

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 228**

51 Int. Cl.:

B01D 61/06 (2006.01)

B01D 61/12 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.02.2011 PCT/US2011/024879**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2011 WO11103088**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2011 E 11706396 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2536484**

54 Título: **Esquema de control para un sistema de ósmosis inversa que utiliza un sistema de integración de gestión de energía hidráulica**

30 Prioridad:

14.02.2011 US 201113026673

17.02.2010 US 305292 P

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

17.05.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OKLEJAS, ELI, JR.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 668 228 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

Esquema de control para un sistema de ósmosis inversa que utiliza un sistema de integración de gestión de energía hidráulica

CAMPO

5 La presente exposición se refiere en general a sistemas de ósmosis inversa y también a un método para operar un sistema de ósmosis inversa que utiliza un sistema de integración de gestión de energía hidráulica.

ANTECEDENTES

Esta sección proporcionar información de antecedentes relacionados con la presente exposición que no es necesariamente técnica anterior.

10 Se utilizan sistemas de ósmosis inversa para proporcionar agua dulce a partir de agua salobre o de mar. Se utiliza una membrana que restringe el flujo de sólidos disueltos a su través. Un sistema de ósmosis inversa implica la presurización de una solución con una presión aplicada mayor que una presión osmótica creada por la sal disuelta dentro de la solución. La presión osmótica es generalmente proporcional al nivel de concentración de la sal.

15 Para conseguir las presiones operativas de membrana, se utilizan bombas para aumentar una presión de alimentación al alojamiento de membrana. Los fabricantes de membranas prefieren que la presión de alimentación a las membranas aumente gradualmente para minimizar el impacto mecánico que puede ocurrir debido a una elevación de presión relativamente rápida.

20 Con referencia ahora a la fig. 1, se ha ilustrado un sistema 10 de ósmosis inversa que tiene una agrupación 12 de membranas que genera una corriente 14 de permeado y una corriente 16 de salmuera desde una entrada 18 de corriente de alimentación. La entrada 18 de corriente de alimentación incluye típicamente agua salobre o de mar. Una bomba 20 de alimentación está acoplada a un motor 22 que presuriza la corriente de alimentación al flujo de presión requerido que entra en la agrupación 12 de membranas en la entrada 18. El motor 22 puede ser accionado por un accionamiento 24 de frecuencia variable (VFD). La bomba 20 de alimentación también puede ser denominada como una bomba de alta presión.

25 El fluido de alimentación procedente de un sistema 26 de tratamiento previo puede proporcionar el fluido de alimentación a la bomba 20 de alta presión. El sistema 26 de tratamiento previo puede estar previsto para tratar previamente el fluido de alimentación antes de la agrupación 12 de membranas. El sistema 26 de tratamiento previo puede ser utilizado para eliminar materiales sólidos tales como arena, gravilla y materiales suspendidos.

30 Una bomba 28 de baja presión acoplada a un motor 39 puede ser denominada como una bomba de baja presión. La bomba de baja presión presuriza el fluido de alimentación desde una entrada 32 de alimentación a una primera presión. La bomba de baja presión es la primera bomba en el sistema, mientras que la bomba de alta presión es la segunda bomba. La bomba de baja presión pone en comunicación fluido de alimentación presurizado con el sistema de tratamiento previo.

35 Para impedir un impacto mecánico excesivo, el accionamiento 24 de frecuencia variable pone en marcha la bomba 20 de alta presión y el motor 22 a una velocidad baja y luego aumenta gradualmente la velocidad. Una vez que se ha conseguido una presión suficiente, el permeado que pasa a través de una membrana 34 sale del alojamiento 36 de la agrupación 12 de membranas. El fluido de salmuera sale de la salida 16 de salmuera. La regulación de flujo de la salmuera puede ser proporcionada utilizando una válvula 40. La salmuera despresurizada puede ser hecha pasar entonces al drenaje 42. La corriente de permeado procedente de la salida 14 de permeado es fluido purificado a una presión relativamente baja. La corriente de salmuera procedente de la salida 16 de salmuera está a una presión más alta que la corriente de permeado y contiene materiales disueltos que fueron bloqueados por la membrana.

40 Con referencia ahora a la fig. 2, se ha ilustrado un sistema 10' de ósmosis inversa similar al que se ha ilustrado en la fig. 1 con la adición de una válvula 50 de estrangulación de alimentación. La válvula 50 de estrangulación de alimentación es utilizada en vez del accionamiento 24 de frecuencia variable para impedir una presión excesiva repentina en la membrana. En este caso, la válvula 50 de estrangulación de alimentación es instalada entre la bomba 20 de alta presión y la agrupación 12 de membranas. Durante la puesta en marcha, la válvula 50 está casi cerrada y se abre lentamente. La bomba 20 de alta presión sube rápidamente hasta la presión máxima, típicamente en unos pocos segundos. La válvula de control es así utilizada para obtener un aumento de presión gradual en la agrupación 12 de membranas.

50 El documento US 4 966 708 A describe un sistema de ósmosis inversa con dos bombas de alimentación que elevan la presión y una unidad de bomba-turbina de recuperación de energía. Durante la puesta en marcha la turbina tiene un retardo, es decir una función de adsorción de potencia.

El documento WO 2007/090406 A1 describe utilizar una unidad de HEMI de frecuencia controlada que es controlada durante la puesta en marcha para acelerar lentamente su velocidad para evitar impactos hidráulicos.

El documento WO 2007/146321 A1 describe un sistema de ósmosis inversa que comprende una bomba de alimentación que funciona a una velocidad fija y unidades de HEMI, estando la bomba del mismo adaptada para ser operada como una bomba de refuerzo para aumentar adicionalmente la presión como un medio de retardo con el fin de generar potencia por medio de turbinas. Las unidades de HEMI están acopladas a través de un motor accionado de frecuencia variable a un sistema de control.

RESUMEN

Esta sección proporciona un resumen general de la exposición, y no es una descripción amplia de su alcance total o de todas sus características.

La presente exposición proporciona un método y un sistema para controlar el aumento de presión dentro de una agrupación de membranas para proteger las membranas de un esfuerzo mecánico excesivo.

Otras áreas de aplicabilidad resultarán evidentes a partir de la descripción proporcionada en este documento. La descripción y ejemplos específicos de este resumen están destinados a propósitos de ilustración y no pretenden limitar el alcance de la presente exposición.

DIBUJOS

Los dibujos descritos en este documento son solo con propósitos ilustrativos de realizaciones seleccionadas y no de todas las implementaciones posibles, y no están destinados a limitar el alcance de la presente exposición.

La fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de acuerdo con la técnica anterior.

La fig. 2 es una vista esquemática de un segundo sistema de ósmosis inversa de la técnica anterior.

La fig. 3 es una vista esquemática de un sistema de ósmosis inversa de acuerdo con la presente exposición.

La fig. 4 es un diagrama de flujo de un método para operar el sistema de la fig. 3.

La fig. 5 es una vista esquemática de la ósmosis inversa de acuerdo con la fig. 3 que incluye componentes adicionales para limpiar o lavar la agrupación 12 de membranas.

La fig. 6 es un diagrama de flujo de un método para operar la porción de limpieza de la fig. 5.

La fig. 7 es un gráfico de la presión en función del tiempo para un perfil operativo.

Números de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas de los dibujos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se describirán ahora más completamente realizaciones ejemplares con referencia a los dibujos adjuntos.

Se han proporcionado realizaciones ejemplares de modo que esta exposición sea rigurosa, y exprese completamente el alcance para los expertos en la técnica. Se han expuesto numerosos detalles específicos tales como ejemplos de componentes, dispositivos, y métodos específicos, para proporcionar una comprensión exhaustiva de las realizaciones de la presente exposición. Resultará evidente para los expertos en la técnica que no necesitan emplearse detalles específicos, que las realizaciones ejemplares puede ser realizadas de muchas formas diferentes y que ninguna debería ser interpretada para limitar el alcance de la exposición. En algunas realizaciones ejemplares, no se han descrito en detalle procesos bien conocidos, estructuras de dispositivo bien conocidas, y tecnologías bien conocidas.

La terminología utilizada en este documento es con el propósito de describir solo realizaciones ejemplares particulares y no pretende ser limitativa. Como se han utilizado en este documento, las formas singulares “un”, “una”, “uno” y “el” “la”, “lo” pueden estar destinadas a incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Los términos “comprende”, “que comprende”, “que incluye”, y “que tiene”, son inclusivos y por lo tanto especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes, y/o grupos de los mismos. Las etapas, procesos, y operaciones del método descritos en este documento no deben interpretarse como que requieren necesariamente su cumplimiento en el orden particular tratado o ilustrado, a menos que sea identificados específicamente como un orden de cumplimiento. También se ha de comprender que se pueden emplear etapas adicionales o alternativas.

Cuando se hace referencia a un elemento o capa como estando “sobre”, “aplicado a”, “conectado a”, o “acoplado a” otro elemento o capa, puede estar directamente sobre, aplicado, conectado o acoplado al otro elemento o capa, o puede haber presentes elementos o capas intermedias. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como estando “directamente sobre”, “directamente aplicado a”, “directamente conectado a”, o “directamente acoplado a” otro elemento o capa, puede no haber elementos o capas intermedias presentes. Otras palabras utilizadas para describir la

relación entre elementos deberían ser interpretadas de una manera similar (por ejemplo, “entre” frente a “directamente entre”, “adyacente” frente a “directamente adyacente”, etc.). Como se ha utilizado en este documento, el término “y/o” incluye cualesquiera y todas las combinaciones de uno o más de los artículos enumerados asociados.

5 Aunque los términos primero, segundo, tercero, etc. pueden ser utilizados en este documento para describir diferentes elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos solo pueden ser utilizados para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Términos tales como “primero”, “segundo”, y otros términos numéricos cuando son utilizados en este documento no implican una secuencia u orden a menos que sea indicado claramente por el contexto. Así, un primer elemento, componente, región, capa o sección tratada más adelante
10 podría ser denominado un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin salirse de las enseñanzas de las realizaciones ejemplares.

Los términos espacialmente relativos, tales como “interior”, “exterior”, “por debajo”, “por abajo”, “por encima”, “superior”, y similares, pueden ser utilizados aquí para facilidad de descripción para describir la relación de un elemento o característica con otros elementos o características como se ha ilustrado en las figuras. Los términos espacialmente
15 relativos pueden estar destinados a abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso u operación además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en las figuras es dado la vuelta, elementos descritos como “por abajo” o “por debajo” de otros elementos o características estarían entonces orientados “por encima” de los otros elementos o características. Así, el término ejemplar “por abajo” puede abarcar tanto una orientación de por encima como por abajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los
20 descriptores espacialmente relativos utilizados en este documento interpretados en consecuencia.

Se ha expuesto un método y sistema para gestionar la presión a la agrupación 12 de membranas. En la siguiente descripción, los mismos números de referencia son utilizados para los componentes comunes ilustrados en las figs. 1 y 2 anteriores. En esta realización, el motor 22 no está acoplado a un accionamiento 24 de frecuencia variable como se ha
ilustrado en la fig. 1.

25 Con referencia ahora a la fig. 3, un sistema de integración de gestión de energía hidráulica (HEMI) está incluido en el sistema 10” de ósmosis inversa. El HEMI 110 incluye una porción de bomba 112, una porción de turbina 114, y un motor 116. La porción de bomba 112 recibe fluido de alimentación procedente de la bomba 20 de alta presión y pone en comunicación el fluido con la entrada 18 de alimentación de la agrupación 12 de membranas. La porción de bomba 112 puede aumentar la presión del fluido de alimentación cuando está funcionando. Debería observarse que la bomba 20 de
30 alta presión también puede ser hecha funcionar selectivamente. Por ejemplo, como se describirá más adelante, la bomba 20 de alta presión puede no ser hecha funcionar tras la puesta en marcha.

El HEMI 110 también incluye una porción de turbina 114. La porción de turbina 114 está en comunicación fluida con la salida 16 de salmuera. La porción de turbina 114 y la porción de bomba 112 incluyen un árbol común 118. La porción de
35 turbina 114 gira debido a la alta presión de la salida 16 de salmuera que a su vez es utilizada para accionar la porción de bomba 112 para aumentar la presión del fluido de alimentación que entra en la entrada 18.

El HEMI 110 también incluye un motor 116. El motor 116 está acoplado operativamente a la porción de turbina 114 y a la porción de bomba 112. El motor 116 tiene un árbol común 118 con la porción de turbina 114 y la porción de bomba 112. El motor 116 también está acoplado a un accionamiento 130 de frecuencia variable. El accionamiento 130 de frecuencia
40 variable es utilizado para controlar el motor 116 que a su vez controla la velocidad de rotación de la porción de turbina 114 y de la porción de bomba 112. El control del accionamiento de frecuencia variable será descrito adicionalmente más adelante.

Un controlador lógico programable 140 (PLC) (en lo sucesivo, controlador) también puede ser utilizado en el sistema para proporcionar control como se describirá más adelante. El controlador 140 puede estar basado en un microprocesador e incluir distintas memorias, registros, puertos de entrada para recibir sensor y otras entradas, puertos
45 de salida para controlar distintos componentes tales como motores, válvulas u otros dispositivos. Por ejemplo, el controlador 140 puede estar acoplado a los motores 30, 22 para controlar la puesta en marcha, la velocidad de funcionamiento y la detención de las bombas 20, 28.

El controlador 140 también puede tener una memoria 142 asociada con él. La memoria 142 puede ser utilizada para almacenar distintos perfiles de presurización preestablecidos. El controlador 140 está acoplado eléctricamente a un
50 sensor de presión 144. El sensor de presión 144 genera una señal de presión que corresponde a la presión de entrada a la agrupación 12 de membranas. La señal de presión es comunicada al controlador 140. Comparando la señal de presión con la presión (o perfil de presión) deseada, se puede conseguir una presión deseada.

Un caudalímetro 148 de salmuera está en comunicación con el flujo de salmuera procedente de la salida 16 de salmuera a través de la porción de turbina 114. El caudalímetro 148 genera una señal de flujo de salmuera que corresponde al flujo
55 de salmuera. La señal de flujo de salmuera es comunicada al controlador 140 desde el caudalímetro 148 de salmuera. Después del caudalímetro 148 de salmuera, el fluido es puesto en comunicación con un drenaje 156.

Un caudalímetro 150 de permeado está en comunicación con la salida de permeado 14. caudalímetro 150 de permeado genera una señal de caudal de permeado que corresponde al flujo de permeado fuera de la agrupación 12 de membranas. El flujo de permeado es comunicado al controlador 140.

5 Una boquilla variable 160 está en comunicación fluida con la salida 16 de salmuera y recibe el fluido de salmuera a su través. Debería observarse que la boquilla variable puede ser parte físicamente del HEMI 110. La boquilla variable 160 tiene un área ajustable de modo que diferentes cantidades de fluido de salmuera pueden ser comunicadas a la porción de turbina 114. La boquilla variable 160 puede ser controlada por el controlador 140. Aunque se ha ilustrado una conexión directa entre la boquilla 160 y el controlador 140, puede incorporarse un accionador de válvula en el sistema para controlar el cambio en la boquilla variable.

10 En funcionamiento, el sensor de presión 144 proporciona datos de presión de alimentación al controlador 140. La elevación de presión deseada es preestablecida dentro del controlador 140. Generalmente, el controlador 140 controla el accionamiento 130 de frecuencia variable para regular la presión en la agrupación 12 de membranas.

15 Con referencia ahora a las figs. 3 y 4, se ha expuesto un método para hacer funcionar el sistema ilustrado en la fig. 3. En las primeras distintas etapas se ha descrito un proceso de puesta en marcha. Después de ello, el sistema funciona en condiciones de funcionamiento normales durante un tiempo deseado o hasta que se alcanza una presión de membrana deseada. En la etapa 200, el fluido de alimentación es recibido en una entrada 32 a la bomba 28 de baja presión. La bomba 28 de alimentación de baja presión presuriza el fluido de alimentación desde una primera presión a una segunda presión. El controlador 140 puede ser utilizado para controlar el motor 30 de la bomba 28. El fluido de alimentación fluye a través de la bomba 20 de alta presión que no está funcionando en este punto. En un estado no operativo la bomba 20 de alta presión no está energizada lo que significa que no tiene energía para girar y aumentar la presión al fluido de alimentación. La bomba 20 de alta presión puede girar en respuesta al fluido de alimentación que fluye a su través. El fluido de alimentación presurizado también fluye a la entrada 18 de la agrupación 12 de membranas. Debido a la presión relativamente baja, poco o nada de permeado pasa a través de la membrana 34. El flujo de fluido sale de la salida 16 de salmuera y es puesto en comunicación con la porción de turbina 114. En la etapa 204, el controlador lógico programable controla el accionamiento 130 de frecuencia variable acoplado al HEMI 110 para absorber tanta potencia como sea posible para retardar la rotación del HEMI 110. La absorción de potencia puede ser realizada utilizando un accionamiento 130 de frecuencia variable regenerativo de línea que hace que el VDF 130 actúe como un generador. La potencia puede ser absorbida en otro tipo de dispositivo tal como un banco de resistencias.

25 Debería observarse que la boquilla variable 160 puede también estar abierta o casi completamente abierta en la etapa 206. Abriendo completamente la boquilla variable 160, el aire lavado, atrapado completamente en el sistema puede ser retirado.

30 Después de que se haya puesto en marcha la bomba 28 de baja presión y el fluido comience a fluir a través del sistema, el controlador lógico programable 140 controla el accionamiento 130 de frecuencia variable para reducir la cantidad de potencia que está absorbiendo y permitir que la porción de turbina 114 comience a girar. Esto tiene lugar en la etapa 208. Esto es realizado hasta que se consigue la potencia máxima disponible del motor 116. Bajo las condiciones esperadas, la potencia máxima del motor 116 corresponde a una presión máxima generada en la bomba 112 junto con la presión de la bomba 28 de baja presión.

35 En la etapa 210, se determina si se ha alcanzado la presión máxima. La presión máxima es la presión máxima que corresponde a la presión del HEMI 110 generada por la bomba 112 y la bomba de baja presión en la entrada 18 basada en la señal procedente del sensor de presión 144. Si no se ha alcanzado la presión máxima del HEMI en combinación con la bomba de baja presión, la etapa 208 es realizada de nuevo.

40 Cuando se ha alcanzado la presión máxima, se realiza la etapa 214. En la etapa 214, la bomba 20 de alta presión es utilizada para aumentar la presión del fluido de alimentación a una tercera presión por encima de la presión proporcionada en la salida de la bomba 28 de baja presión y el sistema 26 de tratamiento previo. Debería observarse que la elevación de presión en las etapas 208 y 220 es realizada de acuerdo con un perfil de presión almacenado dentro de la memoria 142 del controlador 140 ilustrado en la fig. 3.

45 En la etapa 214, cuando la presión es aumentada en la bomba de alta presión, la velocidad del HEMI es reducida en la etapa 216. El motor de alta presión 20 aumenta su velocidad rápidamente y así el controlador 140 también reduce la velocidad del motor 116 controlando el accionamiento 30 de frecuencia variable que, a su vez, reduce la velocidad de la porción de bomba 112 y de la porción de turbina 114 que gira en el árbol común 118.

50 Se vigila continuamente la presión real para el funcionamiento de la membrana utilizando el sensor 144 de presión. El controlador 140 controla así el accionamiento 130 de frecuencia variable de modo que se consigue la presión de entrada a la agrupación 12 de membranas. En la etapa 218, se vigila la presión de membrana del sensor 144 de presión. En la etapa 220, se determina la presión de alimentación deseada de acuerdo con el programa o perfil de presurización. El perfil de presión puede tener en cuenta diferentes condiciones de funcionamiento tales como temperatura, salinidad y nivel de suciedad de la membrana. Basándose en la presión de alimentación deseada, también se puede determinar un caudal de permeado deseado y un caudal de salmuera deseado.

Como se ha mencionado anteriormente, puede ser deseable aumentar continuamente la entrada de presión a la agrupación 12 de membranas debido a la reducción gradual en el fluido que pasa a través de la agrupación 12 de membranas debido a la suciedad. La reducción de fluido a través de la membrana da como resultado una cantidad reducida de permeado a menos que se aumente la presión de entrada.

5 El resto del proceso es considerado el proceso operativo normal que ocurre después de la puesta en marcha del sistema. En la etapa 224, el permeado sale de la membrana a través del caudalímetro 150. En la etapa 226, se genera una señal de flujo de permeado. En la etapa 228, se determina si la señal de flujo de permeado es baja comparada con el caudal determinado en la etapa 222 en comparación con el perfil de presión. Si el flujo de fluido es bajo, la etapa 230 aumenta la velocidad del accionamiento de frecuencia variable para aumentar la presión de alimentación. En la etapa 228, si la señal de flujo de permeado no es baja, se determina si la señal de flujo de permeado es alta. Si la señal de flujo de permeado es alta en la etapa 232, la etapa 234 disminuye la velocidad del accionamiento de frecuencia variable.

Después de las etapas 234, 230 y 232, en la etapa 240 la salmuera sale a través de la boquilla variable 160 y de la porción de turbina 114 del HEMI 110. En la etapa 242, se genera una señal de flujo de salmuera por el caudalímetro 148 de salmuera. En la etapa 244, si el caudal de salmuera es bajo comparado con el caudal de salmuera deseado como se determina en la etapa 222, la etapa 246 aumenta el tamaño del área de boquilla lo que aumenta la cantidad de flujo de salmuera a la porción de turbina 114 de la fig. 3.

Con referencia de nuevo a la etapa 244, si el caudal de salmuera no es bajo comparado con la señal de caudal de salmuera, la etapa 248 determina si el flujo de salmuera es demasiado alto. Si el flujo de salmuera es demasiado alto, la etapa 250 reduce el tamaño del área de boquilla, reduciendo así el flujo a la porción de turbina 114 del HEMI 110. Después de las etapas 246, 248 y 250, el sistema vuelve entonces otra vez a la etapa 248 hasta que se alcanza una presión final en la etapa 252. Cuando se ha alcanzado una presión final en la etapa 252 de acuerdo con el perfil de presión, la etapa 254 termina el proceso. Cuando no se ha alcanzado una presión final, la etapa 218 se repite otra vez. Debería observarse que las etapas 226-234 pueden ser realizadas secuencialmente como se ha ilustrado y descrito o simultáneamente. También pueden ser realizadas en un orden inverso de modo que se corrige primero el flujo de fluido de salmuera y luego se corrige el flujo de permeado.

Un par de aspectos de la invención son importantes. Uno es que, durante la puesta en marcha de un motor grande tal como la bomba de alta presión, un gran aumento en la potencia eléctrica crea un calor considerable en los arrollamientos del motor. En la configuración actual, el motor 20 tiene fluido de alimentación que fluye a su través y así cuando se pone en marcha la bomba 20 de alta presión, se reduce el sobreconsumo de la electricidad. Así, se requiere una demanda de potencia inferior por el motor 20. También, durante el apagado, el HEMI 110 mantiene el flujo sustancial a través de la bomba de alta presión después de que se haya desconectado el motor 20. El motor que gira libremente tendrá así tiempo para enfriarse.

Con referencia ahora a la fig. 5, se repite la configuración de la fig. 3 con la adición de los componentes utilizados para limpiar o lavar para formar el sistema 10" de ósmosis inversa. En esta figura, los mismos componentes están provistos de los mismos números de referencia y así no serán descritos adicionalmente más adelante. Los componentes adicionales en esta figura incluyen una válvula 310 de tres vías en comunicación fluida con un depósito 312. El depósito 312 puede incluir una solución de limpieza o agua para lavar el sistema y refrescar una membrana sucia. La válvula 310 de tres vías durante la limpieza o lavado de la agrupación 12 de membranas, bloquea el flujo de fluido de alimentación procedente del sistema 26 de tratamiento previo y la bomba 28 de baja presión y permite que el contenido del depósito 312 sea puesto en comunicación con la agrupación 12 de membranas. La válvula 310 es controlada eléctricamente por el controlador 140.

Otro componente adicional durante el proceso de limpieza es una tubería 320 de derivación que incluye una válvula 324 de derivación que es controlada eléctricamente por el controlador 140. La tubería de derivación 320 recibe fluido de salmuera desde la salida 16 de salmuera puentea la porción de turbina 114. La tubería 320 de derivación está acoplada hidráulicamente a la salida de la porción de turbina 114 antes del caudalímetro 148. Debería observarse que el fluido a través de la tubería 320 de derivación y el fluido a través de la porción de turbina 114 se combinan y fluyen a través del caudalímetro 148.

Se utiliza otra válvula 326 para redirigir cualquier fluido de limpieza a un depósito 328 de residuos. Ya sea el fluido permeado o agua, la válvula 326 encamina el fluido al drenaje 156.

50 Con referencia ahora a las figs. 5 y 6, se ha expuesto el funcionamiento del método de limpieza. En la etapa 410, se controla la válvula 310 de la fig. 5 de modo que se bloquee el flujo de fluido de alimentación procedente del sistema 26 de filtro de tratamiento previo en la etapa 410. En la etapa 412, el fluido de limpieza es puesto en comunicación con la bomba 20 de alta presión desde el depósito 312. La bomba 20 puede no ser hecha funcionar en el proceso de limpieza. En la etapa 414, el HEMI 110 es controlado de modo que se acelere. El controlador 140 controla el accionamiento 130 de frecuencia variable que, a su vez, acciona el motor 116 para acelerar el HEMI para operar la bomba 112 para obtener un caudal de limpieza deseado como es determinado por el controlador. El controlador 140 puede establecer el caudal de limpieza a un perfil de caudal de limpieza basándose en la señal de caudal de fluido de limpieza procedente del caudalímetro 148 o en la señal de presión procedente del sensor 144 de presión. Se proporciona realimentación en

- relación con el caudal del fluido que sale de la salida 16 de salmuera. También se proporciona realimentación a la presión de entrada desde el sensor 144 de presión. Energizando el accionamiento 130 de frecuencia variable, la presión del fluido de alimentación es aumentada mediante la bomba 112. El fluido de limpieza es bombeado desde el depósito 312 a la agrupación 12 de membranas. En la etapa 416, el fluido de limpieza es puesto en comunicación desde la agrupación 12 de membranas y hacia fuera de la salida 16 de salmuera. En la etapa 418, se abre la boquilla variable 160. La boquilla variable puede abrirse en cualquier momento del proceso de limpieza incluyendo directamente después o durante la etapa 410. En la etapa 420, se abre la válvula de derivación 324. En la etapa 424, si hay una solución de limpieza en el sistema, la etapa 426 controla la válvula 326 de tres vías para redirigir el fluido de limpieza a un depósito 328 de residuos. Se utiliza el controlador 140 para tal control.
- En la etapa 424, si la solución de lavado es meramente permeado o agua, la etapa 428 encamina el permeado al drenaje. El controlador 140 controla la válvula 326 para permitir que el permeado pase al drenaje 156 en lugar de al depósito 328.
- El proceso de limpieza puede tener lugar durante una cantidad predeterminada de tiempo o hasta que se haya evacuado el fluido de limpieza 312 del depósito de limpieza. Los expertos en la técnica reconocerán que se puede variar el proceso de limpieza.
- Con referencia ahora a la fig. 7, se hizo referencia a un perfil de presión en el control del sistema. Se han ilustrado generalmente un perfil de presión 510 y un perfil de caudal 520 para la entrada de membrana. Como se puede ver, la presión aumenta a lo largo del tiempo hasta el final del proceso.
- En un ejemplo, el funcionamiento del sistema puede ser descrito en tres fases separadas. En la primera fase, la bomba de baja presión es accionada para operar y el accionamiento de frecuencia variable es utilizado para absorber la potencia procedente del HEMI. En este ejemplo, la presión entre el sistema de tratamiento previo y la bomba de alta presión es de 345 kPa (50 psi) y el caudal es de 3785 l por min (1.000 galones por minuto (gpm)). Al mismo tiempo la presión entre la bomba de alta presión y la porción de bomba del HEMI es de 276 kPa (40 psi) y el caudal es de 3785 l por min (1.000 gpm). En la entrada a la agrupación de membranas la presión es de 414 kPa (60 psi) y el caudal es de 3785 l por min (1.000 gpm). La presión y el caudal en la salida de permeado son cero. El caudal en la salida de salmuera del conjunto de membrana es de 380 kPa (55 psi) y el caudal es de 3785 l por min (1.000 gpm). La presión en el caudalímetro aguas abajo de la porción de turbina es de 103 kPa (15 psi) y el flujo es de 3785 l por min (1.000 gpm).
- A continuación, el accionamiento de frecuencia variable añade gradualmente potencia (reduce la cantidad de potencia absorbida) hasta que el motor del HEMI está en una potencia de salida máxima. En este punto, la bomba de baja presión está a pleno funcionamiento. En este punto, la presión entre el sistema de tratamiento previo y la bomba de alta presión es de 276 kPa (50 psi) y el caudal es de 7571 l por min (2.000 gpm). La presión entre la bomba de alta presión y la porción de bomba es de 70 kPa (10 psi) y el caudal es de 7571 l por min (2.000 gpm). La presión de entrada al conjunto de membranas es de 1514 l por min (400 gpm) y el caudal es de 7571 l por min (2.000 gpm). La presión de salida y el caudal de permeado son cero en este punto. La presión en la salida de salmuera del conjunto de membrana es de 2620 kPa (380 psi) y el caudal es de 7571 l por min (2.000 gpm). El caudal en el caudalímetro aguas debajo de la porción de turbina es de 103 kPa (15 psi) y el caudal es de 7571 l por min (2.000 gpm).
- Después de ello, la bomba de alta presión es puesta en marcha y alcanza la potencia máxima. La presión entre el sistema de tratamiento previo y la bomba de alta potencia es de 276 kPa (50 psi) y el caudal es de 13249 l por min (3.500 gpm). La presión entre la bomba de alta presión y la porción de bomba es de 2758 kPa (400 psi) y el caudal es de 13249 l por min (3.500 gpm). La presión en la entrada al conjunto de membranas es de 5516 kPa (800 psi) y el caudal es de 13249 l por min (3.500 gpm). La presión de salida de permeado es de 70 kPa (10 psi) y el caudal es de 3785 l por min (1.000 gpm). La presión de salida de salmuera es de 5240 kPa (760 psi) y el caudal es de 9464 l por min (2.500 gpm). La presión en caudalímetro es de 103 kPa (15 psi) y el caudal es de 9464 l por min (2.500 gpm).
- Los números anteriores son proporcionados solo a modo de ejemplo. Por supuesto, para motores de diferentes tamaños y otras restricciones operativas, se pueden cambiar las presiones y caudales. Lo que está claro es que se ha descrito un método de puesta en marcha predeterminado con presiones controladas para reducir el esfuerzo mecánico dentro del conjunto de membranas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de operar un sistema (10", 10''') de ósmosis inversa que comprende:
 - recibir fluido de alimentación a una primera presión;
 - 5 presurizar cada vez más el fluido de alimentación a una segunda presión más alta que la primera presión utilizando una primera bomba (28);
 - poner en comunicación el fluido de alimentación con una entrada de un alojamiento (12) de membrana, teniendo dicho alojamiento (12) de membrana una membrana (34), una salida (14) de permeado y una salida (16) de salmuera;
 - 10 poner en comunicación el fluido de salida (16) de salmuera desde la salida de salmuera a una porción de turbina (114) de un sistema (110) de integración de gestión de energía hidráulica (HEMI), que comprende la porción de turbina (114), un motor (116), una porción de bomba (112) en comunicación fluida con el fluido de alimentación, un árbol común (118) acoplado a la porción de turbina (114) y a la porción de bomba (112), un motor (116) que hace girar el árbol común (118), la porción de turbina (114) y la porción de bomba (112), y un accionamiento (130) de frecuencia variable que acciona el motor (116);
 - 15 retardar la rotación del árbol (118) del HEMI (110) mientras presuriza cada vez más el fluido de alimentación a la segunda presión;
 - después de ello, aumentar la velocidad del árbol (118) del HEMI (110) de modo que la presión del fluido de alimentación aumente por encima de la segunda presión;
 - 20 cuando un fluido de alimentación alcanza la segunda presión, aumentar la presión del fluido de alimentación a una tercera presión utilizando una segunda bomba (20) dispuesta entre la primera bomba (28) y la porción de bomba (112);
 - mientras aumenta la presión del fluido de alimentación a la tercera presión, reducir la velocidad del árbol (118) del HEMI (110); y
 - cambiar la velocidad del árbol (118) del HEMI (110) basándose en una presión de membrana.
- 25 2. Un método según la reivindicación 1 en el que poner en comunicación el fluido de alimentación con una entrada del alojamiento (12) de membrana comprende hacer pasar el fluido de alimentación a través de la segunda bomba (20) antes de la entrada del alojamiento (12) de membrana.
- 30 3. Un método según la reivindicación 1 en el que poner en comunicación el fluido de alimentación con una entrada de un alojamiento (12) de membrana comprende hacer pasar el fluido de alimentación a través de una segunda bomba (20) antes de la entrada del alojamiento (12) de membrana y no hacer funcionar la segunda bomba (20) hasta la etapa de aumentar la presión del fluido de alimentación a una tercera presión.
- 35 4. Un método según la reivindicación 1 en el que poner en comunicación el fluido de alimentación con una entrada de un alojamiento (12) de membrana comprende hacer pasar el fluido de alimentación a través de una segunda bomba (20) antes de la entrada del alojamiento (12) de membrana y no hacer funcionar la segunda bomba (20) mientras gira la bomba con el fluido de alimentación hasta la etapa de aumentar la presión del fluido de alimentación a una tercera presión.
- 40 5. Un método según la reivindicación 1 que comprende además hacer pasar el fluido de alimentación a través de un filtro (26) de tratamiento previo entre la primera bomba (28) y la segunda bomba (20).
6. Un método según la reivindicación 1 en el que cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) comprende cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en un perfil de presión.
7. Un método según la reivindicación 1 que comprende además generar una señal de caudal de permeado y una señal de caudal de salmuera.
- 45 8. Un método según la reivindicación 7 en la que cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) comprende cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en la presión de membrana, la señal de caudal de permeado y la señal de caudal de salmuera.
9. Un método según la reivindicación 8 que comprende además cambiar una abertura de una boquilla variable (160) en respuesta a la señal de caudal de salmuera.
10. Un método según la reivindicación 8 en el que cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) comprende cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en la presión de membrana y la señal de caudal

de permeado.

11. Un método según la reivindicación 1 en el que cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) comprende cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) hasta que se alcanza una presión final.
12. Un método según la reivindicación 1 que comprende además limpiar el alojamiento (12) de membrana.
- 5 13. Un método según la reivindicación 12 en el que limpiar el alojamiento (12) de membrana comprende:
- bloquear el flujo de fluido de alimentación procedente de la primera bomba (28);
 - acoplar el fluido de limpieza al alojamiento (12) de membrana; y
 - abrir una boquilla variable (160) a la porción de turbina (114) del HEMI (110).
- 10 14. Un método según la reivindicación 13 que comprende además abrir una tubería de derivación (320) y puentear al menos parcialmente la porción de turbina (114).
15. Un método según reivindicación 14 que comprende además generar una señal de flujo de fluido de limpieza que corresponde al flujo de fluido de limpieza a través de la tubería de derivación (320) y a través de la porción de turbina (114) y controlar la velocidad del HEMI (110) basándose en la señal de flujo de fluido de limpieza.
- 15 16. Un método según la reivindicación 1 que comprende además encaminar el fluido de limpieza a un depósito (328) de residuos.
17. Un sistema de ósmosis inversa que comprende:
- una primera bomba (28) que recibe fluido de alimentación a una primera presión y presuriza cada vez más el fluido de alimentación a una segunda presión más alta que la primera presión;
 - un alojamiento (12) de membrana que tiene una entrada (18), una membrana (34), una salida (14) de permeado y una salida (16) de salmuera, recibiendo dicha entrada (18) fluido de alimentación y teniendo un sensor (144) de presión;
 - un sistema (110) de integración de gestión de energía hidráulica (HEMI) que tiene una porción de turbina (114), una porción de bomba (112) y un motor (116) accionado por un accionamiento (130) de frecuencia variable, en el que fluido procedente de la salida (16) de salmuera está en comunicación fluida con la porción de turbina (114), y en el que la porción de turbina (114), la porción de bomba (112) y el motor (116) tienen un árbol común (118);
 - una segunda bomba (20) dispuesta entre la primera bomba (28) y la porción de bomba (112); y
 - un controlador (140) que controla el motor (116) para retardar la rotación del HEMI (110) mientras la primera bomba (28) presuriza cada vez más el fluido de alimentación a la segunda presión, controlar el motor (116) para aumentar una velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) de modo que la presión del fluido de alimentación aumente por encima de la segunda presión después de alcanzar la segunda presión y, cuando el fluido de alimentación alcanza la segunda presión en la entrada (18), controlar la segunda bomba (20) para aumentar la presión del fluido de alimentación a una tercera presión, controlando dicho controlador (140) el motor (116) para reducir la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) después de la tercera presión y controlar el motor (116) para cambiar la velocidad del árbol común (118) basándose en una presión de membrana.
- 20 25 30 35 40 45
18. Un sistema según la reivindicación 17 en el que la segunda bomba (20) es desactivada antes de alcanzar la tercera presión.
19. Un sistema según la reivindicación 17 que comprende además un filtro (26) de tratamiento previo entre la primera bomba (28) y la segunda bomba (20).
20. Un sistema según la reivindicación 17 en el que el controlador (140) cambia la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en un perfil de presión.
21. Un sistema según la reivindicación 17 que comprende además un primer caudalímetro (150) que genera una señal de caudal de permeado y un caudalímetro (148) que genera una señal de caudal de salmuera.
22. Un sistema según la reivindicación 21 en el que el controlador (140) controla el motor (116) para cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en la presión de membrana, la señal de caudal de permeado y la señal de caudal de salmuera.
23. Un sistema según la reivindicación 21 que comprende además una boquilla variable (160) en comunicación con la porción de turbina (114) en respuesta a una señal de caudal de salmuera.

24. Un sistema según la reivindicación 21 en el que el controlador (140) controla el motor (116) para cambiar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en la presión de membrana y la señal de caudal de permeado.
- 5 25. Un sistema según la reivindicación 17 en el que comprende además un depósito de limpieza que tiene fluido de limpieza en él, una primera válvula (310) de tres vías en comunicación con el depósito de limpieza, la primera bomba (28) y la segunda bomba (20), controlando dicho controlador (140) la válvula (310) para bloquear el flujo de fluido de alimentación procedente de la primera bomba (28) y poner en comunicación el fluido de limpieza con el alojamiento (12) de membrana.
- 10 26. Un sistema según la reivindicación 25 que comprende además una tubería de derivación (320) acoplada entre la salida de salmuera (16) y un caudalímetro (148) de salmuera para puentear al menos parcialmente la porción de turbina (114).
27. Un sistema según la reivindicación 26 en el que el caudalímetro (148) de salmuera genera una señal de flujo de fluido de limpieza que corresponde al flujo de fluido de limpieza a través de la tubería de derivación (320) y a través de la porción de turbina (114), controlando dicho controlador (140) el motor (116) para controlar la velocidad del árbol común (118) del HEMI (110) basándose en la señal de flujo de fluido de limpieza.
- 15 28. Un sistema según la reivindicación 17 que comprende además un depósito (328) de residuos y una segunda válvula de tres vías que pone en comunicación el fluido de limpieza con el depósito (328) de residuos.

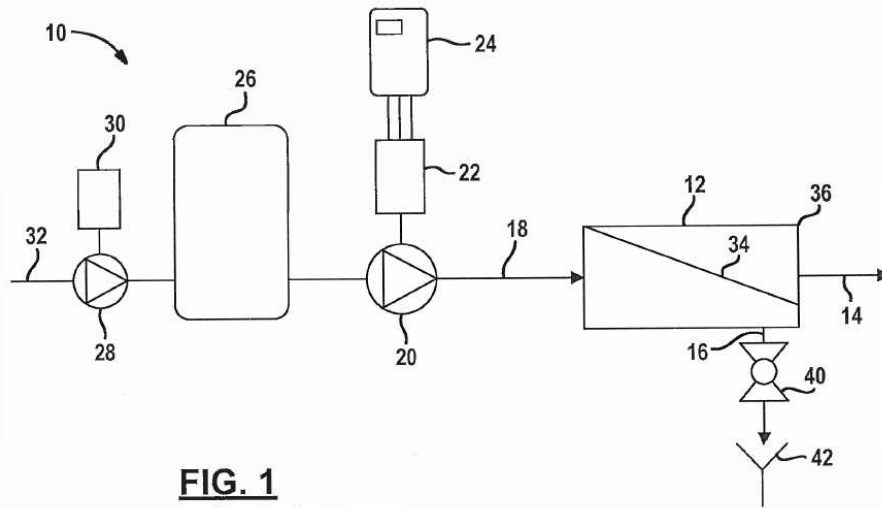


FIG. 1
Técnica Anterior

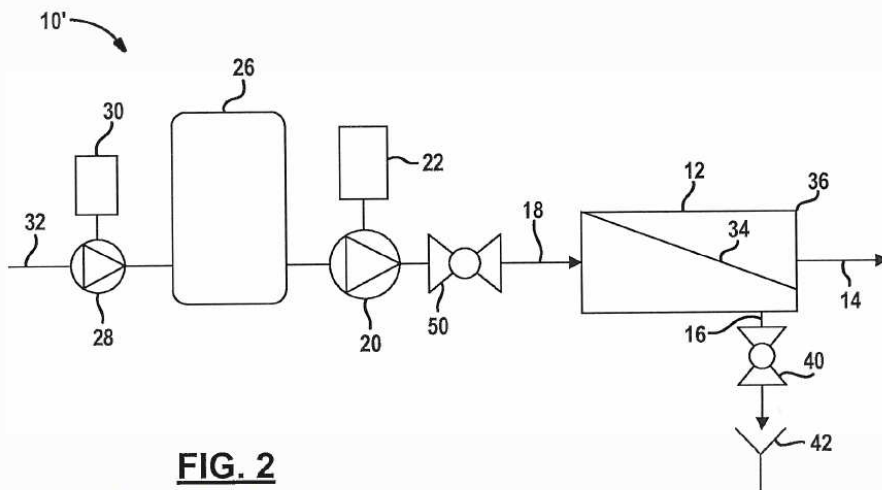


FIG. 2
Técnica Anterior

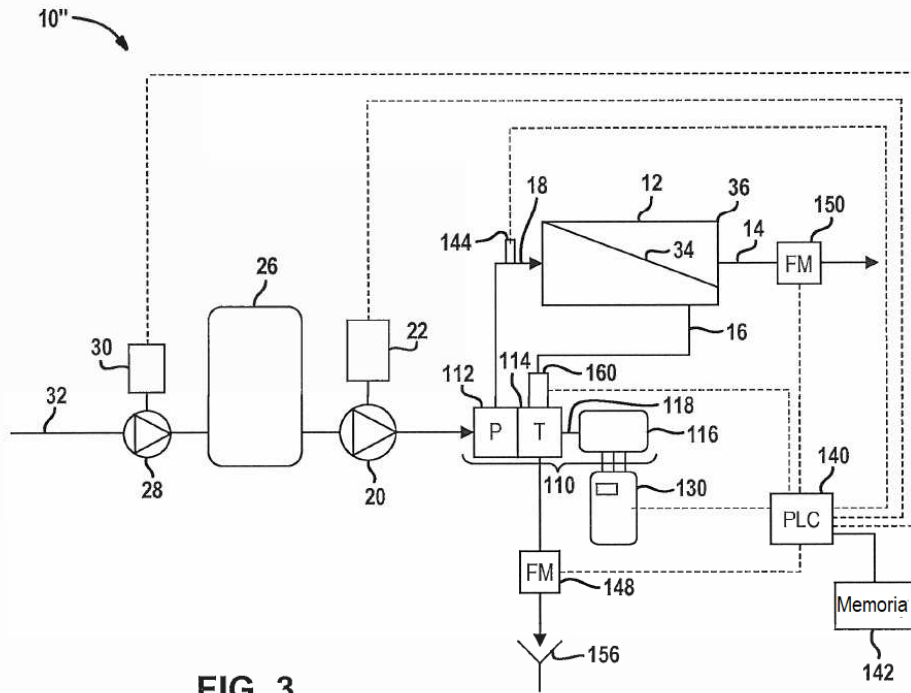


FIG. 3

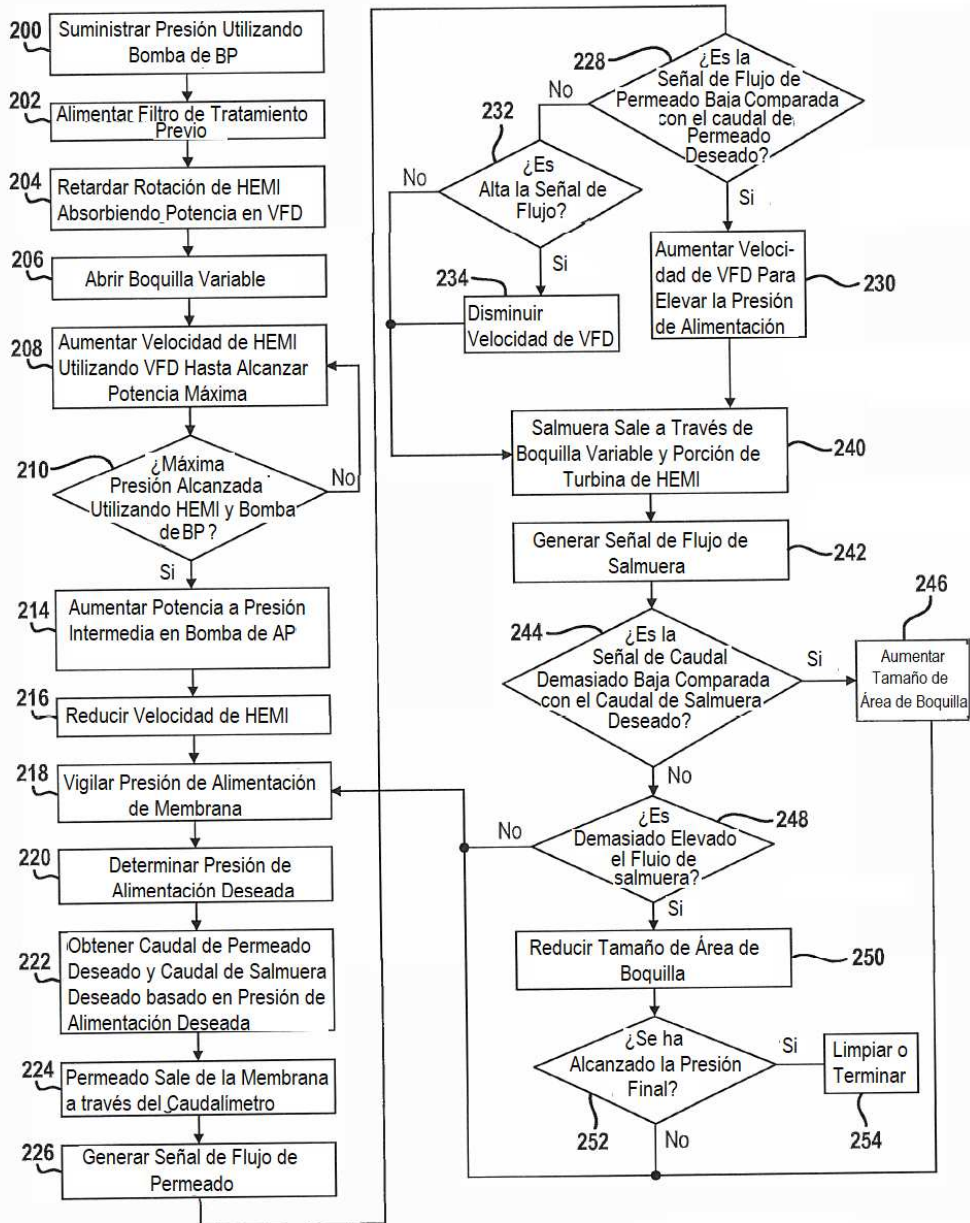


FIG. 4

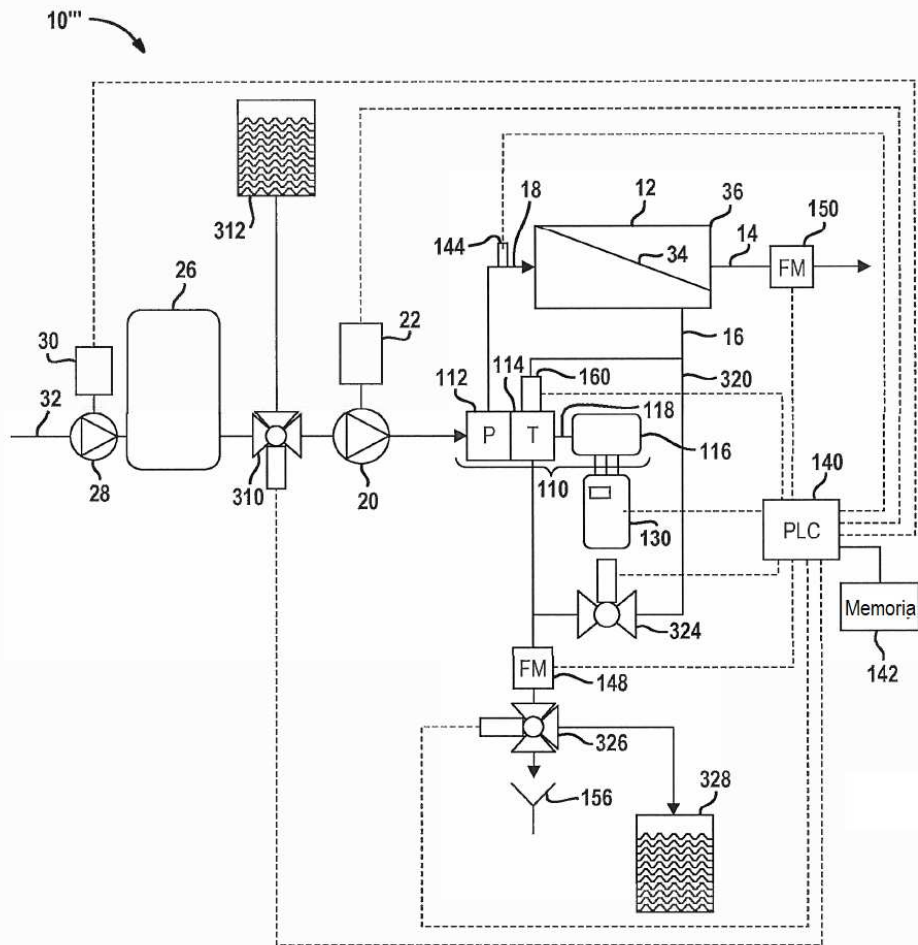


FIG. 5

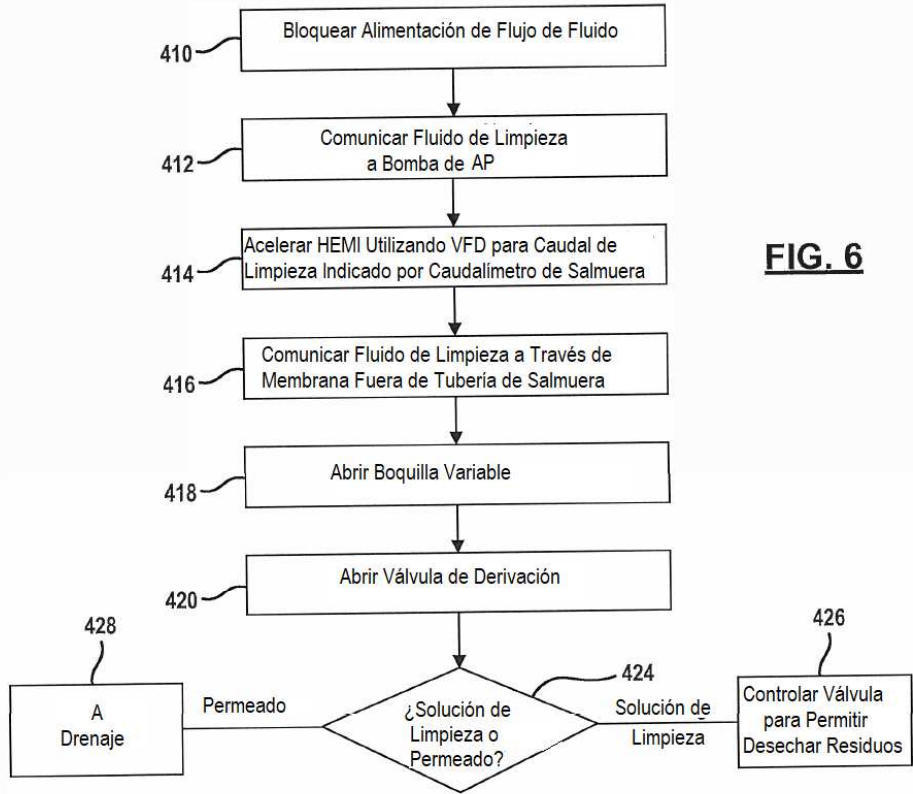


FIG. 7

