



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 464**

51 Int. Cl.:

**B01D 61/12** (2006.01)

**B01D 61/14** (2006.01)

**B01D 61/18** (2006.01)

**B01D 61/20** (2006.01)

**B01D 61/22** (2006.01)

**B01D 63/06** (2006.01)

**B01D 65/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07823587 .6**

96 Fecha de presentación : **16.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2040826**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2009**

54

Título: **Dispositivo de filtración tangencial.**

30

Prioridad: **17.07.2006 FR 06 52992**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.09.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.09.2011**

73

Titular/es: **Société Industrielle de la Vall e de  
l'Aigues S.I.V.A.  
Z.A. Les Laurons  
26110 Nyons, FR**

72

Inventor/es: **Lescoche, Philippe**

74

Agente:  
**García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 364 464 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

Dispositivo de filtración tangencial

5 La presente invención se refiere al campo técnico de la separación de moléculas o de partículas que aplica unos elementos de separación, denominados de forma general membranas, adaptados para garantizar la separación de las moléculas o de las partículas contenidas en un medio fluido que hay que tratar.

10 El objeto de la invención encuentra una aplicación especialmente ventajosa en el campo de la filtración en el sentido general de un medio fluido que hay que tratar, y de forma particular de la nanofiltración, de la ultrafiltración, de la microfiltración, etc.

15 Por medio fluido que hay que tratar se entiende en concreto un medio líquido, como leche, vino, agua, zumos de frutas, el azúcar y sus derivados...

20 En el estado actual de la técnica, se conocen numerosas variantes de realización de una instalación de filtración para un fluido que hay que tratar. En particular, algunas de estas instalaciones utilizan la filtración tangencial e incorporan un ciclo cerrado de circulación. La filtración tangencial consiste en hacer circular el líquido que hay que tratar en paralelo a una membrana porosa. Además, al circular a gran velocidad el líquido que hay que tratar por la superficie de la membrana, se genera un esfuerzo de corte que vuelve a dispersar los materiales depositados sobre esta superficie, limitando de este modo la acumulación de las partículas en la superficie de la membrana y retardando su obstrucción.

25 El líquido que hay que tratar « roza » sobre la superficie de la membrana, lo que implica la generación de una pérdida de carga que varía linealmente en función de la longitud de la membrana. Esta pérdida de carga depende de parámetros dimensionales de la membrana: la longitud de la membrana y su diámetro hidráulico; y de parámetros experimentales: la velocidad de circulación, la viscosidad del producto, la densidad específica.

30 Un dispositivo de filtración tangencial consta de al menos un elemento de filtración que consta de una membrana porosa que delimita una cámara de circulación para el fluido que hay que filtrar y de una cámara colectora para el líquido filtrado que ha atravesado la membrana. El elemento de filtración consta al menos de una, y lo más habitual de una única, entrada para el fluido que hay que tratar, y de al menos una, y lo más habitual de una única, salida para el concentrado que ha circulado a lo largo del elemento de filtración. El espacio colector para el filtrado comunica con al menos una, y lo más habitual con una única, salida para el líquido filtrado. El líquido filtrado se encuentra clarificado, por el contrario el concentrado corresponde a un concentrado del fluido que hay que tratar en partículas que no han podido atravesar los poros del elemento de filtración. La mayor parte del tiempo este tipo de dispositivos incluyen un ciclo cerrado de circulación, es decir que el concentrado se vuelve a inyectar, al menos en parte, antes de la entrada dentro del elemento de filtración, de tal modo que se realizan unas reconcentraciones sucesivas y de este modo se evita un exceso de deshechos.

40 Las membranas están formadas por un soporte cuya superficie sobre la que el líquido que hay que tratar va a circular está recubierta por una capa de filtración de reducido grosor. Estas membranas pueden ser de tipo orgánico, es decir, elaboradas a partir de uno o de varios polímeros orgánicos, como las polisulfonas, las polietersulfonas, las poliamidas, los polifluoruros de vinilo. Las membranas también pueden ser de tipo inorgánico, membranas que se preferirán en el campo de la invención, y estar formadas por capas de cerámicas porosas, por ejemplo de carbono, de zirconio, de óxido de aluminio o de óxido de titanio.

50 Las membranas pueden tener diferentes geometrías, por ejemplo, plana o de forma tubular. Por lo general, se colocan varias membranas dentro de un módulo o carcasa.

55 Un dispositivo de filtración de este tipo consta de al menos un módulo de filtración que hace la función de envolvente para una serie de elementos de filtración de forma tubular que se extienden en paralelo los unos a los otros, montados de manera estanca en cada uno de los extremos sobre una placa de colocación. Cada elemento de filtración consta al menos de un canal de circulación para el fluido que hay que filtrar. Los elementos de filtración garantizan la filtración tangencial del fluido, con el fin de obtener en la superficie periférica de los elementos de filtración, la salida del líquido filtrado destinado a recuperarse en un espacio colector situado entre las placas de colocación y la envolvente.

60 De acuerdo con una primera variante de la técnica anterior, el dispositivo de filtración se monta en el interior de un ciclo cerrado de circulación en el que una bomba de circulación está conectada al dispositivo de filtración por medio de una canalización de llegada del fluido que hay que filtrar y de una canalización de alimentación del fluido que hay que tratar en la que desemboca una canalización de retorno que recupera una parte del fluido que ha circulado por el interior de los elementos de filtración y que se denomina concentrado. La bomba de circulación permite garantizar la circulación del fluido que hay que filtrar a gran velocidad en el interior de los elementos de filtración que tiende a generar un esfuerzo de corte que vuelve a dispersar los materiales depositados sobre la superficie de los canales de la membrana.

65

Otros dispositivos de filtración, por ejemplo los que se describen en las solicitudes de patente FR 2 810 256 y WO 01/96003, comprenden un circuito directamente integrado dentro de la carcasa.

5 Un dispositivo de este tipo presenta la ventaja de reducir de forma considerable el volumen confinado total del dispositivo y de forma particular el volumen confinado que corresponde al líquido que hay que tratar con, como consecuencia inmediata, una reducción del tiempo de contacto en el interior del dispositivo. Esta limitación del tiempo de contacto reduce de este modo el calentamiento del líquido en el interior del dispositivo.

10 Sea cual sea la configuración del dispositivo, es necesario, en el caso de un funcionamiento de forma tangencial, que las condiciones experimentales que permiten descolmatar, se respeten durante el ciclo de funcionamiento de la instalación.

15 Diferentes documentos del estado actual de la técnica describen un ciclo cerrado de circulación con un elemento de filtración tangencial que comprende una sonda que permite medir un parámetro que, una vez comparado con un valor umbral, permite poner en marcha un procedimiento de seguridad. Por ejemplo, el documento US 6 161 435 utiliza una sonda ultrasónica y el documento WO 2004/06 71 46 utiliza una sonda para la viscosidad. Otros dispositivos y procedimientos de filtrado con una sonda de viscosidad o una sonda que determina el grosor de una capa de gel sobre la membrana también se describen respectivamente en el documento JP 04 37 12 18 y US 2004/266017.

20 Numerosas teorías intentan predecir el flujo de filtrado de un dispositivo de membranas. Una de ellas considera el grosor de la subcapa laminar de una corriente turbulenta como el parámetro principal. En efecto, parece evidente que el grosor de los materiales depositados sobre la superficie de la membrana no pueda sobrepasar la de esta subcapa laminar. Esta última representa, por lo tanto, el grosor de la torta de materiales detenidos. En consecuencia, es razonable pensar que cuanto más reducido sea el grosor de esta subcapa mayor será la permeabilidad de la membrana.

La relación que da el grosor de subcapa laminar es la siguiente:

$$\chi = k \times \frac{v}{(\tau_w / \rho)^{1/2}}$$

siendo:

- $\chi$  = grosor de la subcapa laminar;
- $v$  = viscosidad cinemática del líquido que hay que filtrar;
- $\rho$  = densidad específica del líquido que hay que filtrar;
- $\tau_w$  = esfuerzo de corte parietal;
- $k$  = coeficiente.

El valor del esfuerzo de corte parietal viene expresado por la siguiente relación:

$$\tau_w = \frac{\lambda}{8} \times \rho \times V_L^2$$

siendo:

- $\lambda$  = coeficiente de fricción;
- $V_L$  = velocidad de circulación del líquido que hay que filtrar.

El valor del coeficiente de fricción viene dado por la siguiente relación:

$$\lambda = 0,316 \times R_e^{-0,25}$$

donde  $R_e$  es el número de Reynolds del líquido que hay que tratar.

Este último es igual a:

$$R_e = \frac{2 \times \rho \times V_L \times R}{\eta}$$

donde:

R = radio hidráulico del canal en el que circula el líquido que hay que tratar;  
 $\eta$  = viscosidad dinámica del líquido que hay que filtrar.

Parece, por lo tanto, que para evaluar el descolmatado de una membrana que funciona en régimen tangencial, se deben tener en cuenta:

- la velocidad de circulación;
- la densidad específica del líquido que hay que filtrar;
- la viscosidad dinámica y la viscosidad cinemática (esta última siendo igual al coeficiente de la primera respecto de la densidad específica).

Durante el funcionamiento de la membrana, unas especies se detienen y otras pasan a través de la membrana de acuerdo con el poder de corte de esta última. De forma natural, la concentración de las especies detenidas aumenta con, como consecuencia, el aumento de la viscosidad y de la densidad específica del líquido que circula a lo largo de la membrana.

En estas condiciones:

- el número de Reynolds se reduce;
- el coeficiente de fricción aumenta;
- la pérdida de carga aumenta;
- la tensión de fricción parietal se vuelve mayor;
- el grosor de la subcapa laminar se reduce favoreciendo el aumento de la permeabilidad.

El aumento de la viscosidad y de la densidad específica debería tener como consecuencia el aumento de la permeabilidad. Pero, en la práctica, se produce lo contrario. En efecto, esta predicción del incremento de la permeabilidad con el aumento de la viscosidad y de la densidad específica se ve invalidada por el funcionamiento de la bomba de circulación. Esta última, por razones de coste, es muy frecuentemente de tipo centrífugo. No obstante, las bombas centrífugas presentan unas curvas de funcionamiento que definen el valor del caudal de la bomba cuando las condiciones de presión varían. Por regla general, si la pérdida de carga que depende de la fricción del líquido que hay que tratar en las membranas aumenta, el caudal de circulación disminuye. La velocidad de circulación se ve, por lo tanto, reducida con el resultado:

- el número de Reynolds que se reduce;
- el coeficiente de fricción que disminuye;
- la pérdida de carga que disminuye;
- la tensión de fricción parietal que se hace menor;
- el grosor de la subcapa laminar que aumenta reduciendo de este modo la permeabilidad.

Hay que señalar que la pérdida de carga no es representativa del estado del líquido que hay que tratar en el interior del o de los elementos de filtración ya que una misma pérdida de carga puede corresponder a una gran velocidad de circulación asociada a un bajo valor de la viscosidad o bien a la inversa.

Por otra parte, la viscosidad es la relación del esfuerzo de corte en el interior del líquido (diferente del esfuerzo de corte parietal) por el gradiente de velocidad. No obstante, muy a menudo, los líquidos que hay que tratar presentan, con niveles de concentración elevada, unas viscosidades denominadas anormales. Esta anomalía tiene muy a menudo como consecuencia la aparición de fenómenos de sedimentación compacta en caso de un cambio abrupto del gradiente de velocidad. Este cambio puede ser la consecuencia de un corte de la tensión eléctrica o de cualquier otro problema que tendría como efecto reducir de forma accidental la velocidad de circulación. En ese caso, el conjunto del líquido que hay que tratar se puede transformar en un gel y vaciar la instalación se convierte en una operación muy larga y, por lo tanto, costosa y a veces incluso imposible si no se reemplazan las membranas. La gelificación del líquido que hay que tratar dentro de un dispositivo de filtración tangencial de membranas, con ciclo cerrado de circulación, es un fenómeno que es importante evitar.

En este contexto, los inventores han elaborado, por lo tanto, un nuevo dispositivo tal y como se define en la reivindicación 1, que aplica un procedimiento de control de una instalación de filtración tangencial de un fluido que hay que tratar que comprende al menos un elemento de filtración, a lo largo del cual circula un fluido que hay que filtrar destinado a dividirse en un líquido filtrado que ha atravesado el elemento de filtración y en un concentrado, que ha circulado a lo largo del elemento de filtración, dicho elemento incorporándose a un ciclo cerrado de circulación, de tal modo que al menos una parte del concentrado se reinyecta en el fluido que hay que tratar antes de que entre dentro del elemento de filtración. De acuerdo con una característica esencial de la invención, se detecta al menos una información característica del fluido que hay que filtrar, representativa de los riesgos de gelificación del líquido

que hay que tratar en el interior del o de los elementos de filtración y/o de los riegos de obstrucción total del o de los elementos de filtración. En el campo del dispositivo de acuerdo con la invención, los riegos de gelificación del fluido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o de la obstrucción total del o de los elementos de filtración se minimizan, e incluso se evitan por completo, mediante la detección de una información característica del fluido que hay que filtrar y su comparación con un valor umbral.

El dispositivo de filtración de un fluido que hay que tratar en modo tangencial de acuerdo con la invención, comprende al menos un elemento de filtración que consta de al menos una entrada para un fluido que hay que filtrar, de al menos un espacio colector unido a una salida para el líquido filtrado que ha atravesado el elemento de filtración y de al menos una salida para el concentrado que ha circulado a lo largo del elemento de filtración, dicho elemento incorporándose a un ciclo cerrado de circulación, de tal modo que al menos una parte del concentrado se reinyecta en el fluido que hay que tratar antes de que entre dentro del elemento de filtración. De acuerdo con una característica esencial de la invención, este dispositivo comprende al menos una sonda de detección de una información característica del fluido que hay que filtrar y representativa de los riegos de gelificación del líquido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o de obstrucción total del o de los elementos de filtración. Este dispositivo incorpora, por lo tanto, una sonda de detección de una información característica del fluido que hay que filtrar, que permite mediante la comparación con un valor de referencia evaluar los riegos de gelificación del fluido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o de obstrucción total del o de los elementos de filtración y prever, en función del resultado de la comparación, aplicar o no un procedimiento de urgencia o de seguridad.

La descripción que se hace a continuación, en referencia a las figuras que se anexan, permite entender mejor la invención.

Las **figuras 1A, 1B y 1C** son unas representaciones esquemáticas de dispositivos de filtración tangencial habituales de la técnica anterior en los que se ha añadido una sonda de detección.

La **figura 2** es una representación esquemática de un dispositivo de filtración tangencial de acuerdo con la invención.

Las **figuras 3B y 3C** son unas vistas en sección de dispositivos de tipo TIS de acuerdo con la invención y la **figura 3A** es una vista en sección de un dispositivo de acuerdo con el documento WO 01/96003.

Las **figuras 4 a 7** representan la evolución de la permeabilidad de un dispositivo de tipo TIS funcionando en modo tangencial, en función de la señal que proporciona una sonda integrada en el dispositivo de acuerdo con la invención.

En el campo de la invención, para que un sistema que consta de unas membranas pueda evitar funcionar en unas condiciones en las que la permeabilidad es baja y/o el riesgo de gelificación del líquido que hay que filtrar es evidente, se integra en el interior del ciclo continuo de circulación una sonda que proporciona una información que depende y es representativa de una de las características del fluido que hay que filtrar, esta información siendo característica del grosor de la capa laminar presente en la superficie del o de los elementos de filtración. La información detectada también está ligada de forma directa al flujo de filtrado que atraviesa el elemento de filtración. Esta información se detecta con regularidad durante la operación de filtración. Como ya se ha visto con anterioridad, estas características son, en particular:

- la velocidad de circulación del fluido que hay que filtrar;
- la concentración del fluido que hay que filtrar;
- la viscosidad del fluido que hay que filtrar; y
- la densidad específica del fluido que hay que filtrar.

El fluido que hay que filtrar estando formado, desde los primeros ciclos de filtración, por una mezcla del fluido que hay que tratar y del concentrado, se constata por lo general en cada ciclo de filtración un aumento de la viscosidad y de la densidad específica del fluido que hay que filtrar que circula por los elementos de filtración. La información detectada se puede obtener a partir de una medición realizada sobre el concentrado, o de preferencia, sobre el fluido que hay que filtrar.

La información que proporciona la sonda puede ser una medición exacta de cualquiera de estas características o corresponder a una información que resume cualquiera de estas características. En efecto, la medición realizada puede convertirse en cualquier tipo de señal y la información suministrada puede corresponder bien a la medición, o bien obtenerse a partir de la medición, una misma información pudiendo en este caso corresponder a una gama de mediciones.

Es difícil medir la viscosidad del fluido que hay que filtrar. En efecto, durante su funcionamiento, el gradiente de velocidad a lo largo de una membrana alcanza unos valores muy elevados: del orden de 10.000 s<sup>-1</sup>. Ahora bien, es de esta manera como los viscosímetros determinan la viscosidad de un líquido. Un valor muy alto del gradiente de velocidad no siendo mensurable mediante los viscosímetros tradicionales, resulta difícil determinar el valor de la viscosidad del fluido que hay que filtrar, al nivel de los elementos de filtración.

En lo que se refiere a la concentración, esta característica depende en gran medida del fluido que hay que filtrar y resulta, por lo tanto, muy difícil prever un valor umbral adaptado a una serie de fluidos de diferente clase. En efecto, en el campo de la invención, por concentración se entiende la relación entre el volumen total de fluido tratado durante un ciclo de funcionamiento y el volumen del concentrado al final de la operación.

De este modo un líquido se puede concentrar  $x$  veces desde su estado inicial. La concentración que se puede alcanzar depende del contenido inicial de materia seca del fluido que hay que tratar. Por ejemplo, un vino puede contener  $y$  mg/l de materia seca que hay que separar para obtener una buena turbidez. Si la experiencia anterior ha mostrado que a partir de  $y$  mg/l se puede concentrar 1.000 veces, eso significa que para una cuba de 1.000 hl, el volumen final debe ser de 100 l. Si la cuba siguiente consta de  $(y + 10)$  mg/l, la misma concentración puede hacer que se presenten unos fenómenos de sedimentación compacta. A causa de esta variabilidad del contenido inicial de materia seca de un fluido a otro, el valor umbral se deberá volver a ajustar para cada tipo de fluido.

La concentración se puede determinar, por ejemplo, a partir de dos de medidores de caudal que permiten medir el flujo que entra dentro de la instalación y el flujo de concentrado que sale, realizando el coeficiente entre los dos flujos.

En el campo de la invención, de forma preferente, la sonda detecta una información característica de la densidad específica o de la velocidad del fluido que hay que filtrar.

De acuerdo con una variante de la invención, se pueden utilizar al menos dos sondas diferentes, cada una proporcionando una medición característica de los riesgos de gelificación del líquido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o de obturación total del o de los elementos de filtración. También se puede detectar, además de una o varias informaciones características del fluido que hay que filtrar, representativa de los riesgos de gelificación y/o de obturación, otra característica del fluido que hay que filtrar o del dispositivo de filtración. Por ejemplo, se pueden utilizar, además de una sonda de acuerdo con la invención, una sonda que mide, por ejemplo, la pérdida de carga. De este modo, los sensores de presión situados por encima y por debajo de los elementos de filtración permiten medir la pérdida de carga y esta información se podrá utilizar para caracterizar la instalación, en correlación con, en particular, la velocidad de circulación o la densidad específica del fluido que hay que tratar.

La velocidad de circulación se puede medir mediante numerosos tipos de sondas. Un primer tipo de sonda mide el caudal de fluido que hay que filtrar, en un punto del dispositivo, por ejemplo, a la salida de la bomba de circulación y calcula de nuevo la velocidad dividiendo por la sección de las membranas. Este método supone unos medidores de gran caudal (el de la bomba de circulación), por lo tanto, caros. Otro tipo de sonda consiste en un dispositivo emisor/receptor de ondas ultrasónicas que a partir, por ejemplo, del efecto LARSEN calcula de nuevo la velocidad. Estas sondas cuestan mucho menos que las primeras, pero únicamente determinan la velocidad en el punto en el que están instaladas. Por consiguiente, no permiten determinar la velocidad de circulación en el interior de las membranas, lo que puede resultar interesante en algunos casos. En una versión todavía más económica, la sonda puede proporcionar unas informaciones que corresponden a unas gamas de mediciones y no a una medición concreta. Es por ejemplo, el caso de sondas ultrasónicas con una serie de diodos, cada número de diodos encendidos correspondiendo a una gama de caudales.

De preferencia, se utilizará una sonda ultrasónica. La sonda utilizada puede traducir la medición de la velocidad o el caudal detectado a cualquier tipo de señal eléctrica, luminosa en particular.

La densidad específica también se puede medir mediante numerosos tipos de sondas. Un tipo de sonda consiste en un sistema emisor/receptor de ondas ultrasónicas. La sonda puede suministrar unas mediciones exactas o bien proporcionar unas informaciones que se obtienen a partir de la señal medida, una misma información pudiendo corresponder a una gama de mediciones.

En todos los casos de sondas que se utilicen, lo importante es que las informaciones proporcionadas por la sonda sean representativas de la característica del líquido seleccionado que hay que filtrar y, en particular, de la densidad específica o de la velocidad de circulación del fluido que hay que filtrar.

En el campo de la invención, puede estar previsto comparar la información que suministra la sonda con un valor umbral, el resultado de la comparación condicionando la activación o no de un procedimiento de seguridad. Este procedimiento de seguridad puede, por ejemplo, ser una detención del dispositivo, su vaciado o bien un aclarado rápido con agua. En este caso, el dispositivo comprende unos medios de activación del procedimiento de urgencia que se accionarán en función de la información detectada por la sonda y de su nivel con respecto al umbral de alerta.

El valor umbral se determinará previamente, por ejemplo de forma experimental realizando varios ciclos de filtraciones con diferentes fluidos que hay que tratar, que deben filtrarse en la instalación. Se determinará, por ejemplo, para cada ensayo, el valor de la característica medida que corresponde, por ejemplo, a una reducción del flujo de filtrado y se seleccionará el valor umbral para situarse en todos los ensayos, a tiempo, antes de esta

reducción de flujo con un cierto margen de seguridad. También se pueden determinar, para una misma instalación, varios valores umbral, cada uno estando adaptado a un tipo de filtrado, por ejemplo, vino rosado de la bodega X, vino rosado de la bodega Y, vino tinto de la bodega X, vino tinto de la bodega Y...

5 La o las sondas deben instalarse dentro del dispositivo, en el interior del ciclo cerrado de circulación, con el fin de permitir detectar la información deseada referente al fluido que hay que filtrar que va a circular por el o los elementos de filtración. El ciclo cerrado de circulación está equipado con una bomba de circulación que garantiza la circulación del fluido en el interior del ciclo cerrado. Para que resulte más fácil entender la invención que se describe más adelante, la **figura 1A** muestra un dispositivo de filtración **I** que comprende un ciclo cerrado de circulación **100** en el que está integrado un módulo de filtración tangencial **200**, que consta de varios elementos de filtración. Una bomba de circulación **300** está instalada en el exterior del módulo y garantiza la circulación del fluido en el interior del dispositivo. Esta bomba **300** está conectada al módulo de filtración **200** por medio de una canalización **400** de llegada del fluido que hay que filtrar y de una canalización de retorno **500** que recupera una parte del concentrado que ha circulado por el interior de los elementos de filtración. El módulo **200** corresponde a un circuito de ida **A** del ciclo cerrado y la canalización **500** a un circuito de retorno **R**. El resto del concentrado se elimina mediante una salida de evacuación **900**, instalada por encima del módulo de filtración. El fluido que hay que tratar llega a la bomba **300** por medio de una canalización de alimentación **600**. La canalización de retorno **500** del concentrado desemboca, por encima de la bomba, en la canalización de alimentación **600**. Por consiguiente, desde los primeros ciclos de filtraciones el fluido que hay que filtrar que circula por el módulo de filtración tangencial contiene, mezclados, el fluido que hay que filtrar y el concentrado. El módulo de filtración puede ser cualquier tipo de módulo de filtración de la técnica anterior, por ejemplo una carcasa que comprende varios elementos de filtración, como unas membranas tubulares de filtración por las que el fluido que hay que filtrar circula de forma tangencial. Cada elemento de filtración consta de al menos un canal realizado de forma paralela al eje longitudinal del elemento de filtración. La superficie de los canales está recubierta por al menos una capa separadora no representada, destinada a entrar en contacto con el medio fluido que hay que tratar que circula por el interior de los canales. La clase de la o de las capas separadores se selecciona en función del poder de separación o de filtración que hay que obtener. El líquido filtrado que procede de la superficie periférica de los elementos de filtración se recupera en un espacio colector.

30 El módulo de filtración consta de:

- una entrada **E** para el fluido que hay que filtrar, unida a la canalización **400** de llegada del fluido que hay que filtrar;
- una salida **S** de evacuación del concentrado, unida a la canalización de retorno **500** que recupera una parte del concentrado que ha circulado por el interior de los elementos de filtración; y
- una salida **700** para el líquido filtrado.

40 Cada elemento de filtración está unido, en el interior del módulo, a la entrada **E** en el caso del fluido que hay que filtrar, a la salida **S** en el caso del concentrado, y el espacio colector del líquido filtrado que ha atravesado cada elemento de filtración a la salida **700** en el caso del líquido filtrado.

45 La o las sondas de detección se instalan, de forma ventajosa, de tal manera que midan una característica del fluido que hay que filtrar que va a circular por el interior de los elementos de filtración contenidos dentro del módulo **200**. Para ello, en el ejemplo que se ilustra en la **figura 1A**, se puede colocar la sonda sobre la canalización **400** de llegada del fluido que hay que filtrar, por debajo de la bomba **300**, tal y como se representa con la referencia **800A**. La sonda también se puede colocar sobre la canalización de alimentación **600**, por encima de la bomba **300** y por debajo de la llegada del concentrado por la canalización **500**, tal y como se ilustra de acuerdo con la referencia **800B** en la **figura 1A**.

50 También se podría considerar detectar una característica del concentrado destinado a reinyectarse en el fluido que hay que tratar. En efecto, al ser el concentrado la « parte variable » del fluido que hay que filtrar, la otra parte formada por el fluido que hay que tratar siendo la « parte constante », la medición de una característica del concentrado, como la velocidad de circulación del concentrado o su densidad específica está directamente ligada a la característica correspondiente del fluido que hay que filtrar y es representativa de sus variaciones. Se podría, por lo tanto, considerar colocar la sonda sobre la canalización de retorno **500** del concentrado. En una primera variante, tal y como se ilustra de acuerdo con la referencia **800C** en la **figura 1A**, la sonda se puede colocar por debajo de la salida **S** y por encima de la salida de evacuación **900** de una parte del concentrado. Otra variante consiste en colocar la sonda sobre la canalización de retorno **500** por debajo de la salida de evacuación **900** tal y como se ilustra de acuerdo con la referencia **800D** en la **figura 1A**. La primera de estas variantes se preferirá, en particular, cuando la sonda detecte una información que depende de la velocidad del fluido que hay que tratar.

65 Sea cual sea la posición seleccionada para la sonda, es decir, **800A**, **800B**, **800C** u **800D**, la información que proporciona la sonda resume los riesgos de gelificación del fluido que hay que filtrar en el interior de los elementos de filtración presentes en el interior del módulo y/o de los riesgos de obstrucción total de dichos elementos de filtración. Los riesgos se evalúan de una manera global para el conjunto del módulo y no para cada elemento de filtración de forma individual.

El dispositivo **I** también puede comprender varios módulos **200<sub>1</sub>** a **200<sub>n</sub>** de filtración que corresponden al circuito de ida **A** del ciclo cerrado tal y como se ilustra en la **figura 1B**. En la **figura 1B**, para cada módulo, las referencias de las salidas **S** (salida para el concentrado), **700** (salida para el líquido filtrado) y **900** (salida de evacuación de una parte del concentrado) están asignadas con el índice correspondiente a cada uno de los módulos. En el caso de varios módulos dispuestos en paralelo, la canalización **400** de llegada del fluido que hay que filtrar presenta varias ramificaciones **400<sub>1</sub>** a **400<sub>n</sub>**, cada una unida al módulo de filtración correspondiente. Se puede prever, por lo tanto, no colocar más que una sonda sobre la canalización **400** por encima de las diferentes ramificaciones. En este caso, la información detectada es global y es representativa de los riesgos de gelificación y de obstrucción del conjunto de los módulos y, por lo tanto, del conjunto de los elementos de filtración y no de cada módulo o de cada elemento de filtración. También se puede colocar una sonda (**800<sub>1</sub>** a **800<sub>n</sub>**) en cada ramificación **400<sub>1</sub>** a **400<sub>n</sub>**, tal y como se ilustra en la **figura 1B**. A la salida de cada módulo, una parte del concentrado se evacua por una salida **900<sub>1</sub>** a **900<sub>n</sub>**, el resto reagrupándose y reinyectándose mediante la canalización **500** de retorno del concentrado (correspondiente al circuito de retorno **R**) para experimentar una nueva operación de filtración mezclado con el fluido que hay que tratar alimentado mediante la canalización **600**. De acuerdo con una variante no representada, también se podría colocar una sonda, para cada módulo **n** sobre la canalización de retorno del concentrado, entre la salida **S<sub>n</sub>** y la salida **900<sub>n</sub>** de evacuación de una parte del concentrado. Estas dos configuraciones presentan la ventaja de realizar la medición para cada módulo, lo que permite aplicar un valor umbral a cada uno de los módulos que se pueden controlar de forma independiente y aumentar de este modo el nivel de seguridad de la instalación.

El procedimiento de acuerdo con la invención está adaptado en particular para controlar unos dispositivos para los que:

- el ciclo cerrado de circulación está comprendido en el interior de la carcasa;
- la bomba de circulación y su motor están instalados en la prolongación de la carcasa que permite de este modo obtener un conjunto homogéneo sin que las tuberías que corresponden al ciclo cerrado de circulación sean visibles.

Este tipo de dispositivos que están comercializados por la empresa SIVA se denominan TIS. Algunos de estos dispositivos se describen, en particular, en las solicitudes de patente FR 2 810 256 y WO 01/96003 a las que podrá remitirse para conocer más detalles. La **figura 2** representa de forma esquemática una variante de realización de un módulo de tipo TIS. El ciclo cerrado y la bomba de circulación están integrados en el módulo. En aras de la simplicidad, los elementos idénticos a los que se han descrito en relación con la **figura 1A** y **1B** llevan la misma referencia. El módulo **200** consta de una serie de ida **f<sub>a</sub>** y de una serie de retorno **f<sub>b</sub>** de elementos de filtración que forman unos circuitos de ida **A** y de retorno **R** de un ciclo cerrado de circulación para el fluido que hay que filtrar. Los elementos de filtración de la serie de ida **f<sub>a</sub>** están unidos por medio de su entrada **E<sub>a</sub>** a la entrada del módulo para el fluido que hay que tratar, la conexión haciéndose mediante la canalización **400** de llegada del fluido que hay que filtrar. Tras haber circulado de forma tangencial a lo largo de los elementos de filtración de la serie **f<sub>a</sub>** de ida, el concentrado se evacua por su salida **S<sub>a</sub>**. Los elementos de filtración, que constan cada uno de al menos un canal de circulación para el fluido que hay que filtrar, garantizan la filtración de dicho fluido, con el fin de obtener en la superficie periférica de los elementos de filtración, la salida del filtrado destinado a recuperarse en un espacio colector unido a la salida **700** del líquido filtrado del módulo. La salida **S<sub>a</sub>** está unida a la entrada **E<sub>b</sub>** de los elementos de filtración de la serie de retorno **f<sub>b</sub>** de elementos de filtración que, representada de forma esquemática, está situada sobre la canalización de retorno **500** del concentrado. El concentrado que sale por la salida **S<sub>b</sub>** de los elementos de filtración de la serie de retorno **f<sub>b</sub>** se reinyecta, al menos en parte, en el fluido que hay que tratar que lleva la canalización **600**. El circuito consta de una salida de evacuación **900** para una parte del concentrado. Una parte del concentrado se puede evacuar:

- bien, de acuerdo con una variante no representada en la **figura 2**, por debajo de la serie de retorno **f<sub>b</sub>** de elementos de filtración;
- o bien por debajo de la serie de salida **f<sub>a</sub>** de elementos de filtración y por encima de la segunda serie de retorno **f<sub>b</sub>** de elementos de filtración, tal y como se representa en la **figura 2**.

El fluido circula por el interior del módulo **200** de acuerdo con el sentido que se indica en la **figura 2**. La bomba, o al menos la turbina de la bomba de circulación, está situada sobre el ciclo cerrado de circulación. La turbina **300** se puede colocar, de acuerdo con una variante no representada, por debajo de la serie de ida **f<sub>a</sub>** de los elementos de filtración, pero por encima de la serie de retorno **f<sub>b</sub>**. Esta colocación relativa de la turbina se adopta, por ejemplo, dentro de un módulo TIS, en concreto descrito en el documento WO 01/96003 y que se ilustra en la **figura 3A**, en la que algunas de las referencias se han tomado de la **figura 2**.

De forma ventajosa, el dispositivo también se puede diseñar de tal modo que la bomba **300** esté situada entre el punto en el que desemboca la canalización **600** de alimentación y la entrada **E<sub>a</sub>** de la serie de ida **f<sub>a</sub>** de los elementos de filtración tal y como se ilustra en la **figura 2**. Esta variante también se ilustra en las **figuras 3B** y **3C**.

En el caso de los módulos TIS, la sonda de detección está colocada en el interior del módulo **200**, dentro del ciclo cerrado de circulación. Tal y como se ha descrito con anterioridad, la información se obtendrá, de preferencia, a

partir de una medición realizada sobre el fluido que hay que filtrar, por ejemplo por debajo del punto en el que la canalización **600** de alimentación del fluido que hay que tratar y la canalización **400** de retorno del concentrado se unen y por encima de la entrada **Ea** de los elementos de filtración de la serie de ida  $f_a$ , tal y como, por ejemplo, se ilustra con la referencia **800A** en la **figura 2**. De acuerdo con otra variante no representada en la **figura 2**, la información detectada se puede detectar en el concentrado, por ejemplo a la salida de la serie de ida  $f_a$  o de la serie de retorno  $f_b$  de los elementos de filtración. En referencia a la descripción, y tal y como se extrae de las **figuras 3A, 3B y 3C**, y de la descripción de estas que se hace a continuación, el término « canalización » se tiene que interpretar en un sentido amplio y puede corresponder, en algunos casos, a unas cámaras de circulación.

Las **figuras 3A, 3B y 3C**, en las que algunas de las referencias se han tomado de la **figura 2**, son unas vistas en sección de dispositivos de tipo TIS en los que se ha instalado una sonda de detección. En la variante que ilustra la **figura 3A** que no forma parte de la invención y corresponde al dispositivo que se describe en el documento WO 01/96003 en su figura 3, la salida **900** de evacuación de una parte del concentrado está situada tras la salida de la serie de retorno  $f_b$  de elementos de filtración. En el dispositivo que se ilustra en la **figura 3A**, la turbina **300** está situada por debajo de la serie de ida  $f_a$  de elementos de filtración y por encima de la serie de retorno  $f_b$ . La sonda **800C** detecta una información acerca del concentrado y está situada tras la serie de ida  $f_a$  de elementos de filtración, entre la turbina **300** y la serie de retorno  $f_b$  de elementos de filtración. Las **figuras 3B y 3C**, por su parte, corresponden, en lo que se refiere a la colocación relativa de la bomba **300** y de la salida **900** de evacuación de una parte del concentrado, a la representación esquemática de la **figura 2**.

Un dispositivo de este tipo puede presentar un inconveniente en determinadas condiciones de funcionamiento. Partiendo del principio de que el valor de la pérdida de carga dentro de cada circuito de ida o de retorno, consecutiva a la velocidad de circulación del fluido, es igual a  $\Delta P$ , la bomba de circulación añade dos veces la pérdida de carga (circuito de ida y de retorno) al valor de la presión de alimentación  $P_a$  para garantizar la circulación del fluido dentro del ciclo cerrado de circulación. La presión en la salida del circuito de ida, que corresponde también a la aspiración de la bomba de circulación, es igual a  $P_a - \Delta P$ . En la descarga de la bomba de circulación, la presión es igual a  $P_a + \Delta P$ . Hay que señalar que la presión de la aspiración es igual a  $P_a - \Delta P$ . Además, en función de los valores de  $P_a$  y de  $\Delta P$ , esta presión de aspiración puede tomar un valor negativo, lo que significa que los elementos de filtración pueden aspirar líquido filtrado. A esto le sigue una pérdida inevitable de rendimiento sobre la cantidad de líquido que se ha filtrado.

Un inconveniente de este tipo se soluciona mediante el dispositivo que se presenta en las **figuras 3B y 3C** que se van a describir a continuación en detalle.

En el dispositivo **1** que está representado en la **figura 3B**, los elementos de filtración **3** están montados, en cada uno de sus extremos, sobre una placa de posicionamiento **4** montada en el interior de una carcasa **2**. De forma habitual, cada placa de posicionamiento **4** consta de un agujero que permite el paso del extremo de un elemento de filtración tubular **3**. Cada agujero está equipado con una junta de estanquidad que permite garantizar un montaje estanco de los elementos de filtración **3** sobre las placas de posicionamiento **4**. Las placas de posicionamiento **4** definen, entre sí y con la carcasa **2**, un espacio colector **6** para el líquido filtrado procedente de la superficie periférica de los elementos de filtración **3**. Este espacio colector **6** comunica con, mediante al menos una y en el ejemplo ilustrado dos, salidas **700** de evacuación del líquido filtrado. En el ejemplo ilustrado, cada salida **700** para el líquido filtrado está formada por un tramo de canalización unido sobre una abrazadera **9** que forma, en parte, la carcasa **2** y en cada extremo de la cual están montadas las placas de posicionamiento **4**. La abrazadera **9** delimita de este modo, con las placas de posicionamiento **4**, el espacio colector **6**.

El dispositivo de filtración **1** consta, también, de una primera cámara de comunicación **11** prevista dentro de la carcasa **2** y en la que desemboca, más allá de la placa de posicionamiento **4**, uno de los extremos de los elementos de filtración **3**, mientras que el otro extremo de los elementos de filtración **3** desemboca más allá de la otra placa de filtración **4**, dentro de una segunda cámara de comunicación **12**. Tal y como esto se muestra de forma más precisa en la **figura 3B**, la primera cámara **11** está delimitada en el interior de una caja de cierre **13** unida a la abrazadera **9** y/o a la placa de posicionamiento **4**, mientras que la segunda cámara de comunicación **12** está delimitada entre la placa vecina de posicionamiento **4** y una base de cierre **14** montada sobre la abrazadera **9** y/o la placa de posicionamiento **4**. De este modo, la carcasa **2** está formada por la abrazadera **9**, la caja **13** y la base de cierre **14**.

El dispositivo **1** consta de unos medios de separación **15** montados dentro de la primera cámara de comunicación **11**, con el fin de dividir esta primera cámara, por una parte, en un primer espacio  $V_1$ , que comunica con una primera serie  $f_1$  de elementos de filtración **3**, recorrido por el fluido que hay que tratar de acuerdo con un primer sentido representado por la flecha  $C_1$  y, por otra parte, en un segundo espacio  $V_2$  que comunica con una segunda serie  $f_2$  de elementos de filtración **3** que atraviesa el fluido de acuerdo con un segundo sentido  $C_2$  contrario al primer sentido  $C_1$ . Los medios de separación **15** están montados de manera estanca sobre la placa vecina de posicionamiento **4**, de tal manera que dividen el espacio de la primera cámara **11** en un primer espacio  $V_1$  y en un segundo espacio  $V_2$ , situados, respectivamente, en el interior y en el exterior de los medios de separación. Debe quedar claro que los elementos de filtración **3**, que pertenecen a la primera serie, son diferentes de los elementos de filtración **3** de la segunda serie  $f_2$ . De acuerdo con una característica preferente de realización, los medios de separación **15** están montados de tal manera que las series  $f_1$ ,  $f_2$  de los elementos de filtración **3** constan de un número prácticamente

igual de elementos de filtración **3**.

De acuerdo con este ejemplo, los elementos de filtración **3**, que pertenecen a la primera serie  $f_1$  están situados en el interior de la envolvente virtual que prolonga los medios de separación **15**, mientras que los elementos de filtración **3**, que pertenecen a la segunda serie de  $f_2$  están situados en el exterior de esta envolvente virtual. Debe quedar claro que los elementos de filtración **3** de la primera serie  $f_1$  y de la segunda serie  $f_2$  forman los circuitos de ida y de retorno de un ciclo cerrado de circulación para el fluido que hay que tratar, realizado en el interior de la carcasa. En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**, los elementos de filtración de la segunda serie  $f_2$  forman el circuito de ida **A**, mientras que los elementos de filtración de la primera serie  $f_1$  forman el circuito de retorno **R**.

Los medios de separación **15** delimitan por el interior un alojamiento **22** para una turbina **23** de una bomba de circulación. Los medios de separación **15**, que se describirán en detalle en la descripción que viene a continuación, se presentan con una forma tubular o cilíndrica y están montados, de manera estanca, sobre la placa vecina de posicionamiento **4**. Los medios de separación **15** delimitan por el interior el primer espacio  $V_1$  y por el exterior con respecto a la caja de cierre **13**, el segundo espacio  $V_2$ . La caja de cierre **13** puede estar fijada a la placa de posicionamiento **4** por medio de unos medios de ensamblaje. Los medios de separación **15** constan de un paso de comunicación **24** que garantiza el paso del fluido que hay que tratar entre los espacios  $V_1$ ,  $V_2$ . La turbina **23** consta de un eje de arrastre **25**, conectado a un motor de arrastre giratorio **26** montado sobre la caja de cierre **13**. De preferencia, el eje de arrastre **25** está montado en la alineación del eje de la abrazadera **9** en la que los elementos de filtración **3** se dividen con regularidad siguiendo el eje de la abrazadera. Obviamente, la caja de cierre **13** consta de un paso estanco para el árbol de arrastre **25**.

En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**, se considera que el motor **26** de arrastre de la bomba funciona en modo aspiración. La turbina permite, por una parte, aspirar el fluido procedente de las membranas de la primera serie  $f_1$  que forman el circuito de retorno y, por otra parte, expulsar el fluido por el paso de comunicación **24** y el espacio  $V_2$ , con el fin de alimentar las membranas de la segunda serie  $f_2$  que forman el circuito de ida del ciclo cerrado de circulación.

De acuerdo con otra característica del objeto de la invención, el dispositivo **1** consta de una entrada **600** para el fluido que hay que tratar que desemboca dentro de la primera cámara de comunicación **11** de la carcasa, entre la turbina **23** de la bomba de circulación y los elementos de filtración **3** de la serie que forman el circuito de retorno del ciclo cerrado de circulación, es decir los elementos de filtración de la primera serie  $f_1$  en el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**.

De acuerdo con otra característica ventajosa, la segunda cámara de comunicación **12** está prevista en la base de cierre **14** que está equipada, en el ejemplo ilustrado, con una salida **900** de evacuación del concentrado. La segunda cámara de comunicación **12** está delimitada por la placa vecina de posicionamiento **4** y garantiza la comunicación entre los elementos de filtración **3** de la segunda serie  $f_2$  y los elementos de filtración **3** de la primera serie  $f_1$ .

El funcionamiento del dispositivo **1**, que se describe en la **figura 3B**, deriva directamente de la anterior descripción. El fluido que hay que tratar llega por la entrada **600** al espacio  $V_1$  y se ve aspirado por el efecto del funcionamiento de la turbina **23** dentro de los elementos de filtración **3** de la segunda serie  $f_2$  habiendo pasado, previamente, por el espacio  $V_2$ , por medio del paso de comunicación **24**. El fluido atraviesa los elementos de filtración **3** de la segunda serie  $f_2$  que forman de este modo el circuito de ida **A** del ciclo cerrado de circulación para desembocar dentro de la segunda cámara de comunicación **12** para distribuirse, por una parte, dentro de la salida **900** de evacuación del concentrado y, por otra parte, por el efecto de la aspiración de la turbina, a través de los elementos de filtración **3** de la primera serie  $f_1$  que forman el circuito de retorno del ciclo cerrado de circulación. El fluido que ha circulado a través de los elementos de filtración **3** de la primera serie  $f_1$  se recupera dentro del espacio  $V_1$ . El ciclo de filtración prosigue de acuerdo con la anterior descripción. En el ejemplo que se representa en la **figura 3B**, la sonda **800A** está situada al nivel del espacio  $V_2$ , por debajo de la turbina **23** de acuerdo con el sentido de circulación del fluido y por encima de la entrada de los elementos de filtración de la segunda serie  $f_2$  que forman el circuito de ida. La detección de la información se realiza, por lo tanto, al nivel del fluido que hay que filtrar. También se pueden prever las colocaciones de la sonda que se han descrito con anterioridad.

En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**, la entrada **600** para el fluido desemboca dentro del espacio  $V_1$  de la primera cámara de comunicación **11**, situada en el interior de los medios de separación. De acuerdo con este ejemplo de realización, la entrada **600** consta de un elemento tubular **30** que atraviesa la caja **13**, el espacio  $V_2$  de la cámara de comunicación **11** y los medios de separación **15**, con el fin de desembocar dentro del espacio  $V_1$  delimitado en el interior de los medios de separación **15**. De acuerdo con un ejemplo de realización, los medios de separación **15** constan de un estator  $15_1$  de forma tubular, en el interior del cual está montada la turbina **23**. Los medios de separación **15** constan también de un cuerpo tubular  $15_2$  que prolonga el estator  $15_1$  y que está montado, de manera estanca, sobre la placa vecina de posicionamiento **4**, pero también, sobre el estator  $15_1$ . De preferencia, este cuerpo tubular  $15_2$  está provisto de una empaquetadura metálica sobre la que se apoya la turbina. Esta empaquetadura garantiza de este modo la estanquidad entre el estator y el cuerpo tubular, así como la rotación de la turbina. El cuerpo tubular  $15_2$  posee una altura suficiente que permite el montaje del elemento tubular **30** que está

montado de forma radial sobre el cuerpo tubular **15<sub>2</sub>**. El elemento tubular **30** desemboca de este modo en el interior del cuerpo tubular **15<sub>2</sub>**, entre la salida de los elementos de filtración **3** de la primera serie **f<sub>1</sub>** y la turbina **23** montados en el interior de los medios de separación **15**, es decir, dentro del primer espacio **V<sub>1</sub>**.

5 El elemento tubular **30** es de este modo accesible desde el exterior de la carcasa, de tal manera que se puede conectar a un conducto de empalme. Hay que señalar que el cuerpo tubular **15<sub>2</sub>** puede estar equipado con un collarín de montaje que se apoya sobre la pared interna de la caja **13**. Este collarín, que se extiende de forma radial entre el cuerpo tubular **15<sub>2</sub>** y la caja **13** está provisto de pasos para el fluido que circula por el interior del espacio **V<sub>2</sub>**.

10 En el anterior ejemplo, la bomba aspira el fluido a través de los elementos de filtración de la primera serie **f<sub>1</sub>** y expulsa el fluido a través de los elementos de filtración de la segunda serie **f<sub>2</sub>**. Obviamente, mediante la inversión del sentido de rotación de la turbina, se puede prever aspirar a través de los elementos de filtración **3** de la segunda serie **f<sub>2</sub>** y expulsar el fluido a través de los elementos de filtración **3** de la primera serie **f<sub>1</sub>**.

15 De acuerdo con esta variante de realización, que se ilustra en la **figura 3C**, los elementos de filtración **3** de la primera serie **f<sub>1</sub>** se alimentan mediante el primer espacio **V<sub>1</sub>** que forman de este modo el circuito de ida **A** del ciclo cerrado de circulación. A la salida de los elementos de filtración **3** de la primera serie **f<sub>1</sub>**, el fluido se divide, por una parte, dentro de la salida de evacuación **S** del concentrado y, por otra parte, dentro de los elementos de filtración **3** de la segunda serie **f<sub>2</sub>** que forman el circuito de retorno **R**. El fluido penetra dentro del segundo espacio **V<sub>2</sub>** a la salida de los elementos de filtración **3** de la segunda serie **f<sub>2</sub>**.

20 En este ejemplo de realización, la entrada **600** del fluido desemboca dentro del segundo espacio **V<sub>2</sub>**, es decir entre la turbina **23** y los elementos de filtración **3** de la segunda serie **f<sub>2</sub>** que forman el circuito de retorno **R** del ciclo cerrado de circulación. De este modo, el fluido del segundo espacio **V<sub>2</sub>**, procedente de la entrada **600** y de la salida de los elementos de filtración de la segunda serie **f<sub>2</sub>** se aspira mediante la turbina **23** por medio del paso de comunicación **24**.

25 En este ejemplo de realización, la entrada **600** para el fluido que hay que tratar desemboca dentro del espacio **V<sub>2</sub>**, en el exterior de los medios de separación **15**. En este ejemplo de realización, la entrada **600** consta de un empalme tubular **31** que atraviesa la caja **13** para que sea accesible desde el exterior de la carcasa y que desemboque en el exterior de los medios de separación **15**. En el ejemplo ilustrado, los medios de separación **15** constan del estator **15<sub>1</sub>** y del cuerpo tubular **15<sub>2</sub>**. Hay que señalar que el cuerpo tubular **15<sub>2</sub>** se puede suprimir de acuerdo con esta variante de realización.

30 En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**, la salida de evacuación del concentrado **900** comunica con la segunda cámara de comunicación **12**. Hay que señalar que esta salida de evacuación del concentrado **900** puede estar preparada para comunicar con la primera cámara de comunicación **11** en la que también desemboca la entrada **600** del fluido que hay que tratar. En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3B**, la salida de evacuación del concentrado **900** puede atravesar bien la caja **13** para desembocar dentro del segundo espacio **V<sub>2</sub>**, o bien la caja **13** y el cuerpo tubular **15<sub>2</sub>** para desembocar dentro del primer espacio **V<sub>1</sub>** de frente, o no, a la entrada **600**. En el ejemplo que se ilustra en la **figura 3C**, la salida de evacuación del concentrado **900** puede atravesar la caja **13** para desembocar dentro del segundo espacio **V<sub>2</sub>**, de frente o no a la entrada **600**.

35 En el ejemplo de realización que se presenta en la **figura 3C**, la sonda **800B** está situada, al nivel del espacio **V<sub>2</sub>**, por encima de la turbina **23**, de acuerdo con el sentido de circulación del fluido. En este caso también se pueden prever las colocaciones de la sonda que se han descrito con anterioridad.

40 Los ejemplos que se dan a continuación permiten ilustrar y hacer que la invención se entienda mejor, pero no tienen un carácter restrictivo.

#### 50 **Ejemplo 1: control a partir de la densidad específica**

Una instalación, que integra un dispositivo como el que se describe en la solicitud de patente WO 01/96003 y que está comercializado por la empresa SIVA con la marca TIS (que significa « Tangential Integrated System »), está equipada con una sonda de la marca MOBREY y de tipo MCU 200.

Una sonda MOBREY de tipo MCU 200 se dispone en la parte de la instalación que se encuentra en la descarga de la bomba de circulación y justo a la entrada del dispositivo que comprende el módulo de membranas (referencia 800C), tal y como se ilustra en la **figura 3A**.

60 El líquido que se utiliza es vino tinto. El interés del dispositivo TIS reside en que puede realizar unas concentraciones altas (bajo volumen confinado) y limitar el calentamiento ya que el tiempo de permanencia del vino en el interior del dispositivo es muy corto.

65 Las altas concentraciones tienen como ventaja que aumentan el rendimiento global de la filtración. Además, dado que el volumen muerto es muy bajo, se produce un bajo volumen de concentrado residual, al parar la instalación.

De forma habitual, el TIS presenta unos rendimientos de un 99 % para la filtración del vino.

Se ha realizado el ensayo con dos vinos:

- 5
- un vino de tipo 1a que corresponde a un concentrado de vino tras la filtración y previamente concentrado con un factor de concentración de 300;
  - 
  - un vino de tipo 1b que corresponde a un concentrado de vino tinto con una variedad de uva diferente del primero y previamente concentrado con un factor de concentración de 300 durante la operación de filtración.
- 10

El vino de tipo 1a se introduce dentro del sistema TIS de acuerdo con las condiciones de uso recomendadas del sistema. La sonda indica los niveles de densidad específica del líquido que hay que filtrar antes de su introducción dentro del módulo de filtración. La curva que se presenta en la **figura 4** muestra las variaciones del caudal de filtrado en función de la indicación de la sonda.

15

Se observa que el caudal del filtrado aumenta hasta un valor definido por 3,5 graduaciones de la sonda MOBREY, y a continuación se reduce. A este valor, el factor de concentración que tiene lugar dentro de la instalación TIS es de 4,6, lo que corresponde a un factor de concentración final de  $300 * 4,6 = 1.380$ . El vino se concentra, por lo tanto, 1.380 veces mediante el dispositivo de membrana. El rendimiento para esta concentración es igual a  $1.379 / 1.380 = 99,92 \%$ . Con un valor de 5 la instalación se para debido al alto riesgo de gelificación. En este caso, el factor de concentración del sistema TIS es 7,1, lo que corresponde a un factor de concentración final de 2.130. A título informativo, el rendimiento total es de un 99,95 %.

20

El vino de tipo 1b también se introduce dentro del dispositivo TIS de acuerdo con las condiciones de uso recomendadas del dispositivo. La sonda indica los niveles de densidad específica del líquido que hay que filtrar antes de su introducción dentro del módulo de filtración.

25

La curva que presenta la **figura 5** muestra las variaciones del caudal de filtrado en función de las indicaciones de la sonda. Como en el caso del vino de tipo 1a, se observa la existencia de un máximo para una indicación de la sonda con un valor de 2,5. Este vino es, por lo tanto, mucho más colmatante que el primero. Para este valor la sonda, el factor de concentración que tiene lugar en el dispositivo TIS es de 4,2. La concentración final es, por lo tanto, de  $300 * 4,2 = 1.320$ . En este caso, el rendimiento de la operación de filtración es igual a un 99,92 %.

30

Con un valor de 4 de la sonda, la instalación se ha parado y no se ha observado ninguna gelificación. Para este valor de la sonda, el factor de concentración es de 7,0. El factor de concentración final es, por lo tanto, de 2.100.

35

Para los dos tipos de vino, la sonda permite detectar unos valores de densidad específica a partir de los que el caudal de filtrado decrece.

40

Para el vino de tipo 1a este valor corresponde a una indicación de 3,5 en la sonda y para el vino de tipo 1b, a una indicación de 2,5. Teniendo en cuenta los resultados que se han obtenido con estos dos vinos, se puede definir, para la familia de los vinos tintos, que corresponde al vino de tipo 1a y 1b, un valor de alarma para la sonda igual a 2 a partir del cual la instalación se parará y que permite:

45

- que no aparezca ningún riesgo de gelificación del dispositivo. La instalación se puede vaciar, por lo tanto, sin dificultad;
  - que el valor del caudal de filtrado se mantenga por debajo del valor crítico a partir del cual el caudal disminuye;
  - que el rendimiento sea siempre muy alto.
- 50

### Ejemplo 2: control a partir de la velocidad de circulación

En este ejemplo, el dispositivo TIS utilizado está modificado con respecto a la solicitud de patente WO 01/96003 de la siguiente manera:

55

- la alimentación del producto que hay que tratar está desplazada con el fin de que se sitúe entre los extremos de salida de las membranas y la aspiración de la bomba de circulación;
  - el sentido de rotación de bomba de circulación está modificado con el fin de que la aspiración se realice desde las membranas situadas sobre la parte periférica de la carcasa.
- 60

El dispositivo corresponde al de la **figura 3C**. La sonda utilizada se basa en la medición del tiempo de desplazamiento de una onda ultrasónica en el interior de un fluido. La sonda utilizada es un controlador de flujo de la empresa IFM y está equipada con 10 diodos numerados de 0 a 9. El caudal es tanto más alto cuanto mayor es el número de diodos encendidos.

65

La sonda se ha calibrado en caudal determinando, a partir de un medidor de caudal estándar, la equivalencia entre el caudal y el número de diodos encendidos. Este calibrado se ha realizado con agua.

5 La tabla siguiente muestra esta equivalencia.

Diodos encendidos	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
9	7
9	6
9	5
9	4
8	3,8
8	3
7	2,5
7	2
6	1,8
5	1,5
5	1,3
4	1,15
3	1
2	0,73
1	0,59
0	0,4

10 La sonda está dispuesta sobre la canalización situada en la aspiración de la bomba de circulación (posición 800B), tal y como lo muestra la **figura 3C**.

Al ser continua la sección de esta canalización, se puede determinar el caudal que circula dentro de esta canalización, y a continuación la velocidad de circulación del fluido en el interior de las membranas.

15 Se han realizado dos ensayos con dos vinos diferentes denominados 2a y 2b en esta instalación que incorpora esta sonda que emite una señal que es característica de la velocidad del fluido que hay que filtrar. Estos dos vinos corresponden a unos concentrados de vinos que se han obtenido durante unas operaciones de filtración. Los factores de concentración respectivos de estos concentrados son de 450 y 500.

20 Para el vino 2a se obtiene la curva que muestra la **figura 6**, que representa las variaciones de la permeabilidad de la membrana en función del número de diodos encendidos. Se observa que la permeabilidad prácticamente no varía mientras se mantengan encendidos por lo menos cinco diodos. A partir de ahí, la permeabilidad disminuye.

25 En el momento en que solo han estado 4 diodos encendidos, la instalación se ha parado, se ha aclarado con agua y a continuación se han desmontan las membranas. La revisión de estas últimas muestra entonces que un cierto número de canales están taponados. Continuar con la concentración habría tenido como consecuencia el taponamiento total de los canales. De ahí la elección de un número de 5 diodos encendidos como valor máximo de la concentración sin que aparezca ningún riesgo de taponamiento. El factor de concentración en el punto correspondiente a 5 diodos encendidos es de 2,5. La concentración total del vino es, por lo tanto, de 450 x 2,5, es decir, 1.125. El rendimiento total es, por lo tanto, de un 99,9 %, lo que es un valor muy alto.

30 Para el vino 2b se obtiene la curva que muestra la **figura 7**, que representa las variaciones de la permeabilidad de la membrana en función del número de diodos encendidos. Se observa aproximadamente el mismo comportamiento que para el vino 2a. En efecto, la permeabilidad es independiente del número de diodos encendidos mientras se mantengan por lo menos 5 diodos encendidos. A continuación, esta permeabilidad cae de forma abrupta.

35 En este caso también se ha parado la instalación cuando solo han estado 4 diodos encendidos y la instalación se ha aclarado con agua y a continuación se han desmontado las membranas. La revisión de estas últimas muestra, entonces, que un cierto número de canales están taponados. Continuar con la concentración habría tenido como consecuencia el taponamiento total de los canales. De ahí la elección de un número de 5 diodos encendidos como

valor de alarma, con el fin de evitar cualquier riesgo de taponamiento de las membranas. El factor de concentración que corresponde al punto en el que se pasa de 6 a 5 diodos encendidos es de 1,5.

5 La concentración total del vino es, por lo tanto, de  $500 \times 1,5$ , es decir, 750. El rendimiento total es, por su parte, de un 99,8 %, lo que es también un valor muy alto.

10 Como en el caso de la sonda que detecta una medida característica de la densidad específica del líquido que hay que filtrar, la utilización de una sonda que proporciona una información acerca de la velocidad de circulación permite seleccionar el punto máximo de concentración a partir del cual el riesgo de obstrucción de las membranas o de sedimentación compacta del líquido es alto.

15 Obviamente, los resultados que se han obtenido en los anteriores ejemplos 1 y 2 con una instalación que integra un dispositivo de filtración tangencial de tipo TIS se pueden extrapolar a una instalación de filtración que incorpora un ciclo cerrado de circulación estándar. La única diferencia es la temperatura de funcionamiento, que es mucho más alta en un ciclo cerrado estándar con, como consecuencia, una viscosidad menor y, por lo tanto, la posibilidad de continuar durante más tiempo con la concentración.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de filtración en modo tangencial de un fluido que hay que tratar destinado a dividirse en un líquido filtrado y un concentrado, que comprende:

- una serie de elementos de filtración que constan de al menos una entrada para un fluido que hay que filtrar, de al menos una salida para el líquido filtrado que ha atravesado el elemento de filtración y de al menos una salida para el concentrado que ha circulado a lo largo del elemento de filtración, dichos elementos estando integrados en un ciclo cerrado de circulación, de tal modo que al menos una parte del concentrado se reinyecta en el fluido que hay que tratar antes de la entrada dentro de dichos elementos de filtración;
- una bomba de circulación cuya turbina está integrada en el ciclo cerrado de circulación;
- un módulo de filtración, denominado carcasa (2), en el que el ciclo cerrado de circulación está integrado y está formado por una serie de ida ( $f_a$ ) y una serie de retorno ( $f_b$ ) de elementos de filtración que forman unos circuitos de ida (A) y de retorno (R), que comprende:

- al menos una entrada (600) para el fluido que hay que tratar;
- al menos una salida (900) de evacuación del concentrado;
- una serie de elementos de filtración (3) de forma tubular que se extienden de forma paralela los unos a los otros atravesando de manera estanca, en cada uno de sus extremos, una placa de posicionamiento (4), los elementos de filtración (3) constando cada uno de al menos un canal de circulación para el fluido que hay que tratar y que garantiza la filtración de dicho fluido, con el fin de obtener, en la superficie periférica de los elementos de filtración, la salida del líquido filtrado destinado a recuperarse en un espacio colector (6) situado entre las placas de colocación (4) y la carcasa (2);
- al menos una salida (700) para el líquido filtrado que comunica con el espacio colector (6) del líquido filtrado;
- una primera cámara de comunicación (11) en la que desemboca uno de los extremos de los elementos de filtración y en la que están montados unos medios de separación (15), en contacto estanco con la placa vecina de posicionamiento (4), para dividir dicha cámara en un primer ( $V_1$ ) y un segundo ( $V_2$ ) espacios delimitados respectivamente en el interior y en el exterior de los medios de separación y que comunican con, respectivamente, una primera serie ( $f_1$ ) y una segunda serie ( $f_2$ ) de elementos de filtración (3) que forman unos circuitos (A) de ida y de retorno (R) de un ciclo cerrado de circulación para el fluido que hay que tratar, los medios de separación constan de un paso de comunicación (24), entre el segundo espacio ( $V_2$ ) y el primer espacio ( $V_1$ ), en el interior del cual está montada una turbina (23) de una bomba de circulación, provista de un eje de arrastre (25) que se extiende en el exterior de la primera cámara (11) para conectarse a un motor de arrastre (26);
- y una segunda cámara de comunicación (12) en la que desemboca el otro de los extremos de los elementos de filtración y que garantiza una comunicación para el fluido que hay que tratar, entre los elementos de filtración de la primera serie ( $f_1$ ) y los de la segunda serie ( $f_2$ );
- la entrada (600) para el fluido que hay que tratar que desemboca en la primera cámara de comunicación (11) de la carcasa entre la turbina (23) de la bomba de circulación y los elementos de filtración (3) de la serie que forma el circuito de retorno (R) del ciclo cerrado de circulación;

- al menos una sonda de detección de una información característica del fluido que hay que filtrar, y representativa de los riesgos de gelificación del fluido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o riesgos de obstrucción total del o de los elementos de filtración.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el motor de arrastre de la bomba se dirige de tal modo que los elementos de filtración (3) de la segunda serie ( $f_2$ ), alimentados por el segundo espacio ( $V_2$ ) forman el circuito de ida, mientras que los elementos de filtración (3) de la primera serie ( $f_1$ ), que desembocan en el primer espacio ( $V_1$ ), forman el circuito de retorno **y porque** la entrada (E) para el fluido que hay que tratar desemboca en el primer espacio ( $V_1$ ) de la primera cámara (11) entre la salida de los elementos de filtración de la primera serie ( $f_1$ ) y la turbina (23) montada en el interior de los medios de separación (15).

3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por que** el motor de arrastre de la bomba se dirige de tal modo que los elementos de filtración (3) de la primera serie ( $f_1$ ), alimentados por el primer espacio ( $V_1$ ), forman el circuito de ida, mientras que los elementos de filtración (3) de la segunda serie ( $f_2$ ), que desembocan en el segundo espacio ( $V_2$ ), forman el circuito de retorno **y porque** la entrada (E) para el fluido que hay que tratar desemboca en el segundo espacio ( $V_2$ ) de la primera cámara delimitada en el exterior de los medios de separación (15) entre la salida de los elementos de filtración (3) de la segunda serie ( $f_2$ ) y la turbina (23) montada en el interior de los medios de separación (15).

4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **que se caracteriza por que** la entrada (600) para el fluido que hay que tratar consta de un elemento tubular (30) de tal modo que desemboque en el interior de los medios de

separación (15).

- 5 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, **que se caracteriza por que** la entrada (600) para el fluido que hay que tratar consta de un empalme tubular (31) de tal modo que desemboca en el exterior de los medios de separación (15).
- 10 6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1, 2 o 4 **que se caracteriza por que** la sonda (800A) está situada al nivel del segundo espacio ( $V_2$ ), por debajo de la turbina (23), de acuerdo con el sentido de circulación del fluido, y por encima de la entrada de los elementos de filtración de la segunda serie ( $f_2$ ) que constituye el circuito de retorno.
- 15 7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, 3 o 5 **que se caracteriza por que** la sonda (800B) está situada, al nivel del segundo espacio ( $V_2$ ), por encima de la turbina (23), de acuerdo con el sentido de circulación del fluido.
- 20 8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 **que se caracteriza por que** comprende unos medios de comparación de la información detectada con un valor umbral que permita evaluar los riesgos de gelificación del líquido que hay que filtrar en el interior del o de los elementos de filtración y/o los riesgos de obstrucción total del o de los elementos filtración.
- 25 9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 **que se caracteriza por que** comprende unos medios de activación de un procedimiento de seguridad, en función de los resultados de la comparación.
10. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9 **que se caracteriza por que** la sonda detecta una información que depende de la concentración, de la viscosidad, de la densidad específica y/o de la velocidad de circulación del fluido que hay que filtrar.
- 30 11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 **que se caracteriza por que** la sonda detecta una información que depende de la densidad específica del fluido que hay que tratar.
- 35 12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 **que se caracteriza por que** la sonda detecta una información que depende de la velocidad de circulación del fluido que hay que tratar.
13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 **que se caracteriza por que** la sonda suministra una información que se obtiene a partir de una medición realizada sobre el concentrado.
- 40 14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 **que se caracteriza por que** la sonda suministra una información que se obtiene a partir de una medición realizada sobre el fluido que hay que filtrar.
15. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14 **que se caracteriza por que** la sonda es una sonda ultrasónica.



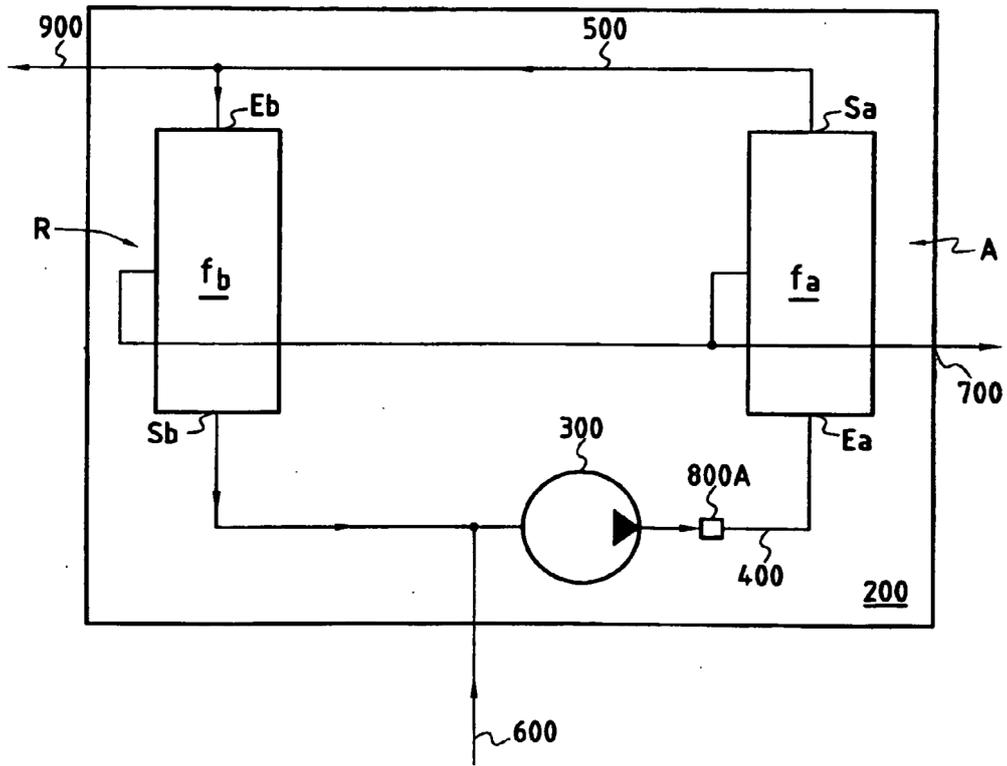


FIG.2

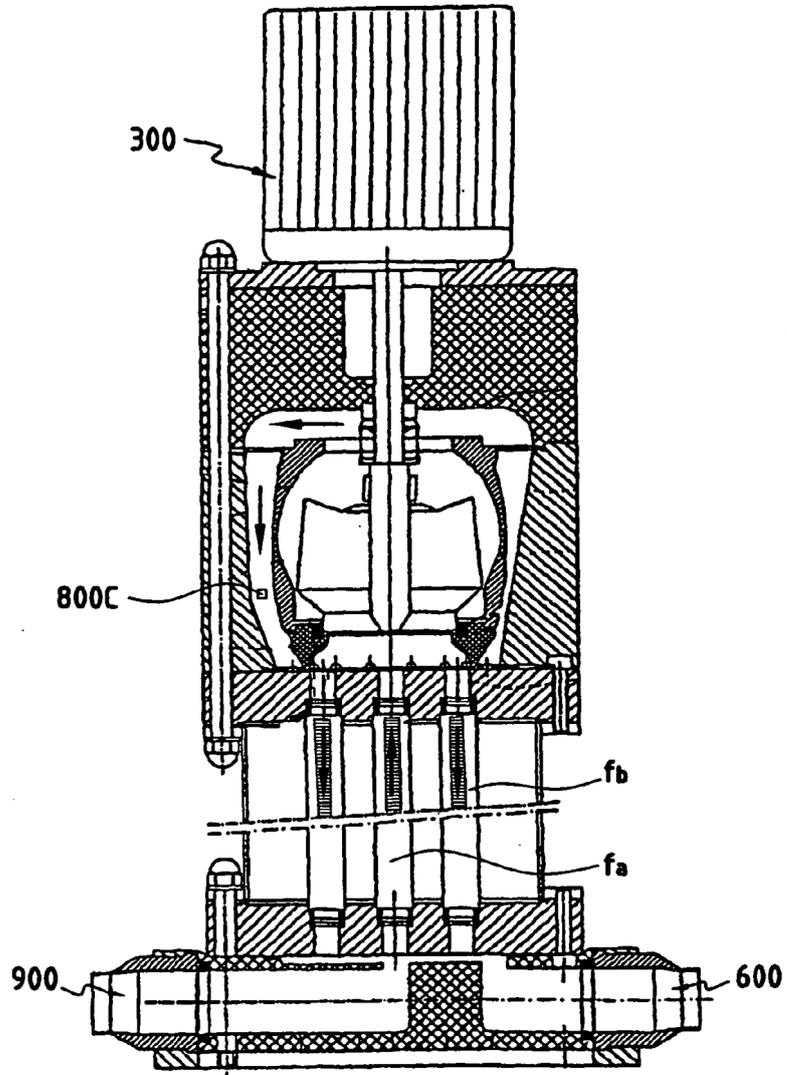


FIG.3A

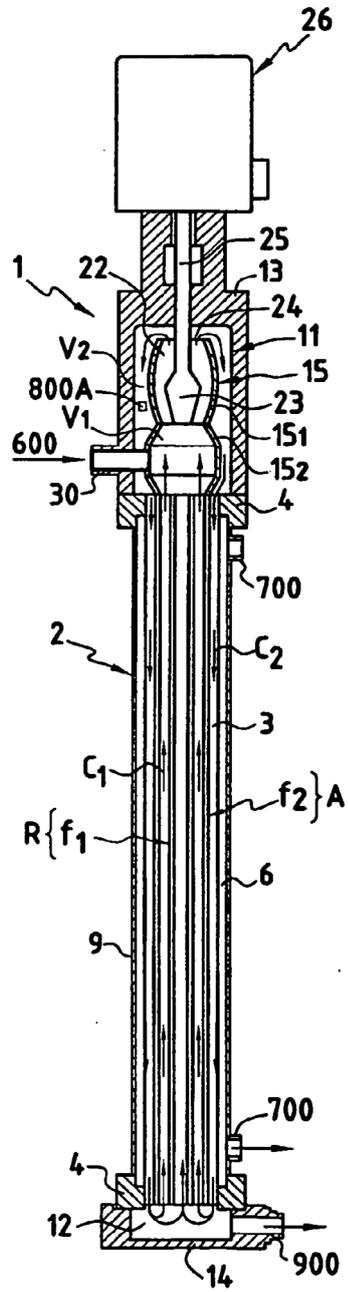


FIG.3B

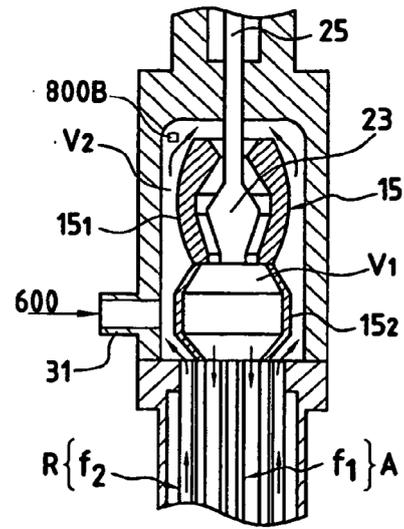


FIG.3C

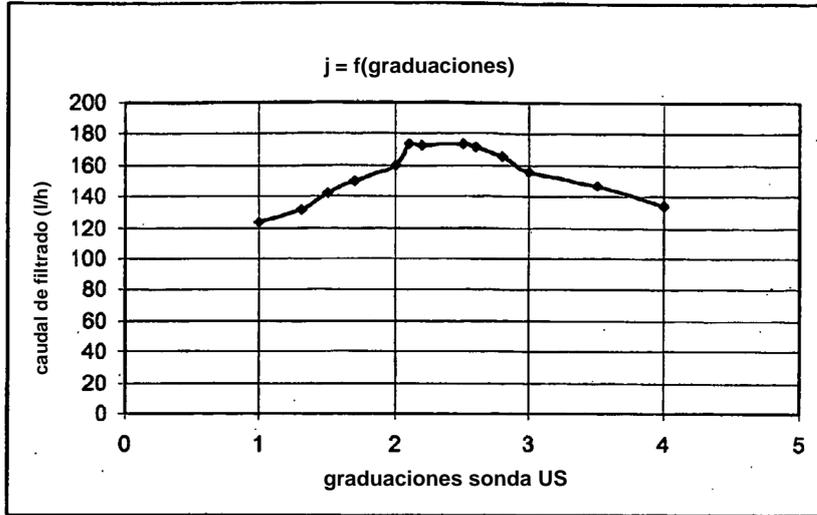


FIG.4

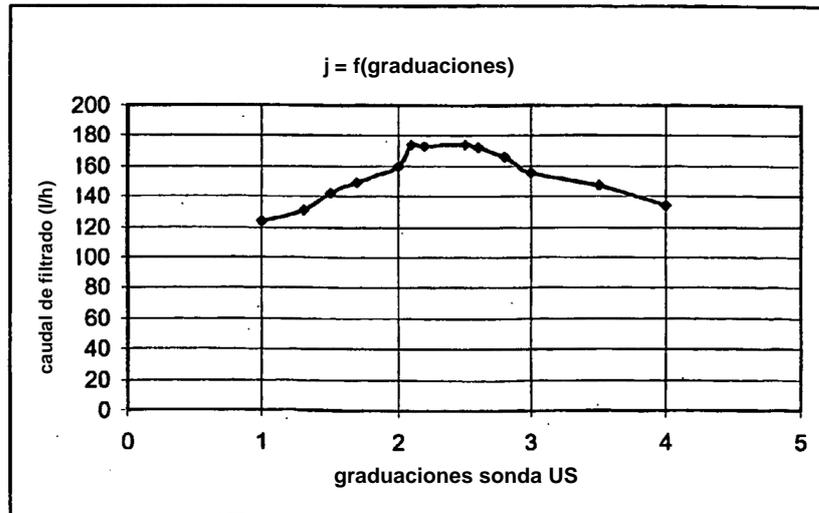
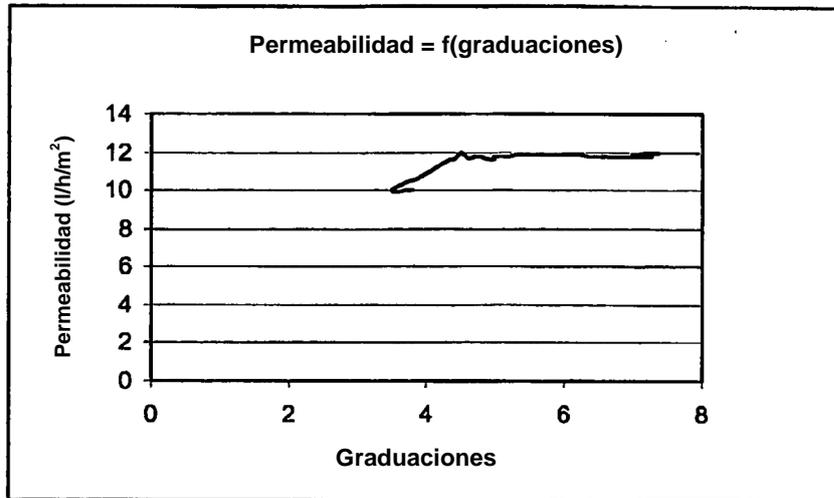
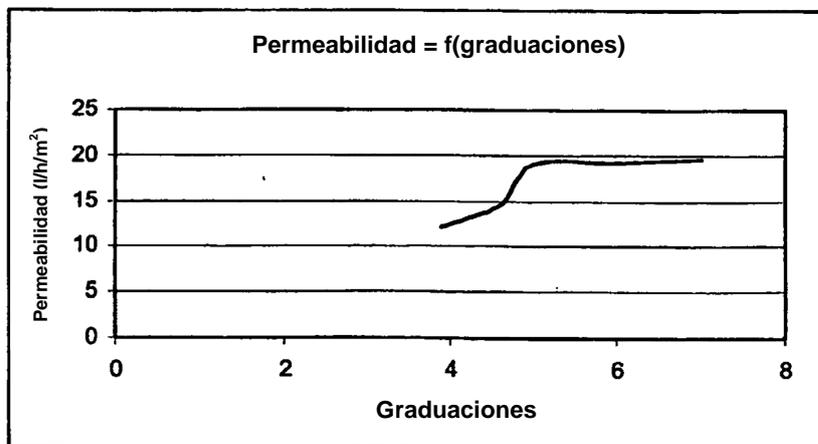


FIG.5



**FIG.6**



**FIG.7**

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante únicamente es para comodidad del lector. Dicha lista no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tenido gran cuidado en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.*

5

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- FR 2810256 [0011] [0052]
- WO 0196003 A [0011] [0028] [0052] [0053] [0056]
- [0077] [0089]
- US 6161435 A [0014]
- WO 2004067146 A [0014]
- JP 04371218 A [0014]
- US 2004266017 A [0014]