



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 890**

51 Int. Cl.:
B01D 65/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02753913 .9**

96 Fecha de presentación : **08.08.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1420874**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2004**

54 Título: **Método para la limpieza de módulos de membrana.**

30 Prioridad: **09.08.2001 AU PR6924**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2011

73 Titular/es:
SIEMENS WATER TECHNOLOGIES Corp.
181 Thorn Hill Road
Warrendale, Pennsylvania 15086, US

72 Inventor/es: **Zha, Fufang y**
Stubbs, Anthony, James

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 358 890 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

Método para la limpieza de módulos de membrana

5 La presente invención se refiere a un método para llevar a cabo la limpieza de un módulo de filtración con membrana, de conformidad con el preámbulo de la reivindicación 1. La presente invención se refiere, de una forma especial, a un método para mejorar la eficacia de la filtración de un sistema de filtración por medio de la puesta a disposición de un sistema mejorado para la limpieza de las membranas.

10 En la publicación WO 00/30742 ha sido descrito un método para llevar a cabo la limpieza del módulo de filtración con de membrana. Este documento describe un proceso de filtración de agua, que incluye operaciones de limpieza sobre la pared de la membrana, par llevar a cabo el desprendimiento de los contaminantes a partir de la misma. Las operaciones de limpieza incluyen un lavado con aire, que es proporcionado por insuflación de aire (o de otros gases adecuados) a través de tubos de distribución del aire hasta un dispositivo de aireación, que está dispuesto por debajo del módulo con membrana. El dispositivo de aireación dispersa burbujas de lavado, que llegan a través del módulo con membrana y evita que los sólidos se depositen sobre las membranas.

15 Por otra parte, el proceso de limpieza incluye el lavado a contracorriente por medio de permeato filtrado, que es sometido a presión en un sentido inverso a través de las paredes de las membranas. De igual modo, se lleva a cabo una limpieza química.

De forma típica, las operaciones de limpieza son llevadas a cabo durante un proceso de filtración siendo detenido el proceso de filtración tan solo de manera momentánea, y el proceso de filtración es considerado como un proceso continuo. De este modo, la materia contaminante desprendida es eliminada durante el proceso de filtración usual.

20 La publicación WO 96/07470 describe un método para llevar a cabo la limpieza de un módulo de filtración con membrana, que comprende la suspensión de la operación de filtración, la realización de una operación de limpieza sobre la pared de la membrana, para llevar a cabo el desprendimiento de la materia contaminante a partir de la misma en el líquido que circunda a la membrana por medio de la aplicación de una fuente de fluido por el lado del permeato de las membranas, al mismo tiempo, o justamente después, de llevar a cabo la apertura del recipiente a la atmósfera, con objeto de provocar una descompresión explosiva a través de las paredes de las membranas, con lo que el fluido bajo presión pasa a través de dichas paredes.

30 Los autores Maruyama et al han descrito en la patente japonesa No. JP2031200 un método de lavado a contracorriente de una membrana de fibra hueca. El método comprende las siguientes etapas: la detención de la filtración, el lavado de la membrana con aire, el llenado del recipiente de la de la membrana, la realización de un lavado a contracorriente con el permeato bajo aire a presión y la evacuación de los desperdicios. Este procedimiento es repetido con objeto de alcanzar una elevada eficacia. Los autores Sunaoka et al han descrito en la patente de los Estados Unidos de América No. 5,209,852 un proceso para llevar a cabo la depuración de membranas de fibra hueca en módulos. Este proceso está compuesto por dos etapas que consisten en la depuración con aire y en la evacuación para llevar a cabo la limpieza de las membranas.

35 Se ha realizado una un gran número de esfuerzos para arrancar de una manera mas eficiente los sólidos acumulados sobre de la superficie de la membrana y en los poros por medio de la optimización de la presión para el lavado a contracorriente y para mejorar la eficacia de la depuración con aire. Otra etapa importante para conseguir una limpieza eficiente, que ha sido ampliamente ignorada, consiste en el desprendimiento de los sólidos, que han sido separados por exfoliación de la membrana, a partir de los módulos con membrana. Los métodos típicos, que son empleados en la actualidad, consisten en la evacuación de los desperdicios o en la alimentación-y-purga. La alimentación y la purga comprenden la purga continua de la alimentación, que contiene los desperdicios, fuera del sistema de filtración. El resultado consisten en la acumulación de sólidos dentro de los módulos, de manera particular a través de dos extremos de un modulo y el efecto se hace más serio cuando las membranas están densamente empaquetadas en un módulo.

45 EXPOSICIÓN DE LA INVENCIÓN

Un objeto de la presente invención consiste en vencer, o al menos en mejorar, uno o varios de los inconvenientes del estado de la técnica, que han sido citados más arriba o en proporcionar, al menos, una alternativa conveniente.

Por lo tanto, la presente invención proporciona, en un primer aspecto, un método de limpieza de un módulo de filtración con membrana, que incluye las características de la reivindicación 1.

50 Un segundo aspecto de la invención está descrito en la reivindicación independiente 4.

La materia contaminante puede incluir sólidos, especies solubles u otros materiales desprendidos a partir de la

alimentación durante el proceso de filtración.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora serán descritas realizaciones preferidas y ejemplos de la invención, únicamente a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La figura 1 muestra una representación esquemática de la agrupación del modulo con membrana, de conformidad con una realización de la invención;
- Las figuras 2a hasta 2d muestran representaciones esquemáticas del módulo con membrana de la figura 1 durante la secuencia de limpieza de la membrana, de conformidad con la invención;
- 10 La figura 3 muestra una gráfica de la presión transmembranal (TMP) frente al tiempo del modulo de la figura 1, que ilustra las eficacias de limpieza de varios regimenes de lavado a contracorriente;
- La figura 4 muestra una gráfica de la presión transmembranal (TMP) frente al tiempo para el modulo de la figura 1, que ilustra el efecto del barrido a gran velocidad sobre la limpieza de la membrana;
- La figura 5 muestra una representación esquemática de un módulo con membrana, de conformidad con otra realización de la presente invención; y
- 15 La figura 6 muestra una gráfica de la presión transmembranal (TMP) frente al tiempo para el módulo de la figura 5, que ilustra el efecto de la inyección de gas sobre la eficacia de la depuración.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES Y DE LOS EJEMPLOS

En las realizaciones preferentes, el régimen de limpieza de la membrana puede incluir una combinación, en parte o total, de uno de de varios métodos de lavado a contracorriente en función de la calidad del agua alimentada,.

- 20 Para llevar a cabo el desprendimiento de los sólidos que bloquean los poros de la membrana, puede ser empleado un lavado a contracorriente o una insuflación, o una combinación de ambos.

25 El lavado a contracorriente se obtiene, por regla general, forzándose al permeato en un sentido inverso al de la filtración a través de los poros de la membrana. La velocidad de flujo para el lavado a contracorriente se encuentra situada, por regla general en el intervalo comprendido entre un 50 y un 500% del flujo de la filtración, de una manera más usual, se encuentra situada en el intervalo comprendido entre un 100 y un 300% del flujo de filtración.

30 La insuflación es otro método para llevar a cabo el desprendimiento de sólidos a partir de los poros de la membrana por medio de la creación de una descompresión rápida y explosiva dentro del recipiente de filtración. En este método, son sometidos a presión los dos lados (lado de alimentación y lado del permeato) de una membrana, en primer, lugar hasta un valor específico. A continuación se abre la válvula de descarga del lado de alimentación, con objeto de generar una presión transmembranal (TMP) instantánea negativa. En dicho caso, los sólidos en los poros de la membrana son desprendidos por insuflación como consecuencia de la TMP negativa, instantánea. Tal como se describe más abajo, en una realización, la insuflación también puede estar integrada con una etapa de barrido a gran velocidad.

35 Otro método para llevar a cabo el desprendimiento de los sólidos formados, a partir de las paredes de la membrana, utiliza un lavado con gas para provocar la exfoliación de la superficie de la membrana. Este método utiliza burbujas de gas, que se mueven a través de la superficie de la membrana con objeto de conseguir una depuración eficiente. El lavado con gas es empleado ampliamente en los procesos de filtración con membrana, siendo aplicada una succión por el lado del permeato de la pared de la membrana con objeto de inducir la filtración. Para los sistemas de filtración con membrana presurizada, se consigue la depuración con gas por medio de la inyección de un gas, de manera usual aire, a través del extremo inferior del módulo con membrana, mientras que el permeato es retirado a partir del extremo superior, tal como se describe en la patente japonesa No. JP2031200 y en la patente de los Estados Unidos de América No. 5,209,852.

45 Después de la etapa del lavado a contracorriente, los sólidos desprendidos a partir de las membranas son eliminados, por regla general, a partir de los módulos por medio de una evacuación de los desperdicios. La velocidad durante una evacuación normal está limitada por la fuerza de la gravedad sobre el líquido situado en el interior del recipiente. Por lo tanto, la fuerza de cizallamiento generada es débil y puede que no sea suficientemente elevada como para enjuagar a los sólidos acumulados fuera de los módulos y/o para arrastrar a los sólidos desde la superficie de las membranas. La situación es mas evidente en el caso de los módulos con membrana de fibra hueca,

que tengan una elevada de empaquetadura de las fibras.

Se describirá una realización preferida de una forma de la limpieza del módulo, haciéndose referencia a las figuras 1 y 2.

5 La figura 1 ilustra una agrupación de módulo con membrana 5. Un módulo con membrana de fibra hueca 6 está dispuesto en un recipiente 7. En este ejemplo, el módulo 6 contiene una pluralidad de membranas 8 porosas de fibra hueca, los extremos de las fibras están abiertos respectivamente en una cabeza colectora del permeato superior y en una cabeza colectora del permeato inferior 9 y 10. La filtración tiene lugar por medio de la aplicación de la alimentación en la pared externa de las fibras y retirándose el permeato a través de las luces de las fibras. El filtrado / permeato es eliminado a partir de ambos extremos del modulo 6 a través de conexiones 11 y 12, que están
10 conectadas con las cabezas 9 y 10 respectivamente. Están previstas conexiones de entrada de la alimentación 13 y 14 y conexiones de descarga de los desperdicios 15 y 16, respectivamente, en el extremo superior y en el extreme inferior del recipiente 7.

15 Las válvulas AV1 y AV2 controlan el flujo de la alimentación hasta las conexiones 13 y 14, mientras que las válvulas AV8 y AV5 controlan el flujo del gas de lavado. El flujo del filtrado o del permeato desde las cabezas 9 y 10 está controlado por medio de las válvulas AV3 y AV4, mientras que el flujo para el lavado a contracorriente hasta estas cabezas está controlado por medio de las válvulas AV7 y AV4. Las válvulas AV5 y AV6 llevan a cabo el control de de la descarga de los desechos a partir de las conexiones 15 y 16.

Las etapas del proceso serán descritas ahora con haciéndose referencia a las figuras 2a hasta 2d.

20 Etapa 1. Filtración. Durante un proceso típico de filtración sin salida, las válvulas AV1-4 están abiertas. El agua de alimentación en bruto es alimentada a través de las válvulas AV1 y AV2 de entrada, por las conexiones de entrada superior e inferior 13 y 14, mientras que el permeato es retirado a partir de la conexión superior y de la conexión inferior 11 y 12 del módulo 6 (tal como se ha mostrado en la figura 2(a)).

25 Etapa 2. Lavado con aire. Al final de la etapa de filtración, las válvulas AV1- 4 son cerradas y, entonces, son abiertas la válvula superior de descarga AV5 y la válvula de entrada de gas AV8. El gas (usualmente aire) es introducido entonces en el módulo 6 a través de la válvula AVB y de la conexión inferior 14 para llevar a cabo el lavado de la membrana, como se ha ilustrado en la figura 2(b).

30 Etapa 3. Presurización por medio del lavado a contracorriente. Cuando se detenga el lavado con gas, son cerradas las válvulas AV5 y AV8. Se permite que el recipiente 7 sea llenado parcialmente con gas y con agua. Se inicia un lavado a contracorriente del permeato por medio de la apertura de las válvulas AV4 y AV7. La presión en el recipiente 7 es aumentada gradualmente durante el lavado a contracorriente con objeto de presurizar el gas que queda remanente dentro del recipiente 7 (véase la figura 2 (c)) y, por último se igualan las presiones por ambos lados de las paredes de la membrana. De este modo, se forma una bolsa de gas a presión dentro del recipiente 7.

35 Otra vía para generar una bolsa de gas de este tipo consiste en evacuar o en evacuar en parte los desperdicios líquidos al final de la etapa de filtración 1 o después del lavado con gas en la etapa 2. En este caso se requiere un tiempo mayor para llevar a cabo la presurización del gas, y es consumida una mayor cantidad del permeato, pero es alcanzada una velocidad media de barrido mayor. La velocidad de barrido es deseablemente mayor que 0,03 m/s y, de manera preferente, se encuentra situada en el intervalo comprendido entre 0,3 m/s y 2,0 m/s.

40 Etapa 4. Insuflación y barrido descendente a gran velocidad (figura 2 (d)). Cuando la presión sobre el lado del permeato se aproxime a la que reina sobre el lado de la alimentación de la pared de la membrana, que también es la máxima presión de descarga de la bomba de lavado a contracorriente, es abierta la válvula AV6. Se genera una TMP negativa instantánea a través de la pared de la membrana, que lleva a cabo un segundo lavado a contracorriente de los poros de la membrana. De manera simultánea, la bolsa de gas a alta presión, que se ha formado en el lado de la alimentación. se expande rápidamente y efectúa un barrido descendente de los sólidos fuera del módulo con membrana a gran velocidad a través de la conexión 16. El barrido a gran velocidad puede
45 generar, de igual manera, una elevada fuerza de cizallamiento para favorecer la depuración de la superficie de la membrana. La TMP máxima negativa y la velocidad de barrido, que pueden ser alcanzadas, dependen de la resistencia en la línea de evacuación y de la presión sobre el lado del permeato de la membrana. Al final de la evacuación rápida, se detiene la bomba de lavado a contracorriente y son cerradas las válvulas AV6 y AV7. Entonces, la secuencia retorna al comienzo de la filtración.

50 El proceso, que ha sido descrito más arriba, genera tanto un efecto de insuflación así como, también, una evacuación rápida del recipiente 7. Por lo tanto, puede ser conseguida una buena eficacia de limpieza. Otros medios para conseguir un barrido a gran velocidad pueden incluir el empleo de la bomba de alimentación para proporcionar un flujo de barrido o el empleo de aire / gas comprimido aplicado a la carcasa del recipiente, al módulo o a un recipiente externo, para conseguir un barrido a gran velocidad. Un recipiente externo puede ser empleado cuando

5 sea difícil la formación de una burbuja de gas a presión dentro del recipiente que contiene la alimentación, como consecuencia de la configuración del módulo. En el caso de una agrupación de este tipo, se prevé una región que contenga gas dentro de otro recipiente acoplado con dicho recipiente que contiene la alimentación. El recipiente, que contiene la alimentación, y el otro recipiente son sellados en forma de una unidad después de dicha etapa de limpieza y es aplicada presión al gas dentro de la región que contiene gas, para llevar a cabo la presurización de dicho gas, siendo eliminada la presión a continuación por medio de la apertura a la atmósfera del recipiente, que contiene la alimentación, con objeto de provocar la expansión del gas a presión y con objeto de producir dicho barrido a gran velocidad del recipiente que contiene la alimentación. De igual modo, puede ser acoplado de manera selectiva un recipiente externo, por medio de una válvula, con el recipiente, que contiene la alimentación, y que contiene gas y/o líquido a presión, que es liberado cuando se lleva a cabo la apertura de la válvula en el interior del recipiente que contiene la alimentación, con objeto de producir el barrido a gran velocidad.

15 Otro método para alcanzar un barrido altamente eficiente consiste en cambiar de vez en cuando el sentido del barrido (barrido hacia arriba y hacia abajo). Los tiempos durante los cuales se lleva a cabo el barrido en un sentido y la frecuencia del cambio del sentido del barrido dependen de la configuración del módulo, de la calidad del agua de alimentación y de las condiciones de operación del sistema de filtración.

Se observará que el método para llevar a cabo la limpieza de membranas, que ha sido descrito más arriba, puede ser aplicado, de igual modo, al proceso de filtración inverso, a la filtración por succión y a otros tipos de membranas, con inclusión del lecho plano, tubular, enrollado en espiral así como con otras configuraciones

20 Se ha llevado a cabo una pluralidad de ensayos con el empleo de diferentes regímenes. Estos ensayos están descritos a continuación.

Ejemplo 1: Ensayo a corto plazo

25 Se instaló un módulo con membrana de fibra hueca, con un área superficial de 33 m² (basada en el diámetro externo OD) en un proceso, que está ilustrado en la figura 1. La filtración se llevó a cabo por presurización del lado de la camisa del módulo durante 10 minutos y con un flujo de 52 L/m²/h. La calidad del agua de la alimentación era pobre con una turbidez de 35 NTU. Al final de la filtración se puso en marcha un procedimiento de limpieza de la membrana. Se llevaron a cabo las siguientes estrategias de limpieza y en la figura 3 se ha representado una comparación de la eficacia de la limpieza.

30 Estrategia 1: Únicamente lavado a contracorriente del permeato. El protocolo de limpieza comprende únicamente el lavado a contracorriente del permeato con una velocidad de flujo de 3,2 m³/h y con una duración de 15 segundos. Los sólidos fueron desprendidos por medio del bombeo del agua de alimentación con una velocidad de flujo de 3,5 m³/h a partir de la conexión de entrada inferior y fueron eliminados del módulo por medio de un barrido, a través la válvula AV5 durante 38 segundos. La TMP continuo aumentando después de cada lavado a contracorriente, lo cual indica una pobre eficacia del lavado a contracorriente.

35 Estrategia 2: Lavado con aire y lavado a contracorriente del permeato. La estrategia de limpieza incluye una aireación previa durante 15 segundos con una velocidad de flujo del aire de 8 m³/h y, a continuación, el lavado a contracorriente del permeato, de manera similar a la de la estrategia 1, mas una aireación prolongada durante 15 segundos. Los sólidos fueron desprendidos por medio del barrido normal como ocurre en el caso de la estrategia 1. La TMP disminuyó después de tales limpiezas y se alcanzó una eficacia de limpieza mejor.

40 Estrategia 3: Barrido descendente a gran velocidad. La secuencia estaba constituida por un lavado con aire durante 15 segundos, evacuación por gravedad de los desperdicios (5 segundos), lavado a contracorriente del permeato, estando cerradas las válvulas del lado de la camisa hasta que la presión por el lado del permeato alcanzó los 480 kPa (20 segundos), a continuación apertura de la válvula de evacuación para alcanzar un arrastre por insuflación y barrido descendente a gran velocidad (10 segundos). La figura 3 muestra que dicho barrido descendente a gran velocidad recupera, así mismo, la TMP y desprende las incrustaciones de las membranas. El barrido descendente a gran velocidad no solamente desprende los sólidos acumulados a partir del módulo sino que, también, proporciona un lavado adicional de las superficies de la membrana.

45 Estrategia 4: Similar a la estrategia 3 con una ligera diferencia de la escala de tiempos: evacuación por gravedad durante 10 segundos, lavado a contracorriente y presurización durante 30 segundos seguido por un barrido descendente a gran velocidad durante 5 segundos. Se registró un efecto similar al de la estrategia 3.

50 Se repitieron las estrategias indicadas más arriba y los resultados ilustran la eficacia del barrido descendente a gran velocidad para llevar a cabo el desprendimiento de los sólidos acumulados a partir del módulo.

Ejemplo 2: Ensayo ampliado del efecto del barrido a gran velocidad (HV)

Se llevó a cabo un ensayo ampliado en la misma máquina piloto y por el mismo lado que en el caso del ejemplo 1. Se empleo la estrategia, que combina el lavado con aire y un lavado a contracorriente del permeato (estrategia 2 en el ejemplo 1) con objeto de llevar a cabo la limpieza de las membranas. La incrustación de la membrana se reflejó por el aumento de la TMP durante un proceso de operación con flujo constante. Se registró el cambio de perfil de la TMP en un dispositivo cronológico para la recogida de datos y la figura 4 ilustra el perfil de la TMP. Al cabo de tres días (30 de octubre 30 – 2 de noviembre) la TMP aumentó hasta 5,5 kPa. A continuación se cambió el programa de control para permitir un barrido a gran velocidad (estrategia 4 en el ejemplo 1) cada ocho horas de operación. La TMP fue prácticamente estable durante los seis días siguientes y únicamente se registró un aumento de 1 kPa. El 8 de noviembre, se retiró el barrido a gran velocidad especial y la TMP aumentó rápidamente en ausencia del barrido rápido. El ensayo ampliado ilustra, de nuevo, la eficacia del barrido a gran velocidad en limpieza de membranas.

Otro aspecto, que no forma parte de la invención reivindicada, se refiere a un método mejorado para llevar a cabo el lavado con gas, según el cual el permeato puede ser retirado a partir de ambos extremos del módulo. De conformidad con este aspecto, se proporciona un método de limpieza de un módulo de filtración con membrana, incluyendo dicho módulo, al menos, una extensión de la membrana, que está posicionada en un recipiente que contiene la alimentación, teniendo la membrana una pared permeable, que está sometida a una operación de filtración, en la que es aplicada alimentación, que contiene materia contaminante, por un lado de la pared de la membrana y el filtrado es retirado a partir del otro lado de la pared de la membrana, comprendiendo el método la etapas de:

- a) llevar a cabo la suspensión de la operación de filtración;
- b) llevar a cabo el desprendimiento de la materia contaminante a partir de dicha pared de la membrana en el líquido que circunda a la membrana haciéndose circular burbujas de gas a lo largo de un lado de la pared de la membrana, siendo formadas dichas burbujas de gas por medio de la inyección de gas dentro de dicho recipiente, que contiene la alimentación, a través de una abertura del mismo.

De manera preferente, la abertura está posicionada lateralmente con respecto a la membrana.

En el estado de la técnica, se introducía gas o aire en los módulos a través de la conexión inferior y el permeato era retirado, únicamente, a partir de la parte superior. Los detalles de la configuración de un módulo de este tipo están descritos en la patente de los Estados Unidos de América No. 6,156,200,

En los ejemplos 1 y 2, que han sido descritos más arriba, hemos mostrado la introducción de gas en un módulo cuando el permeato es retirado a partir de los dos extremos. La figura 5 ilustra la configuración del módulo y las conexiones para la inyección alternativa de gas. En esta configuración, la conexión 12 está conectada con la fuente de gas a través de la válvula AV9 y se ha suprimido la línea del lavado a contracorriente a través de la válvula AV4. El permeato es retirado a partir de un extremo a través de la conexión 11.

Existen dos posibilidades para llevar a cabo la introducción del gas en el módulo 7. La primera opción consiste en introducir gas en la conexión inferior del módulo a través de la conexión 12. De manera alternativa, el gas puede ser inyectado a través de la conexión de alimentación 14 del lado de la camisa. Este método permite la aplicación del lavado con gas en aquella situación en la que el permeato sea retirado a partir de ambos extremos del módulo. La figura 6 compara el perfil de la TMP cuando se cambia la inyección del gas en la conexión 12 o en la conexión 14. Bajo las mismas condiciones de operación, la inyección de gas en una conexión diferente no produce un efecto significativo sobre la eficacia de la depuración con gas.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para llevar a cabo la limpieza de un módulo de filtración con membrana (6), incluyendo dicho módulo, al menos, una membrana (8), que está dispuesta en un recipiente (7), que contiene la alimentación, teniendo la membrana (8) una pared permeable, que está sometida a una operación de filtración, en la que alimentación, que contiene materia contaminante, es aplicada por un lado de la pared de la membrana y el filtrado es retirado a partir del otro lado de la pared de la membrana, cuyo proceso comprende la etapas de:
- llevar a cabo la suspensión de la operación de filtración;
- llevar a cabo la realización de un proceso de limpieza sobre la pared de la membrana, con objeto de efectuar el desprendimiento de la materia contaminante a partir de la misma en el líquido que circunda a la membrana (8); y
- 10 llevar a cabo la reiniciación de la operación de filtración,
- siendo eliminado el líquido, que contienen la materia contaminante desprendida, por medio de un barrido a gran velocidad del recipiente (7), que contiene la alimentación por medio de
- la formación de una región que contiene gas dentro de dicho recipiente (7), que contiene la alimentación por el lado de la alimentación después de dicha etapa de limpieza;
- 15 el sellado del recipiente (7), que contiene la alimentación;
- la aplicación de presión al gas dentro de la región que contiene gas sobre el lado de alimentación de la membrana, para llevar a cabo la presurización de dicho gas;
- la eliminación de dicha presión por medio de la apertura del recipiente (7), que contiene la alimentación a la atmósfera con objeto de provocar la expansión del gas a presión y con objeto de producir dicho barrido a gran
- 20 velocidad del recipiente que contiene la alimentación.
2. El método según la reivindicación 1, en el que dicha región que contiene gas se forma por medio de la evacuación parcial del líquido de alimentación en dicho recipiente que contiene la alimentación.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa para aplicar presión al gas dentro de la región que contiene gas para llevar a cabo la presurización de dicho gas, incluye la aplicación de un lavado a contracorriente con fluido a dicha membrana (8).
- 25
4. Un método de limpieza de un módulo (6) de filtración con membrana, incluyendo dicho módulo, al menos, una membrana (8), que está dispuesta en un recipiente (7), que contiene la alimentación, teniendo la membrana (8) una pared permeable, que está sometida a una operación de filtración en la que la alimentación, que contiene materia contaminante, es aplicada por un lado de la pared de la membrana y el filtrado es retirado a partir del otro lado de la
- 30 pared de la membrana, cuyo método comprendiendo la etapas de:
- llevar a cabo la suspensión de la operación de filtración;
- llevar a cabo la realización de un proceso de limpieza sobre la pared de la membrana para efectuar el desprendimiento de la materia contaminante a partir de la misma en el líquido que circunda a la membrana (8); y
- llevar a cabo el reinicio de la operación de filtración,
- 35 siendo eliminado el líquido que contienen la materia contaminante por medio de un barrido a gran velocidad, fuera del recipiente (7), que contiene la alimentación
- estableciéndose una región que contiene gas dentro de otro recipiente, que está acoplado con dicho recipiente (7), que contiene la alimentación;
- 40 sellándose, después de dicha etapa de limpieza, el recipiente (7), que contiene la alimentación, y el otro recipiente acoplado, en forma de una unidad;
- aplicándose presión al gas dentro de la región que contiene gas para llevar a cabo la presurización de dicho gas;
- eliminandose dicha presión por medio de la apertura a la atmósfera del recipiente, que contiene la alimentación, con objeto de provocar la expansión del gas a presión y con objeto de producir dicho barrido a gran velocidad del

recipiente, que contiene la alimentación.

5. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el proceso de limpieza incluye un lavado con fluido a contracorriente de los poros de la membrana.
- 5 6. El método de conformidad con la reivindicación 5, en el que el lavado con fluido a contracorriente incluye un lavado con líquido a contracorriente.
7. El método de conformidad con la reivindicación 5 o 6, en el que el lavado con fluido a contracorriente incluye un lavado con gas a contracorriente.
8. El método de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la velocidad del barrido a gran velocidad es mayor que 0,03 m/s.
- 10 9. El método de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la velocidad del barrido a gran velocidad se encuentra situada en el intervalo comprendido entre 0,3 m/s y 2,0 m/s.
- 10, El método de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el proceso de limpieza incluye una depuración con gas de una superficie de la pared de la membrana.
- 15 11. Un método de conformidad con la reivindicación 10, cuando dependa de la reivindicación 1, en el que dicha depuración con gas incluye el desprendimiento de la materia contaminante a partir de dicha pared de la membrana en el líquido que circunda a la membrana, haciéndose circular burbujas de gas a lo largo de un lado de la pared de la membrana, siendo formadas dichas burbujas de gas por medio de la inyección de gas dentro de dicho recipiente (7), que contiene la alimentación, a través de una abertura en el recipiente
- 20 12. Un método de conformidad con la reivindicación 11, cuando dependa de la reivindicación 1, en el que la abertura está posicionada lateralmente con respecto a dicha membrana (8).
13. Un método de conformidad con la reivindicación 10 o 11, en el que la abertura proporciona una entrada para la alimentación en dicho recipiente (7), que contiene la alimentación, durante dicha operación de filtración.
14. Un método de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que dicho gas es alimentado bajo presión en dicho recipiente (7), que contiene la alimentación.
- 25 15. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el barrido a gran velocidad del recipiente (7), que contiene la alimentación, se lleva a cabo de manera periódica en sentidos diferentes dentro del recipiente durante la operación del método de limpieza.
- 30 16. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la membrana (8) es una membrana de fibra hueca y el filtrado es retirado bien a partir de uno o bien a partir de ambos extremos de la membrana de fibra hueca durante la operación de filtración.

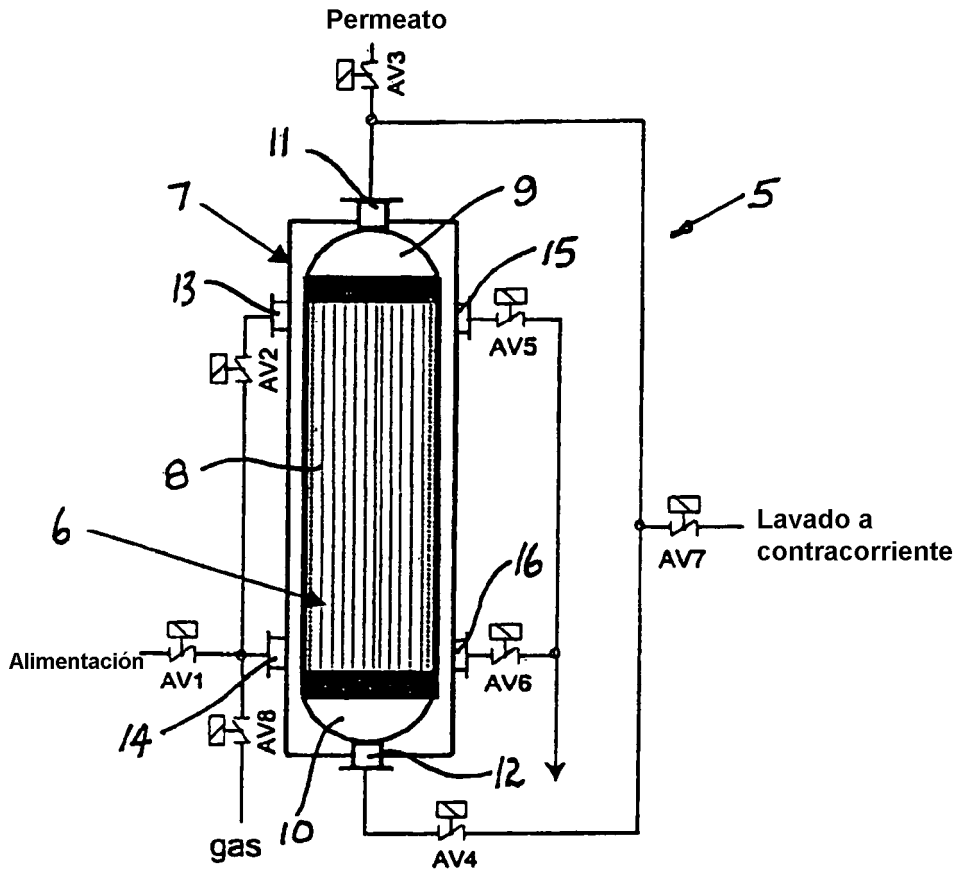


Figura 1 Agrupación del Módulo de Membrana

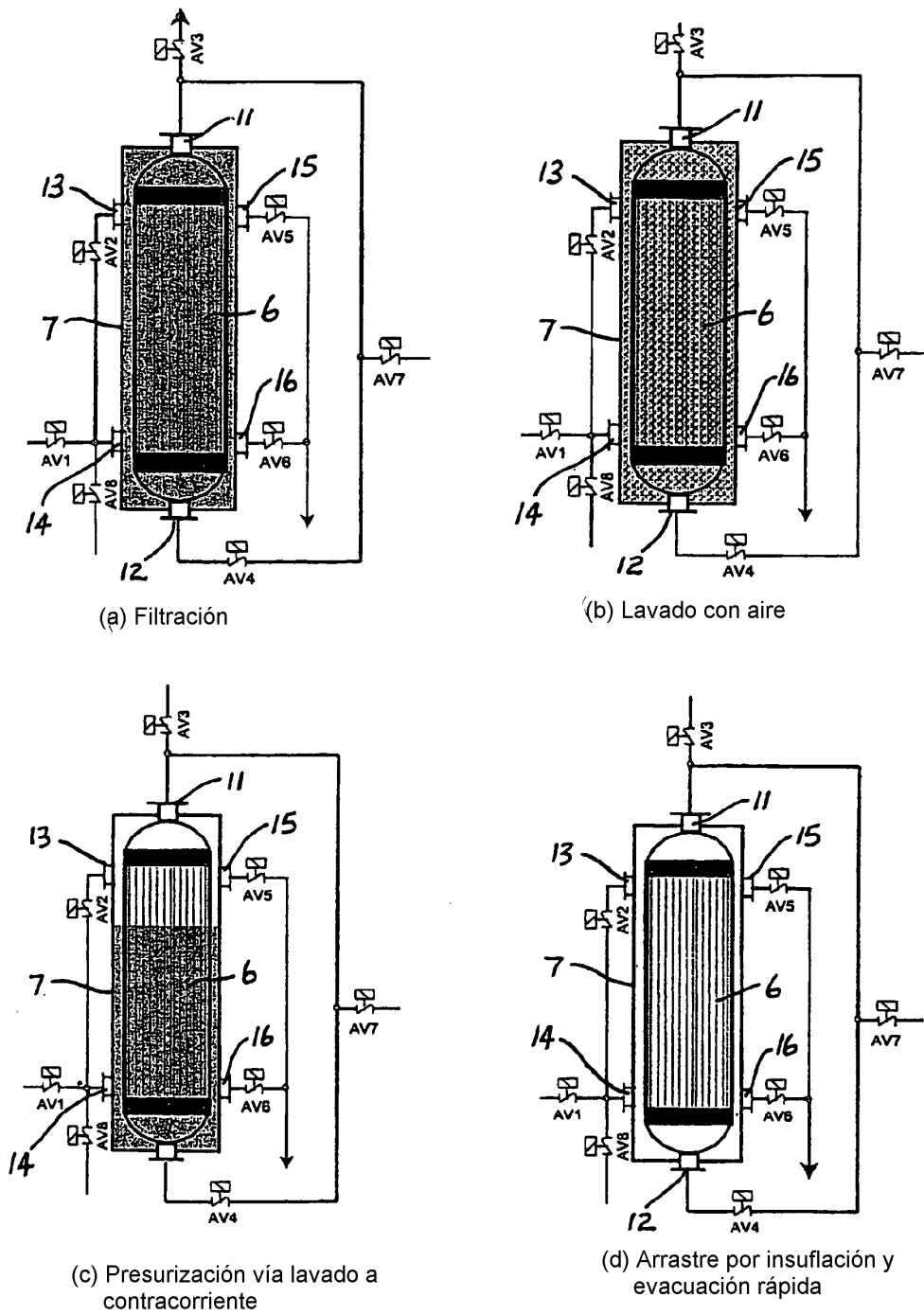


Figura 2: Secuencia de la Limpieza de la Membrana

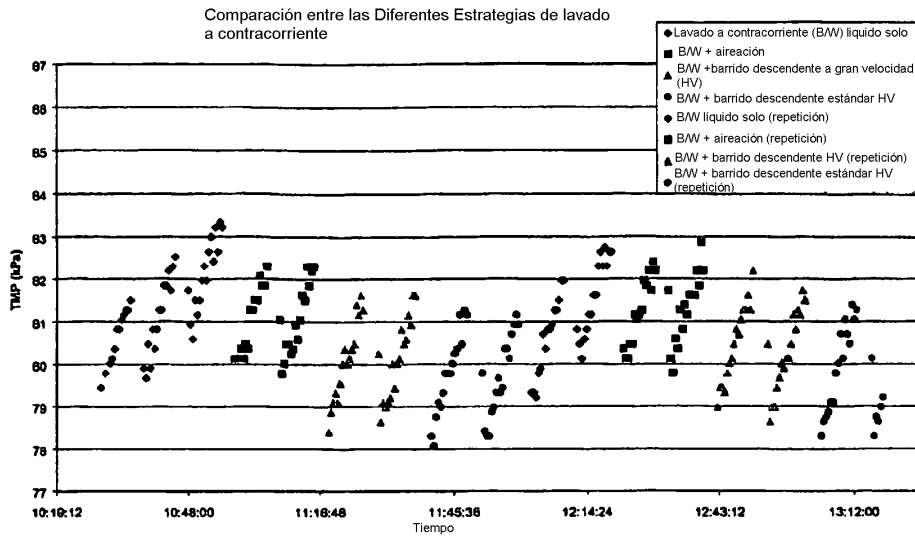


Figura 3 Eficacia de la Limpieza de Diferentes Estrategias

Efecto del Barrido a Gran Velocidad sobre la Incrustación de la Membrana

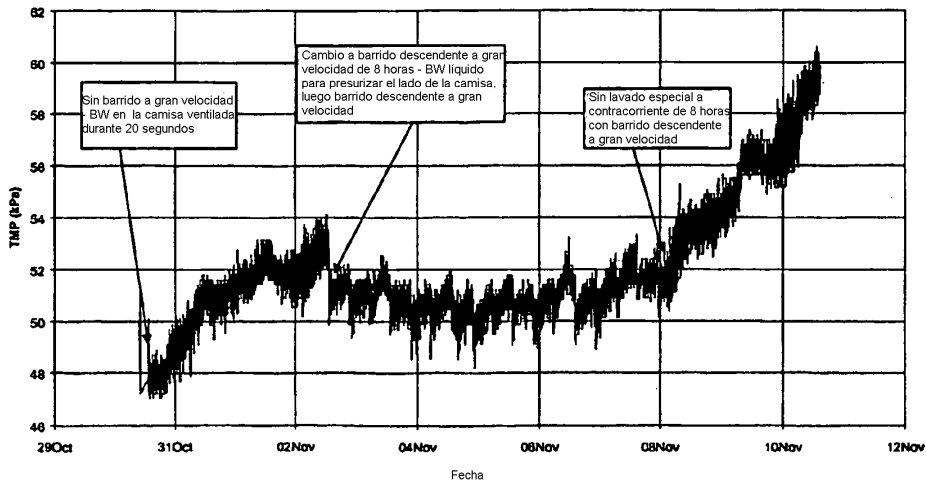


Figura 4 Efecto del Barrido a Gran Velocidad sobre la Limpieza de la Membrana

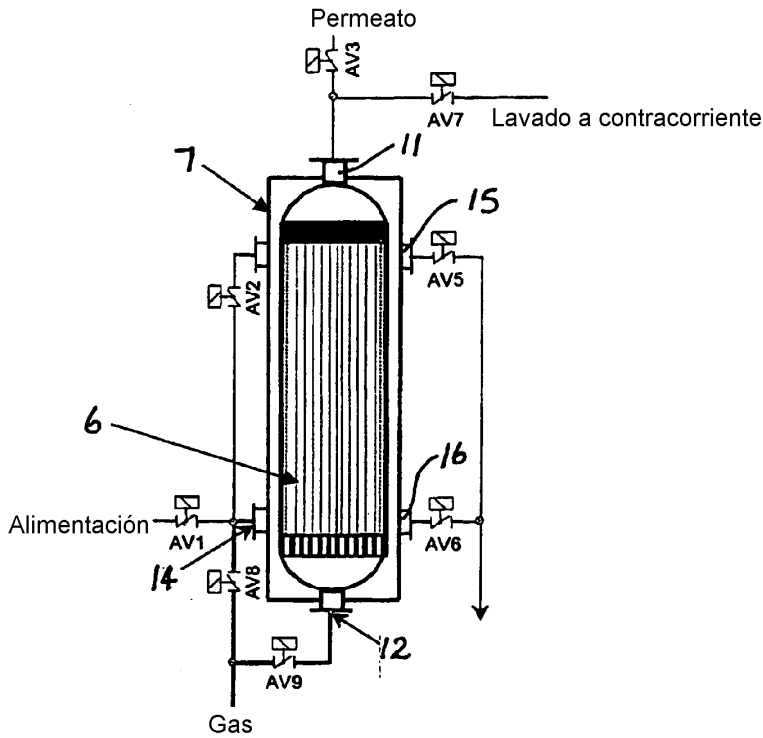


Figura 5 Inyección Alternativa de Aire

Una Comparación de Inyección de Aire

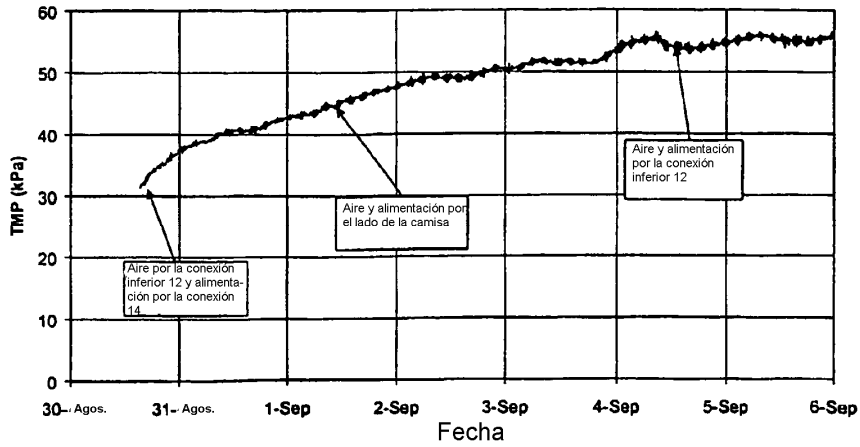


Figura 6 Efecto de la Inyección Alternativa de Aire sobre la Eficacia de la Depuración