros medios ajustables o regulables que modifican el diámetro constituyan el dispositivo de guía. O bien, que el dispositivo de guía esté dotado de un canto de entrada ajustable o regulable. Esto sería el caso, por ejemplo, en una caja espiral con espolón ajustable o regulable.

Incorporados en el espacio colector, se encuentran elementos de construcción que conducen el flujo y hacen que la conducción y la unión de los flujos de líquido, que se juntan en el espacio colector, se realicen con pocas pérdidas. Al mismo tiempo esto sirve para que también la inyección a la segunda bomba centrífuga, que está montada a continuación y aumenta la presión, se realice con pocas pérdidas.

El caudal total que circula por la segunda bomba está formado en un 50 - 30% por el caudal procedente

de la primera bomba centrífuga y en un 50 - 70% por una porción de caudal que corresponde a una cantidad inyectada adicionalmente al espacio colector. Esto dependerá del nivel de suministro respectivo del módulo de ósmosis inversa al que está conectado, el cual puede sufrir variaciones a medida que se prolonga el tiempo de funcionamiento y debido al envejecimiento de las membranas utilizadas.

Para ajustar el caudal total del dispositivo de bomba, se puede utilizar también una regulación por estrangulación que está dispuesta en un conducto que comunica con la abertura de entrada para la alimentación adicional. Ello facilita una adaptación sencilla de los caudales parciales a impulsar.

De acuerdo con otras realizaciones, la segunda bomba centrífuga está dotada de un dispositivo de flujo y/o de guía ajustable o regulable y presenta impulsores con una velocidad específica de $n_q = 40 - 200 \text{ min}^{-1}$. La primera bomba centrífuga del dispositivo de bomba se elige en función del caudal de agua pura o permeada, que debe suministrar una planta de ósmosis inversa en funcionamiento. Dependiendo del caudal de esta primera bomba centrífuga, se empleará en la segunda bomba centrífuga un impulsor con una velocidad específica de $n_q \sim 40 - 60 \text{ min}^{-1}$ para un caudal de permeado a suministrar a partir de $Q_{\text{opt}} \sim 60 \text{ m}^3/\text{h}$. Para un caudal de permeado o de agua pura a suministrar con $Q_{\text{opt}} \sim 800 \text{ m}^3/\text{h}$, se empleará en la segunda bomba centrífuga un impulsor con una velocidad específica de $n_q \sim 150 - 200 \text{ min}^{-1}$. La elección de la velocidad específica de la segunda bomba centrífuga dependerá de la tasa de recuperación correspondiente con la que trabaja la planta de ósmosis inversa. De dicha tasa de recuperación resulta la parte porcentual de agua pura o permeada con respecto a la cantidad de fluido a depurar. En plantas que tienen una tasa de recuperación de 30% se emplearán en la segunda bomba centrífuga impulsores con un valor alto de n_q , mientras que con tasas de recuperación de 50% se utilizarán impulsores con valores n_q más bajos. Tasas de recuperación situadas entre los valores indicados requerirán análogamente impulsores con valores n_q modificados adecuadamente.

De acuerdo con otra realización de la invención, se prevé que una prebomba adicional esté integrada en el dispositivo de bomba delante de la primera bomba centrífuga. Al utilizar convertidores de presión, estas prebombas son necesarias para impulsar al mismo convertidor de presión aquella parte del caudal que se provee de una mayor energía dentro de dicho convertidor, así como para garantizar su funcionamiento. Por ejemplo: cuando en un módulo de ósmosis inversa se obtiene aproximadamente un 40% de agua pura o permeada a partir del 100% de un líquido a depurar, el 60% restante constituye agua residual o salmuera de mayor concentración. Una prebomba impele, por lo tanto, aproximadamente 60% de un líquido a depurar al convertidor de presión. En dicho convertidor de presión se traslada la presión más alta de la salmuera a este caudal, el cual fluye a mayor presión del convertidor de presión al dispositivo de bomba. Por lo tanto, una bomba de este tipo destinada a un convertidor de presión también puede estar integrada en el dispositivo de bomba como prebomba adicional. La misma estaría dispuesta delante de la primera bomba centrífuga y sería accionada por el mismo motor. Mediante una toma en sí conocida en el cuerpo de la bomba se extrae de la prebomba, a tal efecto, la porción de 60%

del caudal total, que es lo que se requiere aproximadamente para el convertidor de presión, y se deriva a éste.

Asimismo, la regulación del caudal del dispositivo de bomba también se puede realizar porque un flujo retorcido existente en el espacio colector es alterado por un suministro variable de los flujos parciales que entran en el espacio colector. De esta forma, se dan otras condiciones de alimentación de la segunda bomba, alterándose su curva característica.

A continuación, se explican con más detalle ejemplos de realización de la invención, que se muestran en los dibujos. Éstos muestran:

En la figura 1, un principio del convertidor de presión en sí conocido, según la patente US 5 306 428;

en la figura 2, un esquema de conexiones de un dispositivo de bomba, según la invención;

en la figura 3, un esquema de conexiones de un dispositivo de bomba, según la invención, con una prebomba integrada; y

en la figura 4, una sección a través de un dispositivo de bomba, según la figura 2.

En la figura 1 se muestra una planta de ósmosis inversa, de acuerdo con el estado de la técnica. Una bomba de alta presión (1) impele un fluido a depurar, habitualmente agua en forma de agua de mar o de lago, agua salobre o también agua residual, hacia un módulo o varios módulos de ósmosis inversa (2). Debido a la alta presión osmótica dentro de estos módulos (2), se produce un efecto de separación en las membranas dispuestas en ellos. Detrás de las membranas sale agua depurada, el denominado permeado, con poca presión de los módulos (2), esta agua se colecta para su posterior utilización.

Un fluido no depurado que sale de los módulos de ósmosis inversa (2), el denominado "brine" o salmuera, presenta tras el proceso de separación una mayor concentración de contaminantes, habitualmente sales, y es reconducido a la fuente original. Debido a su alto contenido energético en forma de energía de presión, la salmuera es conducida a través de una válvula (7) para la recuperación de energía a un convertidor de presión de 2 cámaras. En sus cámaras tubulares (3) están dispuestos pistones de separación (4) desplazables a presión que constituyen una separación entre dos espacios presurizados cada uno a una presión diferente. También se conocen instalaciones con cámaras tubulares sin pistones de separación, pero en este caso pueden producirse mezclas indeseadas entre los diferentes líquidos, cuando el sistema se encuentra desequilibrado o los tiempos de control están desajustados.

En la figura 1, la alta presión de la salmuera ha presionado un pistón (4), que se encuentra en la primera cámara tubular superior (3), al lado opuesto a la válvula (7). De esta forma, la presión de la salmuera ha sido transferida a un fluido aún no depurado y de menor presión, que se encuentra en la cámara tubular a la izquierda de dicho pistón. Dicho fluido, que se encuentra a la izquierda del pistón, ha salido a alta presión del lado izquierdo de la cámara tubular superior (3) y ha fluido a través de válvulas de retención (5) a una bomba amplificadora de presión (6) separada, que está dispuesta dentro de un segundo sistema de tuberías. Mediante la bomba amplificadora (6) se compensa aquella pequeña pérdida de presión que se produce durante el proceso de depuración osmótica en los módulos (2). Debido a la recuperación de

energía, dicha bomba amplificadora (6) ha de generar solamente aquella diferencia de presión que se ha perdido en el interior de los módulos de ósmosis inversa (2). Por esto es mucho más pequeña y, por tanto, más económica que en una instalación sin recuperación de energía. Los motores de las bombas (1), (6) no se muestran en la figura 1.

La integración de la bomba amplificadora directamente en el cuerpo de la bomba principal da lugar a una reducción importante del gasto total para la construcción. Además, se consigue un ahorro al poder prescindir de un cuerpo de bomba completo y un motor adicional para la bomba amplificadora que, hasta el momento, ha sido necesaria.

En la figura 2 se muestra el esquema de dispositivo de bomba (10), según la invención, en combinación con un convertidor de presión. Dentro del dispositivo de bomba (10) están dispuestas sobre un eje común una primera bomba centrífuga multietapa (1.1) como bomba de alta presión y una segunda bomba centrífuga (6.1) diseñada para grandes caudales.

El accionamiento del dispositivo de bomba (10) se realiza a través de un motor común (11). La alimentación del fluido a depurar a la planta de ósmosis inversa se lleva a cabo a través de una prebomba (12).

En función de la posición de trabajo del pistón (4) en las cámaras tubulares (3) del convertidor de presión, un flujo parcial del fluido a depurar fluye a través de una tubería (13) alternativamente a una u otra de las cámaras tubulares (3). En estas cámaras (3) tiene lugar el aumento de presión mediante la transferencia de la presión de la salmuera, que sale de un módulo de ósmosis inversa (2) a una presión más elevada. Tras la transferencia de presión, el líquido sale de una de las cámaras tubulares (3) con más energía y fluye a través de un dispositivo de alimentación (14) al dispositivo de bomba (10).

El otro flujo parcial del líquido a depurar fluye de la prebomba (12) a través de una tubería (15) directamente a la primera bomba centrífuga multietapa (1.1) que está dispuesta, juntamente con la segunda bomba centrífuga (6.1), dentro del dispositivo de bomba (10). En el interior del dispositivo de bomba (10) se unen los dos flujos parciales a depurar, que son suministrados con la ayuda de la segunda bomba centrífuga (6.1) al módulo de ósmosis inversa (2).

En la figura 3 se muestra un esquema de conexiones, en el que adicionalmente la prebomba (12) está integrada en el dispositivo de bomba (10). La misma es accionada, asimismo, por el motor (11), oportunamente diseñado, de la primera (1.1) y de la segunda (6.1) bombas centrífugas. El líquido a depurar fluye dentro de la planta de ósmosis inversa en su totalidad hacia la prebomba (12) a través de una tubería (16).

Una vez aumentada la presión por la prebomba (12), un flujo parcial del líquido a depurar es conducido a través de la tubería (15), que actúa en este caso como tubería de toma, a una cámara tubular (3) del convertidor de presión, a efectos de aumentar la presión. La otra parte del caudal de la prebomba es inyectada directamente a la primera bomba centrífuga (1.1). Allí tiene lugar el aumento de presión como se muestra de forma análoga a la representación de la figura 2. Y la reconducción del fluido dotado de más energía del convertidor de presión al dispositivo de bomba (10) también se realiza de forma análoga a la figura 2.

En la figura 4 se muestra una sección de un ejemplo de realización de bomba (10), según la figura 2. La referencia (11) señalada en el extremo del eje representa un motor (11) cuyas fuerzas de accionamiento se transmiten en este punto al eje del dispositivo de bomba. Un fluido a depurar es inyectado a través de una tubería (15) a la primera bomba centrífuga multietapa (1.1). Ésta impele el líquido con mayor presión al espacio colector (17), que está dotado de una abertura de entrada (18), de un dispositivo de alimentación adicional (14). A través del dispositivo de alimentación (14) un líquido altamente presurizado penetra en el espacio colector (17). Con el espacio colector (17) comunica con la segunda bomba centrífuga (6.1) que está diseñada para grandes caudales y un pequeño aumento de presión. El espacio colector (17) comunica también a través de una orificio de aspiración (19) con una segunda bomba centrífuga (6.1).

La última etapa (1.5) de la primera bomba centrífuga (1.1) está dotada de un dispositivo de guía ajustable o regulable (20). Asimismo, un dispositivo de guía ajustable o regulable (20) puede regular el caudal en la primera y/o en la segunda bombas centrífugas. A tal efecto, podrán utilizarse álabes guía ajustables o regulables (21).

Los elementos de construcción (24) incorporados en el espacio colector (17) sirven para que la conducción de los flujos parciales, que se juntan en el interior del espacio colector (17), se realice con pocas pérdidas.

Alternativamente, en la alimentación (18) también puede estar dispuesta una regulación por estrangulación (25), a efectos de coordinar los flujos parciales que se juntan en el interior del espacio colector (17) para favorecer el flujo. En la segunda bomba centrífuga (6.1) están dispuestos, preferentemente, impulsores (25) cuya velocidad específica es $nq = 40 - 200 \text{ min}^{-1}$, en función de la tasa de recuperación de la planta de ósmosis inversa. Con la ayuda de estos impulsores (25), un gran caudal extraído del espacio colector (17) es transportado al módulo de ósmosis inversa (2) de forma que favorece el flujo.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de bomba (10) para el tratamiento de líquidos según el principio de ósmosis inversa, en el que dos bombas están unidas a un árbol y accionadas por un motor común, y una primera bomba impele al cuerpo de una segunda bomba, siendo la primera bomba una bomba centrífuga multietapa (1.1) que impele un líquido a alta presión a un espacio colector (17), presentando dicho espacio colector (17) una abertura de entrada (18) para la alimentación adicional (14) de un líquido altamente presurizado y siendo la segunda bomba una bomba centrífuga (6.1) diseñada para grandes caudales y pequeños aumentos de presión, que comunica con el espacio colector (17) y aspira del mismo (17) a través de un orificio de aspiración (19), **caracterizado** porque la abertura de entrada (18) del espacio colector (17) comunica con un convertidor de presión (3).

2. Dispositivo de bomba, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en el interior del dispositivo de bomba (10) dos flujos de líquido separados se juntan en el espacio colector (17), y porque la segunda bomba centrífuga (6.1) impele los flujos parciales como un solo flujo unificado.

3. Dispositivo de bomba, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el caudal puede ser regulado mediante un dispositivo de guía ajustable o regulable (20), dispuesto en la primera y/o en la segunda bombas centrífugas (1.1, 6.1).

4. Dispositivo de bomba, según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado** porque la última etapa (1.5) de la primera bomba centrífuga (1.1) está dotada de un dispositivo de guía ajustable o regulable (20).

5. Dispositivo de bomba, según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado** porque álabes guía ajustables o regulables (21) forman el dispositivo de guía (20).

6. Dispositivo de bomba, según la reivindicación 3, 4 ó 5, **caracterizado** porque correderas, válvulas compuerta anulares, arandelas de estrangulación u otros medios ajustables o regulables que modifican

el diámetro constituyen el dispositivo de guía (20).

7. Dispositivo de bomba, según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el dispositivo de guía (20) está dotado de un canto de entrada ajustable o regulable.

8. Dispositivo de bomba, según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el caudal total, que fluye del espacio colector (17) a la segunda bomba centrífuga (6.1), puede ser ajustado entre el 50 y el 30% por la primera bomba centrífuga (1.8) y en el 50 al 70% por la cantidad suministrada por la alimentación adicional (14).

9. Dispositivo de bomba, según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque una regulación por estrangulación (26) está dispuesta en una tubería que comunica con la abertura de entrada (18) de la alimentación adicional (14).

10. Dispositivo de bomba, según una o varias de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque la segunda bomba centrífuga (6.1) está dotada de un dispositivo de flujo y/o de guía ajustable o regulable (20, 21).

11. Dispositivo de bomba, según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque en la segunda bomba centrífuga (6.1) están dispuestos impulsores (25) con una velocidad específica de $nq = 40 - 200 \text{ min}^{-1}$.

12. Dispositivo de bomba, según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque una prebomba adicional (12) está integrada en el dispositivo de bomba (10) delante de la primera bomba centrífuga (1.1).

13. Dispositivo de bomba, según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque un flujo retorcido existente en el espacio colector (17) puede ser alterado por un suministro variable de los flujos parciales que entran en el espacio colector (17).

14. Dispositivo de bomba, según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque como accionamiento se utiliza un motor (11) con regulador de revoluciones.

Fig. 1

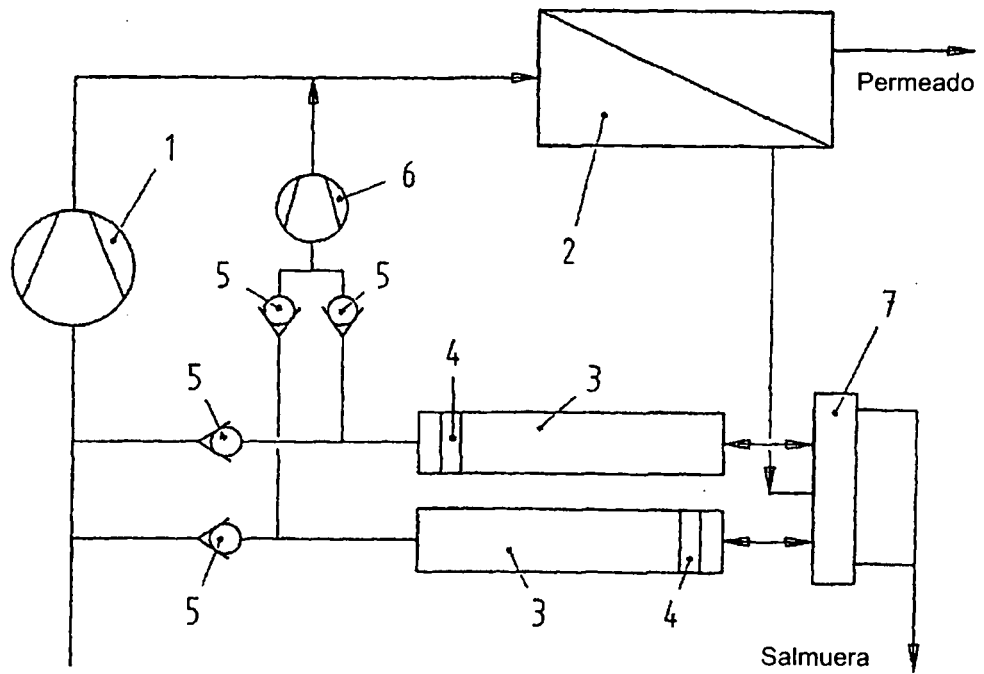
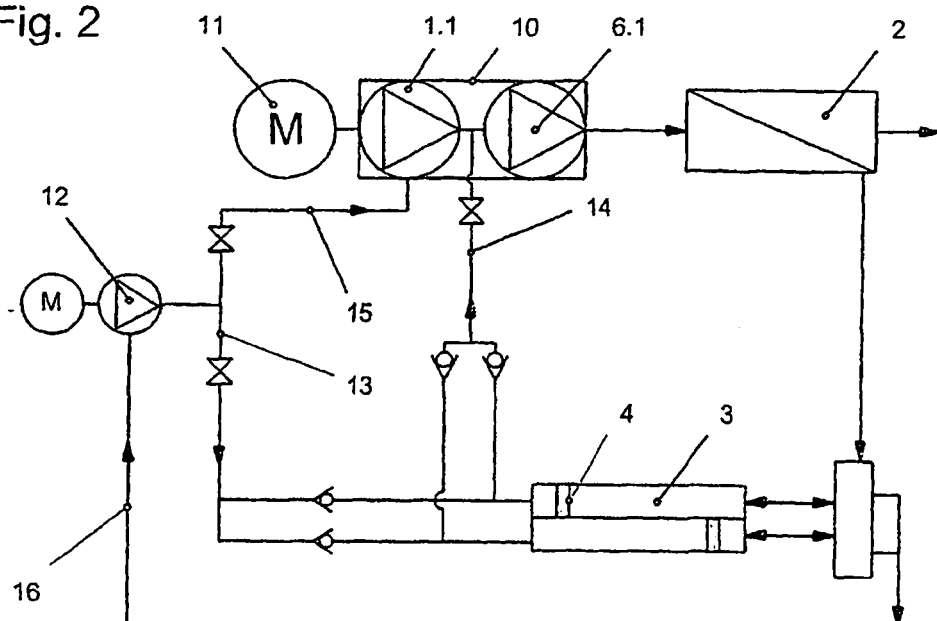


Fig. 2



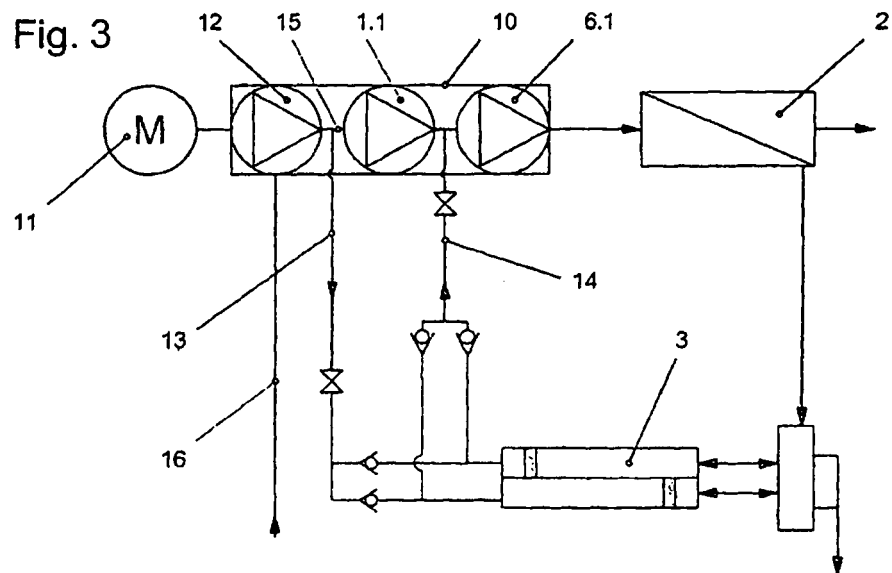


Fig. 4

