



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 296 446**

② Número de solicitud: 200501421

⑤ Int. Cl.:  
**G01N 15/08** (2006.01)  
**B01D 65/10** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **07.06.2005**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2008**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.04.2008**

⑦ Solicitante/s: **Universidad de Cantabria  
Pabellón de Gobierno  
Avda. de los Castros, s/n  
39005 Santander, Cantabria, ES**

⑦ Inventor/es: **Otero Hermida, José Antonio;  
Lena López, Gumersindo;  
Colina Pérez, José María y  
Mazarrasa Mowinckel, Olav**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Planta Piloto Universal Móvil de Ensayo de Membranas mediante Gradiente de Presión para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO).**

⑤ Resumen:

Planta Piloto Universal Móvil de Ensayo de Membranas mediante Gradiente de Presión, para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO). La presente invención hace referencia a una Planta que permite el ensayo de módulos de cualquier geometría (planos, tubulares, espirales, fibra hueca, etc) que soporten membranas para cualesquiera de los rangos de trabajo de MF, UF, NF y (OI/RO), comercializados por cualquier fabricante. La Planta se caracteriza por un sistema autónomo de impulsión (bombeo), dotado de grupo moto-bomba principal de conexión directa, sin correas ni intercambio de poleas, dotado de un variador de velocidad, que cubre todos los rangos de trabajo [(MF), (UF), (NF) y (OI/RO)]. Además, no es preciso realizar ningún cambio estructural en la planta, al cambiar el rango de trabajo de los módulos de membranas a ensayar, ó al sustituir los módulos de un fabricante por otro.

ES 2 296 446 A1

## DESCRIPCIÓN

Planta Piloto Universal Móvil de Ensayo de Membranas mediante Gradiente de Presión para Microfiltración (MF); Ultrafiltración (UF); Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa. (OI/RO)

5

**Sector de la técnica**

La presente invención hace referencia a una Planta que permite el ensayo de módulos de cualquier geometría (planos, tubulares, espirales, fibra hueca, etc) que soporten membranas para cualesquiera de los rangos de trabajo de Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO). Además en dicha planta se podrán ensayar módulos comercializados por cualquier fabricante. Su utilidad es para la industria en general, que utilice sistemas de filtración con membranas mediante gradiente de presión (MF; UF; NF; OI/RO).

10

**Estado de la técnica**

15

Dentro de los numerosos procesos de membrana que actualmente están disponibles para ser aplicados a nivel industrial, los procesos de separación mediante gradiente de presión (Pressure-driven Membrane Processes, PDMP) son sin lugar a duda los que han adquirido un mayor desarrollo. Este modo de separación se ha dividido tradicionalmente en tres rangos: microfiltración (MF); ultrafiltración (UF) y ósmosis inversa (OI). Recientemente se ha incorporado a los anteriores, un nuevo proceso, la nanofiltración (NF), con una capacidad de separación intermedia entre la ultrafiltración y la osmosis inversa.

20

Es importante señalar que en cualquiera de los procesos de membrana citados anteriormente, ésta se limita a actuar como una barrera selectiva permitiendo el paso de ciertos componentes y reteniendo otros. En cada tipo de membrana, el mecanismo de separación es diferente, jugando en general un papel importante las interacciones moleculares entre la membrana y los fluidos. Los fenómenos de transporte resultantes ocurren a una escala de un orden de magnitud igual al de la distancia característica de las interacciones físico-químicas. Por ejemplo, el diámetro medio del poro de una membrana de ultrafiltración, el radio de Stokes de una proteína y el espesor de Debye de la doble capa eléctrica que se establece en las interfases sólido-líquido, tienen todos ellos valores de unos pocos nanómetros. En el caso de una membrana de nanofiltración los poros suelen ser de tamaño inferior a 1 nm, del orden, por tanto, de los radios de stokes fónicos y claramente por debajo de las longitudes de Debye correspondientes. Esto, todavía es mucho más claro en el caso de las membranas de osmosis inversa.

25

30

Una membrana sintética, puede ser homogénea o heterogénea y por su morfología, simétrica o asimétrica en su estructura y puede resultar neutra, o llevar cargas positivas o negativas o ambas. Dentro de las membranas sintéticas se puede establecer una gran división : membranas orgánicas e inorgánicas.

35

La disposición de las membranas se realiza en módulos, los cuales deben reunir las siguientes condiciones básicas: facilidad de montaje, limpieza sencilla, velocidad tangencial del fluido elevada a fin de disminuir la polarización de concentración y ensuciamiento y evitar estancamientos. Fundamentalmente son cuatro los tipos de configuraciones más utilizadas:

40

- Módulo plano o placas y marcos (*plate-frame*).
- Módulo tubular.
- Módulo espiral (*spiral-wound*).
- Módulo de fibras huecas (*hollow-fibre*).

45

50

Las características de los diferentes tipos de membranas comerciales empleadas en distintos rangos de trabajo, los diferentes tipos de módulos así como los fabricantes de equipos, pueden encontrarse en distintas obras especializadas.

55

Los recientes desarrollos en la tecnología de membranas han extendido el campo de sus aplicaciones, ofreciendo a las industrias nuevas alternativas a las tecnologías tradicionalmente empleadas. Uno de los procesos recientemente incorporado incluye el uso de membranas especiales de desalinización para la desmineralización selectiva de corrientes acuosas. Esta nueva aplicación de los procesos de separación mediante membranas recibe el nombre de *Nanofiltración (NF)*.

60

El término nanofiltración (NF), se refiere a que la capacidad de exclusión de estas nuevas membranas está en la región de tamaño del nanómetro ( $10^{-9}$  m). La principal aplicación de la NF será la región intermedia entre la RO y UF. La aplicación industrial de la NF depende de varios factores, incluyendo la disponibilidad del propio equipo y membranas apropiadas para usos específicos. Los rangos de trabajo sugeridos son: 1-4 MPa, pH entre 2-11 y temperatura hasta 55°C. Otro aspecto importante en cuanto a los usos industriales lo determina su capacidad de eliminación de sales. Una de las características más interesante de estas nuevas membranas, es su alta capacidad de retención para iones multivalentes, frecuentemente combinada con una moderada retención para iones monovalentes. En la separación de electrolitos están implicados distintos mecanismos de separación: (i) efecto tamiz, (ii) interacciones electrostáticas entre la membranas y los iones o interacciones mutuas entre iones y (iii) diferencias en la solubilidad y difusividad o

65

combinación de ambos. La capacidad de separación de sales está relacionada con la carga superficial de la membrana, así como su carácter (positivo o negativo), lo que introduce un aspecto nuevo que ampliará la selectividad de las separaciones. Para las demás especies no fónicas, incluida la materia orgánica, el mecanismo de separación predominante es de efecto tamiz y su rechazo depende del tamaño molecular y del diámetro de poro, dependiendo del tipo de membranas utilizadas. La nanofiltración (NF) a nivel general está permitiendo ampliar considerablemente el campo de aplicación de las operaciones de separación en fase líquida.

Las plantas piloto conocidas en la actualidad, sólo permiten realizar ensayos múltiples, como máximo en dos, de los cuatro rangos posibles de trabajo, siendo necesario además, hacer modificaciones estructurales en las plantas, cambiando e incorporando nuevos elementos. Además, las plantas diseñadas por un fabricante, sólo permiten realizar ensayos con las membranas correspondientes a una determinada marca comercial, siendo imposible acoplar en dichas instalaciones, otros módulos con membranas de otro fabricante distinto. Las dificultades comentadas, causan serios problemas a la hora de poder obtener los datos de comportamiento de cualquier membrana.

La presente invención, permitirá resolver dicho problema, evitando así tener que disponer de muchos equipos de ensayo individuales para un cierto rango de trabajo y para un determinado tipo de módulo de membrana comercializado por un cierto fabricante.

En definitiva, la planta propuesta permitirá hacer en una única instalación, todas las operaciones de ensayo de membranas, no siendo necesario además, realizar ningún cambio estructural en la planta, al cambiar de rango de trabajo (MF,UF, NF, OI/RO), o de fabricante de módulos.

Una ventaja adicional de la instalación lo constituye el hecho de ser móvil, con lo cual el ensayo de membranas, se puede hacer directamente “*in situ*”, donde convenga al usuario interesado.

Dicha instalación presenta otras ventajas adicionales, que cada usuario podrá conseguir, adaptándola a sus necesidades particulares, después de la lectura detallada de la descripción de la invención. Dicha descripción se da como ejemplo ilustrativo y no limitativo, de las posibilidades de dicha Planta Piloto. Entre las posibles ventajas podríamos citar:

1) Ensayar en la Planta de invención, cualquier módulo de membranas en cualquier rango de trabajo: Microfiltración (MF); Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) ó Osmosis Inversa (OI/RO).

2) Fijado un determinado rango de trabajo, hacer los ensayos correspondientes en dos *modos de operación*:

(a) *Reflujo total* (concentrado y permeado vuelven al tanque de alimentación).

(b) *Concentración Batch* (el concentrado vuelve al tanque de alimentación y el permeado se extrae fuera del sistema), consiguiendo así un incremento deseado de la concentración de la alimentación.

3) Dentro de cada tipo de operación, se pueden hacer estudios de comportamiento de las membranas, modificando los valores de las variables de proceso (presión, temperatura, caudal, concentración etc.) dentro de un amplio rango de trabajo. Las condiciones de funcionamiento de la instalación, permiten ajustar los valores de las variables aludidas, a las necesidades particulares de cada usuario. De esta forma se puede mantener una variable fija, por ejemplo la concentración y variar la presión de trabajo, el caudal de alimentación o la temperatura de la misma.

En definitiva se pueden hacer ensayos múltiples, fijando a voluntad del operador, la elección de los valores de las variables de proceso en función de las necesidades del experimento a realizar.

### Descripción de la invención

La invención propuesta consta de forma general de los siguientes elementos esenciales:

1) Sistema autónomo de impulsión (bombeo) que cubra todos los rangos de trabajo: Microfiltración (MF); Ultrafiltración (UF); Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO).

2) Soporte de fijación de los módulos de membranas de geometría diversa, de cualquier fabricante, abarcando además todos los rangos de trabajo (MF, UF, NF y OI/RO).

3) Sistemas de medida y control de variables (Presión, Temperatura, Caudal, pH, etc.).

4) Interconexión de todos los elementos anteriores.

5) Además, el cambio de rango de trabajo (MF, UF, NF y OI/RO), o la sustitución de los módulos de membranas, no implica ninguna modificación estructural en la planta de ensayos.

Las Figuras 1 y 2, indica de forma general, una “Planta piloto universal móvil de ensayo de membranas mediante gradiente de presión para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO)” (PPUMEMGP).

## ES 2 296 446 A1

Dicha Planta, por facilidad de manejo, está formada por dos bastidores o armazones montados sobre sendos carros móviles (I) y (II), fabricados con materiales de alta calidad, para evitar problemas derivados de la corrosión. Dichos carros están interconectados mediante una manguera flexible, capaz de soportar altas presiones de hasta 100 bares o superiores.

5

El “carro (I)” (Figura 1) lleva incorporado un sistema autónomo de impulsión (bombeo), que cubre todos los rangos de trabajo: Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO). Dicho sistema consta de las siguientes partes:

10 I-1) Tanque de alimentación (TA). Está provisto de una sección superior para recibir todas las corrientes de entrada (alimentación, corriente rechazada por la membrana, permeado en su caso según el modo de operación, agua de lavado, etc.). Una salida de alimentación al sistema de bombeo, así como otra salida para la toma de muestra del tanque, dotadas dichas conducciones de las correspondientes válvulas. La conducción de la alimentación a la bomba, esa dotada de un filtro tipo “Y” para proteger al sistema de bombeo y módulos de membranas.

15

I-2) Bomba auxiliar (BA). Sirve para impulsar la alimentación a la bomba principal.

I-3) Sistema anticavitación (SA), conectado a la salida de la bomba auxiliar de impulsión y justamente antes de la entrada de la bomba principal.

20

I-4) Grupo Moto-Bomba principal (GMBP). Esta formado por un sistema de motor eléctrico y Bomba de impulsión, que suministra el caudal necesario para los ensayos en los diferentes rangos de trabajo para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración(NF) y Osmosis Inversa (OI/RO) dentro de un rango de presiones de hasta 100 bar. La conexión entre el motor y la bomba es de interconexión directa, sin poleas ni correas. Este sistema es muy silencioso y eficaz. El Motor tiene un sistema autónomo de control de revoluciones, dotado de un variador de velocidad (MBVC), que permite en todo momento regular el caudal de impulsión de la alimentación, a las necesidades del tipo de módulo de membranas que se está ensayando en cada rango de trabajo.

25

I-5) Cuadro de mando eléctrico-electrónico (CMEE). Consta de los siguientes elementos:

30

a) Controlador-indicador-regulador electrónico de presión (PCI), dotado de los elementos que permiten en todo momento conocer la presión de salida que suministra la moto-bomba. Dicho sistema también permite programar a voluntad las alarmas de *presión máxima/mínima (Max/Min)*, tanto de la bomba auxiliar como de la bomba principal de impulsión.

35

b) Botones de mando: (I/O) (*arranque y parada*) de corriente de entrada; (I/O) arranque/parada bomba auxiliar; (I/O) arranque/parada bomba principal; Alarmas Máximo/mínimo de presión en la bomba auxiliar (BA), con sus rearmes correspondientes; Alarmas Máximo/mínimo de presión en la bomba principal (BP), con sus rearmes correspondientes; controlador de velocidad del grupo moto-bomba (ABVC).

40

I-6) Salida de la alimentación. La salida de la alimentación tiene incorporado un sensor digital de presión de rango de 0 - 100 bar (PC). Una válvula (VA), que permite en su caso recircular la alimentación sin pasar por el tanque de alimentación. Una bifurcación tipo “T”, con dos ramas de salida, una para el circuitos de baja presión [ensayos de Microfiltración (MF) y Ultrafiltración (UF)] y otra para el circuito de alta presión ensayos de Nanofiltración (NF) y Osmosis inversa(OI/RO)]. Cada una de las ramas de la “T”, lleva incorporada su correspondiente válvula y su regulador de pulsaciones (RP), calibrado convenientemente, tanto para baja ó alta presión, proporcionando así un caudal de alimentación a los módulos muy regular. Cada uno de los dos extremo de la “T”, termina en una unión roscada universal, donde se acopla la manguera flexible que permitirá impulsar la alimentación a los módulos correspondientes situados en los bastidores/armazón del carro (II).

50

El “carro (I)” (Figura 2), *tiene por misión incorporar todos los elementos de tuberías y medios de medición y control de las variables de proceso (presión, temperatura, caudal concentración, pH etc), así como servir de soporte a los diferentes módulos de membranas para ser ensayados*. Lleva incorporados los siguientes elementos:

55

II-1) Circuito de Alimentación (CA). Está construido en acero inoxidable de elevada resistencia a la corrosión (AISI 316L o similar). La tubería de entrada al carro (II), se conecta con el sistema de impulsión (Carro I), a través del tubo flexible que soporta altas presiones. La tubería fija de acero inoxidable, tiene incorporadas varias conexiones en “T”, con sus válvulas correspondientes, donde están instalados los manómetros de entrada, que permiten medir con gran exactitud la presión de entrada a los módulos de membranas (PI)<sub>E</sub>. Son cuatro manómetros, cada uno correspondiente a la medida de un rango de trabajo [MF, UF, NF y OI/RO]. En dicha tubería fija, también están instaladas dos conexiones “T” con sus válvulas correspondientes en cada una de las cuales se conecta una válvula de seguridad. Una de ellas está calibrada para baja presión (MF y UF) (VSBP). La otra, para alta presión (NF y OI)(VSAP). Dichas válvulas de seguridad tienen la misión de evacuar la corriente al tanque de alimentación, si se sobrepasa su presión de calibración. A continuación, en la tubería fija de acero inoxidable, está instalado un “by-pas” donde se acopla una sonda de temperatura (TC), con la finalidad de conocer la temperatura de la alimentación a la entrada del intercambiador de calor. La alimentación es conducida posteriormente, al intercambiador de calor (II-3), a través de otra conexión flexible, que puede soportar alta presión. La salida del intercambiador de calor se conecta a la tubería fija, también a través de una tubería flexible de iguales características a las comentadas anteriormente. En dicha tubería fija, también

65

## ES 2 296 446 A1

está instalado otro “by-pass” donde se acopla una sonda de temperatura, para medir la temperatura de la alimentación a la salida del intercambiador de calor. La corriente de alimentación pasa a continuación a través de otra tubería flexible, a los módulos de membranas. La corriente de alimentación que entra a los módulos, como consecuencia de la acción de las membranas, se transforma en dos corrientes de composición diferente: la corriente de concentrado (CC) y la corriente de permeado (CP).

II-2) Circuito de concentrado (CC). La corriente de concentrado, sale del módulo y se conecta a la tubería fija de acero inoxidable, a través de otra unión flexible. En dicha tubería fija, están instaladas a continuación, varias conexiones en “T”, con sus válvulas correspondientes, donde están colocados los manómetros de salida, que permiten medir con gran exactitud la presión a la salida de los módulos de membranas (PI)<sub>S</sub>. Son otros cuatro manómetros, cada uno correspondiente a la medida de un rango de trabajo [MF, UF, NF y OI/RO]. A continuación está colocado un dispositivo “by-pass”, dotado de dos válvulas. Una de ellas, es una válvula de regulación de presión (PRV), tipo aguja, que permite regular adecuadamente la presión de trabajo que se desea conseguir al realizar una determinada experiencia. La presión se consigue, estrangulando la corriente de concentrado. Dicha corriente de concentrado, es transportada al tanque de alimentación, a través de una conducción flexible de baja presión fabricada con un material plástico inerte. El caudal de concentrado se mide mediante un rotámetro (CFI).

II-3) Intercambiador de calor (IC). Permite controlar la temperatura de alimentación a los módulos de membranas, consiguiendo así trabajar en condiciones isotermas durante los ensayos de permeabilidad.

II-4) Módulos de membranas (MM). Se fijan en la instalación los módulos de geometría deseada (Plano, tubular, espiral, fibra hueca, u cualquier otro diseño), correspondientes a los rangos de trabajo que se desean ensayar [Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO)].

II-5) Circuito de permeado (CP). Tiene por misión conducir el permeado al tanque de alimentación cuando se opera en modo *reflujo total*, o bien evacuarlo al exterior cuando se trabaja en modo concentración *batch*. Dicho circuito está construido con tubería flexible de material plástico en la que están instalados los medidores de caudal (PFI), con los rangos adecuados, para medir el caudal correspondiente al tipo de módulo de membranas ensayado (MF, UF, NF y OI/RO).

II-6) Circuito de recirculación de la alimentación (CRA). Tiene por misión desviar parte del caudal de la alimentación antes de su entrada en los módulos de membranas, al tanque de alimentación. De esta forma se puede regular a voluntad del operador, el caudal de entrada a los módulos, en función de las necesidades requeridas en cada tipo de ensayo. En dicho circuito, también está instalado un medidor de caudal para conocer en todo momento el caudal desviado (RFI).

II-7) Circuito de refrigeración (CR). Tiene por misión controlar la temperatura a través del intercambiador de calor.

II-8) Circuito de limpieza y evacuado de la instalación (CLE). Tiene por misión, la limpieza del tanque y toda la instalación después de los correspondientes ensayos de las membranas. Dicho circuito tiene una salida única a través de una tubería de material inerte, al desagüe del laboratorio.

III-1) Sistema de medida de Variables de Proceso. La Planta Piloto objeto de la invención, está dotada de todos los elementos de medida y control de las variables de operación necesarias para realizar los ensayos de las membranas. Dichas variables se refieren a los parámetros: Presión (P), Temperatura (T), Caudal (Q), pH, concentración etc.

Por facilidad de manejo de la instalación, todas las tuberías que llevan materia al tanque de alimentación, o evacuado de la instalación al desagüe, confluyen en una única conducción, que es la que finalmente se conecta a dicho tanque o al desagüe correspondiente.

Finalmente, la instalación objeto de Invención, está diseñada de tal forma que no es preciso realizar ningún cambio estructural en la planta de ensayos, al cambiar el rango de trabajo de las membranas a ensayar (MF, UF, NF y OI/RO), ó sustituir los módulos de un fabricante por otro. *Simplemente se realizan cambios en los circuitos de circulación de las corrientes de fluidos, cerrando o abriendo las válvulas correspondientes.*

La descripción anterior, se da como ejemplo de explicación y no limitativo de las posibilidades de instalación. De esta forma, los carros (I) y (II) pueden ser unidos formando una única unidad, e instalarlos en un sólo carro soporte móvil, todo ello de acuerdo con las necesidades de diseño del usuario.

### Descripción de las figuras

Figura 1.

I-1. Tanque de Alimentación (TA)

I-2. Bomba Auxiliar (BA)

I-3. Sistema Anticavitación (SA)

## ES 2 296 446 A1

I-4. Grupo Moto-Bomba principal (GMBP)

I-5. Cuadro de mando Eléctrico-Electrónico (CMEE)

5 I/O. Arranque/Parada

BA: Bomba Auxiliar

BP: Bomba Principal

10 MAX/MIN: Alarmas de presión

MBVC: Controlador de velocidad del Grupo Moto-Bomba

15 PCI: Controlador indicador de presión

I-6. Salida de la alimentación

PC: Control de presión

20 VA: Válvula de recirculación

RP: Regulador de pulsaciones

25  
Figura 2

II-1. Circuito de alimentación (CA)

30 PI: Indicador de presión

TC: Control de temperatura

VSAP: Válvula de seguridad de alta presión (NF, 01/RO)

35 VSBP: Válvula de seguridad de baja presión (MF, UF)

II-2. Circuito de concentrado (CC)

40 PRV: Válvula de regulación de presión

CFI: Indicador de caudal de concentrado

II-3. Intercambiador de calor (IC)

45 II-4. Módulos de membranas (MM)

II-5. Circuito de permeado (CP)

PFI: Indicadores de caudal de permeado

50 II-6. Circuito de recirculación de la alimentación (CRA)

RFI: Indicadores de caudal de recirculación

55 II-7. Circuito de refrigeración (CR)

II-8. Circuito de limpieza y evacuado de la instalación (CLE)

TMA: Toma de muestra de la alimentación

60 TMC: Toma de muestra de concentrado

TMP: Toma de muestra de permeado

E: Evacuado, purga o salida de corrientes.

65

### Un modo de realización de invención

“Planta Piloto Universal Móvil de Ensayo de Membranas mediante Gradiente de Presión para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO)” (PPUMEMGP), compuesta por al menos dos carros móviles, [carro (I) y carro (II)], representados en la Figura 1 y Figura 2. Los esquemas de la planta indicados en las figuras precedentes, se dan como ejemplos de explicación y no limitativo de las posibilidades instalación. De esta forma, los carros (I) y (H) pueden ser unidos formando una única unidad, e instalarlos en un sólo carro soporte móvil, todo ello de acuerdo con las necesidades de diseño del usuario.

Los carros móviles (I) (Figura 1) y (II) (Figura 2), sirven de soporte al sistema autónomo de impulsión (bombeo), que cubre todos los rangos de trabajo mediante gradiente de presión [Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO)]. Así como a los diferentes módulos de membranas de geometría diversa, de cualquier fabricante abarcando todos los rangos de trabajo (MF, UF, NF y OI/RO).

El sistema autónomo de impulsión (bombeo) (Figura 1), consta al menos de: Un tanque de alimentación (TA) (I-1), dotado de válvula de toma de muestra (TMA), sistema de purga (E), filtro de protección “Y”. Bomba Auxiliar (BA) (I-2) para impulsar la alimentación a la bomba principal (BP) (I-4). Sistema anticavitación (SA) (I-3). Grupo Moto-Bomba Principal (GMBP) (I-4) de conexión directa, sin correas ni intercambio de poleas, dotado de un variador y controlador de velocidad que controla las revoluciones del sistema (MBVC). Con dicho sistema, se puede ajustar en todo momento, según las necesidades del usuario, el caudal de alimentación a los módulos de membranas, dependiendo de los ensayos a realizar dentro de los diferentes rangos de trabajo (MF, UF, NF y OI/RO).

El sistema de impulsión es gobernado mediante un Cuadro de mando eléctrico-electrónico (CMEE) que consta al menos de los elementos indicados en la descripción detallada de la invención (I-5).

La planta piloto comprende al menos una tubería de salida de la alimentación (I-6). Dicha salida de la alimentación tiene incorporado un sensor digital de presión de rango de 0 - 100 bar (PC), así como una serie de elementos indicados en la descripción detallada: Una válvula (VA); una bifurcación tipo “T”, con dos ramas de salida con su correspondiente válvula y su regulador de pulsaciones (RP).

El Circuito de Alimentación (CA) (II-1) [Figura 2] está construido en acero inoxidable de elevada resistencia a la corrosión (AISI 316L o similar). La tubería de entrada al carro (II), se conecta con el sistema de impulsión (Carro I), a través del tubo flexible que soporta altas presiones. La tubería fija de acero inoxidable, tiene incorporadas los elementos indicados en la descripción detallada (II-1), que consta al menos de varias conexiones en “T”, con sus válvulas correspondientes, donde están instalados los manómetros de entrada, que permiten medir con gran exactitud la presión de entrada a los módulos de membranas (PI)<sub>E</sub>; las válvulas de seguridad de baja (VSBP) y alta (VSAP) presión; una sonda de temperatura (TC), un intercambiador de calor (II-3), así como los módulos de membranas (MM). La corriente de alimentación que entra a los módulos, como consecuencia de la acción de las membranas, se transforma en dos corrientes de composición diferente: la corriente de concentrado (CC) y la corriente de permeado (CP).

El circuito de concentrado (CC) (II-2) [Figura 2], la corriente de concentrado, sale del módulo y se conecta a la tubería fija de acero inoxidable, a través de otra unión flexible. En dicha tubería fija, están instaladas los elementos indicados en la descripción detallada (II-2) contando al menos con, varias conexiones en “T”, con sus válvulas correspondientes, donde están colocados los manómetros de salida, que permiten medir con gran exactitud la presión a la salida de los módulos de membranas (PI)<sub>S</sub>. Un dispositivo “by-pas”, dotado de una válvula de regulación de presión (PRV), tipo aguja, que permite regular adecuadamente la presión de trabajo que se desea conseguir al realizar una determinada experiencia. Dicha corriente de concentrado, es transportada al tanque de alimentación, a través de una conducción flexible de baja presión fabricada con un material plástico inerte. El caudal de concentrado se mide mediante un rotámetro (CFI).

La planta piloto dispone de un Intercambiador de calor (IC) (II-3) [Figura 2], para controlar la temperatura de alimentación a los módulos de membranas, consiguiendo así trabajar en condiciones isotermas durante los ensayos de permeabilidad. Además los Módulos de membranas (MM) (II-4) [Figura 2] a ensayar, son módulos de cualquier geometría deseada (Plano, tubular, arrollamiento en espiral, fibra hueca, capilares, o cualquier otro diseño futuro), correspondientes a los rangos de trabajo que se desean ensayar [Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO)]. Dichos módulos se pueden interconexionar en forma paralelo, serie o mixtos de acuerdo con las necesidades de operación.

La planta piloto dispone de un Circuito de permeado (CP) (II-5) [Figura 2], que conduce el permeado al tanque de alimentación cuando se opera en modo *reflujo total*, o bien evacuarlo al exterior cuando se trabaja en modo *concentración batch*. Dicho circuito está construido con tubería flexible de material plástico y en el están instalados los medidores de caudal (PFI), con los rangos adecuados, para medir el caudal correspondiente al tipo de módulo de membranas ensayado (MF, UF, NF y OI/RO). Tiene además un Circuito de recirculación de la alimentación (CRA) (II-6) [Figura 2], que permite desviar parte del caudal de la alimentación antes de su entrada en los módulos de membranas, al tanque de alimentación. De esta forma se puede regular a voluntad del operador, el caudal de entrada a los módulos, en función de las necesidades requeridas en cada tipo de ensayo. En dicho circuito, también está instalados un medidor de caudal para conocer en todo momento el caudal desviado (RFI). La planta piloto también incorpora

## ES 2 296 446 A1

un Circuito de refrigeración (CR) (II-7) [Figura 2], para controlar la temperatura a través del intercambiador de calor. También esta dotada de un Circuito de limpieza y evacuado de la instalación (CLE) (II-8) [Figura 2], para realizar la limpieza del tanque y toda la instalación después de los correspondientes ensayos de las membranas. Dicho circuito tiene una salida única a través de una tubería de material inerte, al desagüe del laboratorio (evacuado) (E).

5

La planta piloto dispone de un Sistema de medida de Variables de Proceso (III-1) [Figuras 1 y 2]. La Planta Piloto objeto de la invención, está dotada de todos los elementos de medida y control de las variables de operación necesarias para realizar los ensayos de las membranas. Dichas variables se refieren a los parámetros: Presión (P), Temperatura (T), Caudal (F), pH, concentración etc., tanto en la corriente de alimentación (CA), corriente de concentrado (CC), corriente de recirculación (CRA), circuito de refrigeración (CR), circuito de limpieza y evacuado de la instalación (CLE) o el circuito de permeado (CP).

10

Todas las tuberías que llevan materia al tanque de alimentación, confluyen en una única conducción, que es la que finalmente se conecta a dicho tanque. Además todas las corrientes de evacuado de la instalación al desagüe, también confluyen en una única tubería de salida.

15

La instalación objeto de Invención, está diseñada de tal forma que no es preciso realizar ningún cambio estructural en la planta de ensayos, al cambiar el rango de trabajo de las membranas a ensayar (MF, UF, NF y OI/RO), ó sustituir los módulos de un fabricante por otro. *Únicamente se realizan cambios en los circuitos de circulación de las corrientes de fluidos, cerrando o abriendo las válvulas correspondientes.*

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



REIVINDICACIONES

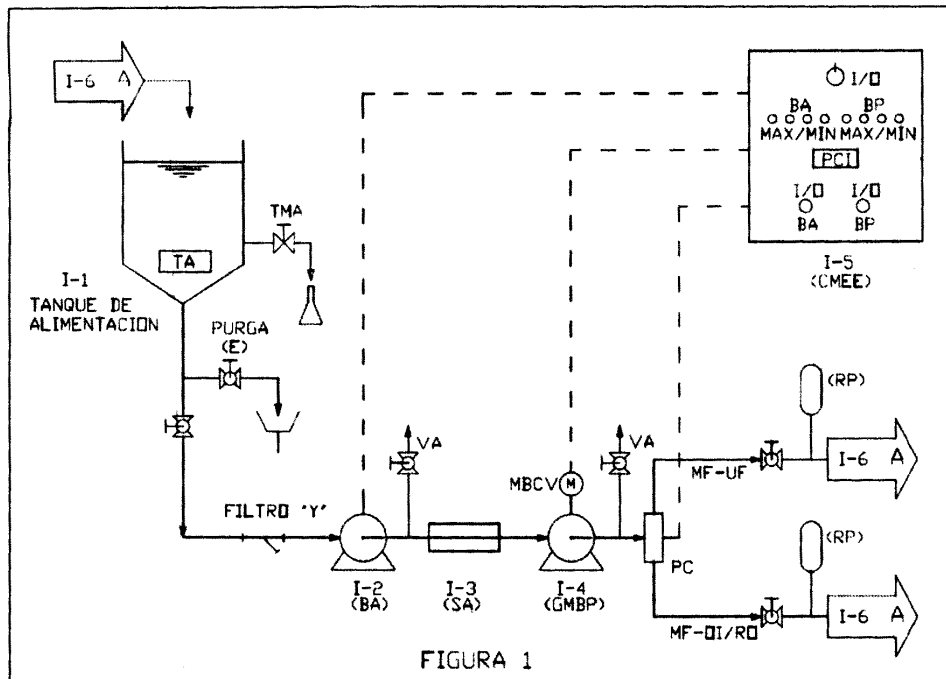
5 1. Planta piloto universal móvil de ensayo de membranas mediante gradiente de presión para Microfiltración (MF), Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) y Osmosis Inversa (OI/RO) para ensayar módulos independientemente de su geometría que consta de los siguientes elementos:

10 • Un carro móvil-I (Figura 1) que consta de un tanque de alimentación (TA) y un sistema autónomo de bombeo que impulsa el caudal necesario por todos los circuitos. El sistema autónomo de bombeo está dotado de una bomba impulsora de baja presión, que actúa de bomba auxiliar (BA), conectada a un sistema anticavitación (SA), que alimenta un Grupo Motor-Bomba Principal (GMBP) de alta presión (presión hasta 100 bar). El grupo Motor-Bomba de alta presión, está conectado de forma directa, sin correas ni intercambio de poleas y está dotado de un variador de velocidad (MBCV). Todo el sistema es comandado por un cuadro eléctrico - electrónico.

15 El carro móvil-I se interconexiona con al carro móvil-II, a través de una tubería flexible de material inerte, recubierta de malla de acero de gran resistencia, que soporta presiones de hasta 150 bares y está dotado en sus extremos de una conexión macho-hembra para la unión.

20 • Un carro móvil-II (Figura 2) en el que están situados los diferentes circuitos de las corrientes de proceso. Este carro II consta del circuito de alta presión, formado por tuberías de acero inoxidable y conducciones flexibles del mismo material, que soportan presiones de hasta 150 bares, integrado por el circuito de alimentación (CA) a los módulos de membranas objeto de ensayo y el circuito de concentrado (CC) que sale de dichos módulos.

25 El circuito de baja presión, esta formado de tuberías de material plástico de baja presión que soportan hasta 10 bares. Está integrado por el circuito de permeado (CP) que sale de los módulos, el circuito de recirculación de la alimentación (CRA) que vuelve al tanque de alimentación y el circuito de refrigeración (CR) conectado al intercambiador de calor (IC), que controla la temperatura en todo el sistema. En dicho carro se ubican los Módulos de membranas (MM) a ensayar, conectados al circuito de alta presión. El Carro-II incorpora los elementos de medida de las variables de proceso: presión, caudal, temperatura y pH.



**Figura 1**

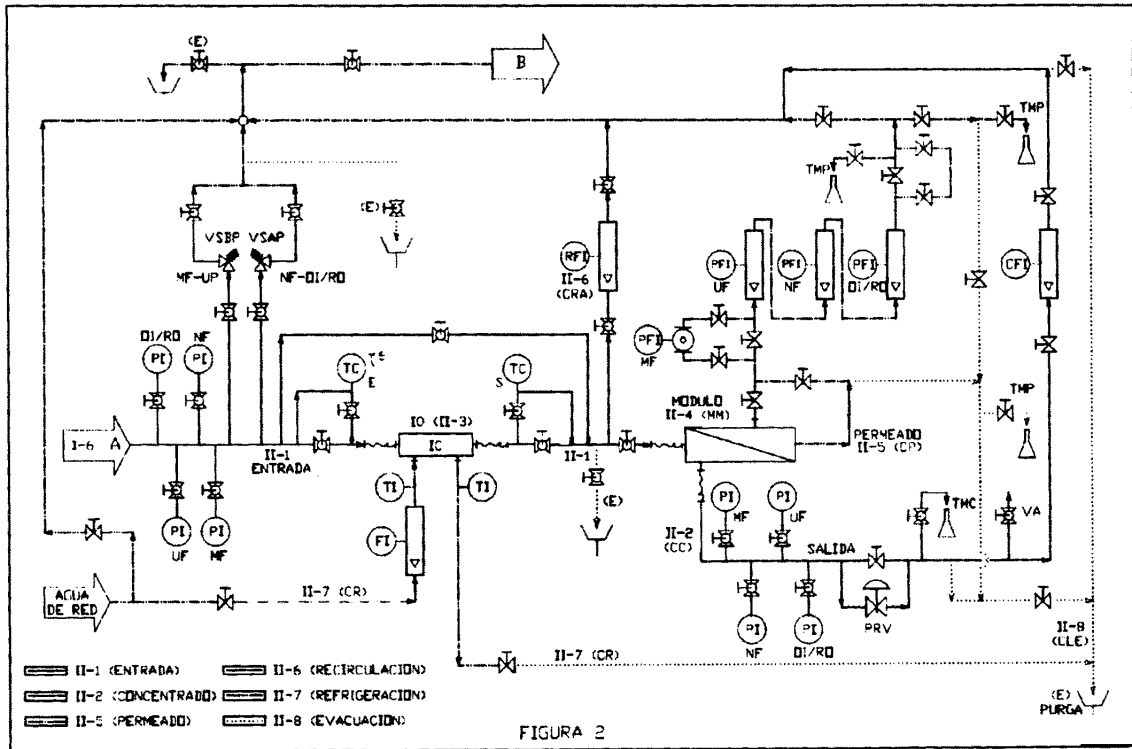


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 296 446

② Nº de solicitud: 200501421

③ Fecha de presentación de la solicitud: 07.06.2005

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01N 15/08** (2006.01)  
**B01D 65/10** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP 2005087948 A (FUJI ELECTRIC SYSTEMS CO LTD) 07.04.2005, resumen.	1
A	EP 0521369 A1 (STANADYNE AUTOMOTIVE CORP) 07.01.1993, todo el documento.	1
A	EP 0521369 A1 (STANADYNE AUTOMOTIVE CORP) 07.01.1993, todo el documento; figura 1.	1
A	NL 1020491 A (NORIT MEMBRAAN TECH BV) 28.10.2003, resumen; figuras.	1

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
17.02.2008

Examinador  
B. Tejedor Miralles

Página  
1/1