



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 322**

51 Int. Cl.:
C02F 1/44 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08827113 .5**
96 Fecha de presentación : **30.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2164808**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.03.2010**

54 Título: **Dispositivo autónomo de depuración de agua de mar con módulos de filtración sumergidos alternativos con cámaras multiémbolo de baja presión.**

30 Prioridad: **03.07.2007 FR 07 04803**

73 Titular/es: **LÓPEZ (Société Par Actions Simplifiée)**
27, rue Emile Barriere
F-31200 Toulouse, FR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2011

72 Inventor/es: **López, Fernand y**
López, Alexis

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2011

74 Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 362 322 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 autónomo de depuración de agua de mar con módulos de filtración sumergidos alternativos con cámaras multiémbolo de baja presión.

5

[0001] La invención se refiere a un dispositivo de depuración de agua de mar que comprende al menos una pareja de módulos de filtración de agua de mar, en particular por osmosis inversa, sumergidos en el medio marino y unidos uno al otro por una transmisión motorizada adaptada para desplazar los módulos de filtración de cada pareja según movimientos alternativos de inmersión y subida en el medio marino en oposición de fase, comprendiendo cada módulo de filtración:

10

- una cámara que recibe el nombre de cámara de alta presión y está dotada:

- de al menos una entrada de admisión selectiva (en ciertas fases de funcionamiento) de agua de mar a filtrar al interior de la cámara de alta presión,

15

- de al menos una membrana semipermeable de filtración del agua de mar por osmosis inversa,

- de al menos una salida de recogida del agua filtrada producida por cada membrana contenida en la cámara de alta presión,

- de al menos una salida del agua de mar de mayor salinidad,

20

- una cara de émbolo que recibe el nombre de cara de presionización, está dispuesta para presentar un área útil y puede desplazarse en la cámara de alta presión para así determinar la presión del agua de mar a la entrada de cada membrana,

- una cara de émbolo que recibe el nombre de cara receptora y está dispuesta para ser sometida a la presión hidrostática del medio marino, siendo dicha cara receptora solidaria en traslación de dicha cara de presionización, y estando dicha cara receptora asociada a una cámara estanca bajo atmósfera gaseosa que recibe el nombre de cámara de baja presión, de forma tal que el volumen de esta cámara de baja presión varía en el mismo sentido que el de la cámara de alta presión bajo el efecto de los desplazamientos de la cara de presionización.

25

[0002] Se han propuesto numerosos dispositivos para la depuración de agua de mar por osmosis inversa que permiten producir agua dulce por desalinización de agua de mar. La FR 2503129 describe el principio de un dispositivo de depuración de agua de mar tal como el anteriormente mencionado, que comprende módulos de filtración por osmosis inversa dotados de un sistema amplificador de presión hidrostática. Cuando un módulo de filtración ha descendido a una profundidad suficiente, la cara receptora sometida a la presión hidrostática ocasiona una disminución del volumen de la cámara de baja presión y un desplazamiento de la cara de presionización en la cámara de alta presión para así disminuir el volumen de la misma, aplicando así una elevada presión de entrada que permite el funcionamiento de las membranas de filtración por osmosis inversa. Un dispositivo de este tipo permite obtener una presión suficiente (que debe ser al menos de 50 hPa, e idealmente de 60 hPa) para la alimentación de las membranas con agua de mar, para una máxima profundidad de inmersión de los módulos limitada a un valor razonable, teóricamente del orden de 10 a 30 m.

30

35

[0003] Sin embargo, la explotación práctica de un dispositivo de este tipo se ha topado hasta la fecha con varias dificultades. En primer lugar, el caudal de agua dulce filtrada que es proporcionado ha resultado ser insuficiente para permitir lograr una aceptable rentabilidad del dispositivo, teniendo en cuenta su coste inicial al realizarse la instalación. Conviene, en efecto, que el caudal de agua dulce producido sea suficiente para permitir rentabilizar el coste de inversión dentro de un suficientemente corto periodo de tiempo.

40

45

[0004] Ahora bien, este caudal se ve limitado en primer lugar por la duración de las fases de inmersión y de subida de cada módulo de filtración, que se efectúan esencialmente bajo efecto de la gravedad y se ven estorbadas por el rozamiento hidrodinámico. Este último factor es proporcional al área característica (es decir, al área de la sección horizontal abarcada por las dimensiones exteriores) del módulo de filtración en inmersión. Pero la utilización de un sistema amplificador de presión hidrostática que permite limitar la máxima profundidad de inmersión tiene también como consecuencia la de inducir una sección lo mayor posible de la cara receptora, y por consiguiente la de aumentar en otro tanto la sección horizontal del módulo de filtración. En consecuencia, si se desea limitar la máxima profundidad de inmersión (por razones de viabilidad práctica con vistas a reducir la duración de las fases de inmersión y de subida), es necesario tener una gran relación de amplificación de presión, y por lo tanto una gran sección del módulo de filtración, lo que en realidad impide alcanzar una velocidad suficiente al tener lugar las fases de inmersión y de subida. A la inversa, si se limita el valor de la sección horizontal del módulo de filtración, las velocidades de desplazamiento en el medio marino pueden ser suficientes, pero por una parte sigue siendo considerable la duración de las fases de inmersión y de subida debido a la longitud del trayecto a recorrer, y por otra parte es insuficiente el caudal suministrado en cada etapa de filtración.

50

55

60

[0005] Por otro lado, el caudal de agua filtrada producido va igualmente ligado a la velocidad de filtración en cada etapa de filtración, una vez alcanzada en la cámara de alta presión la mínima presión de filtración por osmosis inversa. Ahora bien, con los dispositivos anteriores esta velocidad no es óptima y está limitada en particular en el fin de carrera por los órganos de recuperación que deben estar previstos para hacer que a continuación la cámara de baja presión vuelva a la posición de volumen máximo al volver el módulo de filtración a la superficie.

[0006] Así, el inventor ha determinado que el caudal total (en un ciclo completo de funcionamiento del dispositivo) de agua filtrada producido por los dispositivos anteriores conocidos no es suficiente para permitir su explotación a escala industrial con una rentabilidad aceptable.

5

[0007] Así pues, la invención pretende paliar estos inconvenientes proponiendo un dispositivo de depuración de agua de mar perfeccionado que en particular utiliza el fenómeno de osmosis inversa para la desalinización del agua de mar produciendo, a un coste de inversión equivalente, un caudal total de agua filtrada mejorado.

[0008] La invención pretende más en particular proponer un dispositivo de depuración de agua de mar de este tipo con el cual, para un caudal de agua filtrada dado, se vea reducida la duración de las etapas de desplazamiento de los módulos de filtración en inmersión/subida. La invención pretende aun más en particular proponer un dispositivo de depuración de agua de mar de este tipo con el cual, para un caudal de agua filtrado dado, se vea reducida la duración de la etapa de filtración por osmosis inversa a la máxima profundidad de inmersión. En otras palabras, la invención pretende proponer un dispositivo de depuración de agua de mar con el cual, para una determinada duración de un ciclo de funcionamiento (etapa de inmersión/subida y etapa de filtración por osmosis inversa), se vea aumentado el caudal de agua dulce producido.

[0009] La invención pretende más en particular proponer un dispositivo de depuración de agua de mar de este tipo con el cual la profundidad de inmersión máxima de los módulos de filtración pueda ser realmente limitada a un valor comprendido entre 10 m y 30 m.

[0010] La invención pretende más en particular proponer un dispositivo de este tipo que esté exento de piezas mecánicas de recuperación o de todo órgano de recuperación.

25

[0011] La invención pretende igualmente proponer un dispositivo de depuración de agua de mar de este tipo que sea sencillo y poco costoso en cuanto a su fabricación y a su mantenimiento. La invención pretende también proponer un dispositivo de este tipo que sea muy fiable y presente un funcionamiento totalmente autónomo (permitiendo en particular su utilización en los países en vías de desarrollo). En particular, la invención pretende proponer un dispositivo de este tipo que pueda funcionar con una transmisión motorizada alimentada por al menos una fuente de energía renovable (viento, sol ...). (En todo el texto, el vocablo "motorizado(a)" hace referencia de manera general a todo dispositivo que proporcione energía mecánica).

30

[0012] Para hacer esto, la invención se refiere a un dispositivo de depuración de agua de mar que comprende al menos una pareja de módulos de filtración de agua de mar, en particular por osmosis inversa, sumergidos en el medio marino y unidos uno al otro por una transmisión motorizada adaptada para desplazar los módulos de filtración de cada pareja según movimientos alternativos de inmersión y de subida en el medio marino en oposición de fase, comprendiendo cada módulo de filtración:

35

- al menos una cámara que recibe el nombre de cámara de alta presión y está dotada:
- de al menos una entrada de admisión selectiva de agua de mar a filtrar al interior de la cámara de alta presión,
- de al menos una membrana semipermeable de filtración del agua de mar por osmosis inversa,
- de al menos una salida de recogida del agua filtrada producida por cada membrana contenida en la cámara de alta presión,

40

- de al menos una salida del agua de mar de mayor salinidad,
- de al menos una cara de émbolo que recibe el nombre de cara de presionización, está dispuesta para presentar un área útil S y puede desplazarse en la cámara de alta presión en traslación según un eje que recibe el nombre de eje longitudinal, para así determinar la presión del agua de mar a la entrada de cada membrana;

45

estando dicho dispositivo de depuración de agua de mar caracterizado por el hecho de que comprende al menos un bloque cilindro de baja presión que comprende una pluralidad de caras de émbolo que reciben el nombre de caras receptoras y están unidas a al menos una cara de presionización para así poder arrastrarla en traslación longitudinal, estando estas distintas caras receptoras dispuestas para ser todas sometidas a la presión hidrostática del medio marino, teniendo el área útil S total acumulada de las distintas caras receptoras un valor superior al área útil S de dicha cara de presionización a la cual las mismas están unidas, estando cada cara receptora asociada al menos a una cámara estanca bajo atmósfera gaseosa, llamada cámara de baja presión, del bloque cilindro de baja presión de forma tal que el volumen de cada cámara de baja presión varía en el mismo sentido que el de la cámara de alta presión bajo el efecto de los desplazamientos simultáneos en traslación de las caras receptoras y de dicha cara de presionización.

50

55

[0013] Y entonces, cada módulo de filtración puede comprender una serie de caras receptoras unidas todas a una misma cara de presionización que esté adaptada para obtener una apropiada relación de amplificación de presión que permita la filtración por osmosis inversa a una máxima profundidad predeterminada, y las distintas caras receptoras pueden estar dispuestas unas con respecto a otras de forma tal que la sección transversal del módulo de filtración en la dirección horizontal siga quedando limitada a un valor admisible que no estorbe sensiblemente los desplazamientos del módulo de filtración al tener lugar sus movimientos alternativos de inmersión y de subida en el medio marino. Además, dicha profundidad máxima sigue estando situada al nivel de un valor lo suficientemente bajo. La invención permite así

60

en combinación por una parte aumentar el valor del caudal de agua dulce producido por cada módulo de filtración en cada etapa de filtración por osmosis inversa (al estar en profundidad este módulo de filtración), y por otra parte reducir considerablemente la duración de las fases de inmersión y de subida, de forma tal que esta duración ya no sea una limitación para el valor del caudal total de agua dulce producido.

5

[0014] Ventajosamente y según la invención, las distintas caras receptoras unidas a una misma cara de presionización están dispuestas unas con respecto a otras de forma tal que el bloque cilindro de baja presión presenta, con respecto al eje longitudinal, unas dimensiones exteriores transversales inferiores o iguales a las dimensiones exteriores transversales de la parte del módulo de filtración que delimita la cámara de alta presión que comprende dicha cara de presionización. Así, las dimensiones exteriores transversales horizontales de un módulo de filtración vienen determinadas por las de la parte que contiene la cámara de alta presión, estando ésta última minimizada para poder justo contener al menos una membrana de osmosis inversa y al menos una cara de presionización.

10

[0015] De tal manera, en un dispositivo según la invención, para unas mismas dimensiones exteriores transversales de la cámara de alta presión con respecto al eje longitudinal, puede aumentarse el área útil S total acumulada de las distintas caras receptoras asociadas a una misma cara de presionización, y puede por tanto aumentarse el caudal proporcionado por esta cara de presionización y/o disminuirse la profundidad a la cual se efectúa la filtración por osmosis inversa. En particular, ventajosamente y según la invención el área útil S total acumulada de las distintas caras receptoras es superior a las dimensiones exteriores horizontales del módulo de filtración.

15

20

[0016] Las configuraciones relativas de las distintas caras receptoras y de la cara de presionización asociada a las mismas pueden variar, así como las formas de realización de la unión mecánica entre cada cara receptora y la correspondiente cara de presionización. Ventajosamente y según la invención, las distintas caras receptoras unidas a una misma cara de presionización van guiadas en traslación paralelamente al eje longitudinal.

25

[0017] Más en particular, ventajosamente un dispositivo según la invención está también caracterizado por el hecho de que las distintas caras receptoras unidas a una misma cara de presionización son paralelas entre sí y a la cara de presionización y ortogonales al eje longitudinal, y de que estas distintas caras receptoras están dispuestas unas con respecto a otras de forma tal que presentan, con respecto al eje longitudinal, unas dimensiones exteriores transversales inferiores a la suma de las dimensiones exteriores transversales de cada una de las caras receptoras. Ventajosamente y según la invención, las distintas caras receptoras unidas a una misma cara de presionización están superpuestas unas sobre otras en la dirección longitudinal del eje longitudinal de forma tal que las dimensiones exteriores transversales del conjunto de dichas caras receptoras son equivalentes a las de una sola de sus caras receptoras. Así, pueden multiplicarse las caras receptoras apiladas a lo largo del eje longitudinal, sin por ello aumentar las dimensiones exteriores transversales del módulo de filtración.

30

35

[0018] Por otro lado, ventajosamente y según la invención, cada cara receptora es solidaria en traslación de una cara de émbolo que recibe el nombre de cara de baja presión y se extiende dentro de la cámara de baja presión. También ahí pueden variar las configuraciones relativas de cada cara receptora y de la correspondiente cara de baja presión. Ventajosamente y según la invención, la cara receptora y la cara de baja presión son dos caras opuestas y paralelas de un mismo émbolo que va guiado en traslación de manera estanca dentro de un cilindro de forma tal que con éste último delimita dicha cámara de baja presión. Además, ventajosamente y según la invención, la cara de presionización presenta al menos sensiblemente la misma orientación como cada cara de baja presión con respecto al émbolo correspondiente. En particular, ventajosamente y según la invención, al menos una cara de presionización está unida a una cara de baja presión por una barra que atraviesa la correspondiente cámara de baja presión de manera estanca. En esta forma de realización ventajosa, dicha cara de presionización, la cara receptora y la cara de baja presión son caras de un mismo émbolo móvil hecho en una sola pieza o a base de un ensamblaje de varias piezas solidarias entre sí.

40

45

[0019] En una forma de realización preferencial, ventajosamente y según la invención el dispositivo está caracterizado por el hecho de que cada cara receptora es una cara de un émbolo que delimita la cámara de baja presión, de que comprende un émbolo y una cámara de baja presión para cada cara receptora, y de que los distintos émbolos que presentan las distintas caras receptoras están unidos en traslación unos a otros y a dicha cara de presionización. De tal manera, cuando el módulo de filtración está en fase de inmersión, cada cara receptora transmite el efecto de la presión hidrostática al correspondiente émbolo, que es desplazado en traslación y arrastra a cada cara de presionización correspondiente a la cual está unido en traslación en la cámara de alta presión, alimentado así cada membrana de filtración con agua de mar a filtrar bajo alta presión.

50

55

[0020] Por otro lado, ventajosamente y según la invención, las cámaras de baja presión de los dos módulos de filtración están conectadas unas a otras por al menos un conducto de equilibrado de las presiones, estando cada conducto de equilibrado de las presiones adaptado para permitir el equilibrado de las presiones entre las cámaras de baja presión sensiblemente sin pérdida de carga. Este conducto de equilibrado de las presiones permite por una parte facilitar la expansión de cada cámara de baja presión al final de la fase de subida de un módulo de filtración, sin que se requieran medios de recuperación mecánica, y a la recíproca permite evitar todo fenómeno de perjudicial contrapresión al final del desplazamiento en traslación de la cara de presionización del módulo de filtración en profundidad. Cada cámara de baja

60

presión del módulo de filtración situado cerca de la superficie en curso de expansión crea incluso cierta aspiración en las cámaras de baja presión del módulo de filtración situado en profundidad, facilitando dicha aspiración el arrastre de la cara de presionización.

5 **[0021]** Por otro lado, ventajosamente y según la invención, cada módulo de filtración está suspendido en el medio marino por medio de al menos un cable de suspensión de la transmisión motorizada, siendo vertical el eje longitudinal de cada cara de presionización y de las correspondientes caras receptoras. Así pues, cada módulo de filtración se presenta globalmente en forma de un cilindro alargado de eje vertical y de formas hidrodinámicas cuyos desplazamientos de inmersión y de subida en el medio marino se ven así facilitados.

10 **[0022]** Ventajosamente y según la invención, el cable de suspensión está acoplado a un émbolo que delimita una cámara de baja presión. De tal manera, el peso propio del módulo de filtración tiende a ocasionar la expansión de las cámaras de baja presión. Así, al producirse la subida del módulo de filtración, el peso de éste último tiende espontáneamente a desplegar cada cámara de baja presión en el sentido de un aumento de su volumen, lo cual genera una aspiración en la cámara de baja presión del otro módulo de filtración que está efectuando el descenso, a través del (de los) conducto(s) de equilibrado de presión. Esta aspiración participa en el accionamiento de la cara de presionización y de cada cara receptora de este módulo de filtración que está efectuando el descenso.

15 **[0023]** Con preferencia, ventajosamente y según la invención, cada cámara de baja presión se extiende encima de la cámara de alta presión. Del mismo modo, ventajosamente y según la invención, cada módulo de filtración comprende un único bloque cilindro de baja presión que está encima de una única cámara de alta presión que incorpora una única cara de presionización de eje longitudinal vertical. Son sin embargo pensables otras formas de realización, por ejemplo con una cámara de alta presión situada encima de las cámaras de baja presión, o con una cámara de alta presión interpuesta entre dos bloques cilindros de baja presión, o incluso con un bloque cilindro de baja presión interpuesto entre dos cámaras de alta presión.

20 **[0024]** Ventajosamente, en un dispositivo según la invención dicha transmisión motorizada está adaptada para permitir desplazamientos de cada módulo de filtración entre la superficie del medio marino y una máxima profundidad de inmersión comprendida entre 10 m y 30 m, o sea por ejemplo del orden de 20 m, y la relación de las áreas útiles S/s (para una cámara de baja presión que comprenda 3 émbolos) está comprendida entre 6,6 y 20, pero la relación Si/s del área útil Si de cada cara receptora al área útil s de la cara de presionización está comprendida entre 20 y 60.

25 **[0025]** Por otro lado, ventajosamente y según la invención, dicha transmisión motorizada comprende al menos una fuente de energía renovable elegida de entre los miembros del grupo que consta de un molino de viento y un panel de captadores solares fotovoltaicos.

30 **[0026]** Puede utilizarse un molino de viento para accionar directamente al menos a un órgano tal como una polea de un mecanismo de accionamiento y/o de suspensión de los dos módulos de filtración de una misma pareja, con un mecanismo de detención del desplazamiento y de inversión del sentido de desplazamiento de cada módulo en el fin de carrera vertical (véase, por ejemplo, el documento FR 2503129). En este caso, el dispositivo según la invención es particularmente sencillo, fiable y totalmente autónomo en su funcionamiento. Como variante, un molino de viento asociado a un generador de corriente y/o al menos un panel de captadores fotovoltaicos alimenta a al menos una batería de acumuladores eléctricos adaptados para permitir el funcionamiento de un motor eléctrico de accionamiento de al menos un órgano tal como una polea de un mecanismo de accionamiento y/o de suspensión de dos módulos de filtración de la misma pareja. La detención del desplazamiento y la inversión del sentido de desplazamiento de cada módulo puede entonces resultar de un automatismo eléctrico que varíe el sentido de rotación del motor.

35 **[0027]** Hay que mencionar que cuando los dos módulos de filtración de una misma pareja van suspendidos de un mismo cable de suspensión, siendo estos dos módulos idénticos y de igual peso, es por consiguiente muy baja la energía necesaria para accionar a estos dos módulos de filtración en sus desplazamientos alternativos de inmersión y de subida en el medio marino en oposición de fase.

40 **[0028]** La invención puede aplicarse a todas las formas de realización en las que pueda pensarse en lo relativo a los medios amplificadores de presión hidrostática y a los medios de filtración por osmosis inversa de cada módulo de filtración. La invención se aplica en particular a las formas de realización que están descritas en la FR 2503129. Siendo ello así, pueden en particular variar el número y las disposiciones relativas de las cámaras de alta presión y de baja presión y de las caras de presionización y receptoras.

45 **[0029]** Un dispositivo según la invención puede por ejemplo presentarse en forma de una plataforma fija instalada en el mar, o bien en forma de una torre o de un pozo instalado en el litoral para ser llenado con agua de mar.

50 **[0030]** La invención se refiere igualmente a un dispositivo de depuración de agua de mar caracterizado en combinación por la totalidad o parte de las características que se han mencionado anteriormente o que se mencionan de aquí en adelante.

[0031] Otras finalidades, características y ventajas de la invención quedarán de manifiesto al proceder a la lectura de la siguiente descripción que se refiere a las figuras adjuntas que representan a título de ejemplos no limitativos formas de realización de la invención, y en las cuales:

- 5 - la figura 1 es un esquema general de principio de una primera forma de realización de un dispositivo según la invención que se presenta en forma de una plataforma marítima;
- la figura 2 es un esquema general de principio de una segunda forma de realización de un dispositivo según la invención que se presenta en forma de una torre erigida en el litoral marítimo;
- 10 - la figura 3a es un esquema en sección vertical de un ejemplo de realización de un módulo de filtración de un dispositivo según la invención, siendo las figuras 3b y respectivamente 3c esquemas similares a la figura 3a que representan este módulo en el fin de carrera de inmersión en profundidad y respectivamente de subida a la superficie;
- la figura 4 es un esquema en sección vertical de un segundo ejemplo de realización de un módulo de filtración de un dispositivo según la invención.

15 **[0032]** El dispositivo según la invención que está representado en la figura 1 comprende una pareja de módulos de filtración 10a, 10b de agua de mar, en particular por osmosis inversa, que están sumergidos en el medio marino 11 y unidos uno al otro por un cable de suspensión 12 que sale del agua para pasar por en torno a una polea 13 que está en superficie fuera del agua y montada de forma tal que puede efectuar un movimiento de rotación en torno a un eje horizontal 14 sobre una plataforma 15 que está dispuesta encima de la superficie 16 del agua. Los dos módulos de
20 filtración 10a, 10b de una misma pareja son idénticos.

[0033] La plataforma 15 está anclada de forma tal que permanece al menos prácticamente inmóvil, así como los módulos de filtración 10a, 10b, con respecto al suelo submarino 17, siendo ello por ejemplo gracias a al menos un poste 18 que se hunde en el suelo 17, o a cualquier otro apropiado sistema de anclaje (como por ejemplo un conjunto de
25 cuerpos muertos unidos a la plataforma 15 por medio de cables o de cadenas ...).

[0034] La polea 13 está acoplada a un motor eléctrico 19 que la acciona en rotaciones alternativas en un sentido y luego en el otro, bajo control de un autómatas 35 con fases de paro en fin de carrera de una duración predeterminada para permitir el desarrollo de la filtración por osmosis inversa en el módulo de filtración 10a, 10b sumergido a la profundidad máxima. El autómatas 35 comprende una interfaz hombre-máquina (pantalla, teclado ...) y es programable. Dicho
30 autómatas puede realizarse a partir de un microordenador estándar.

[0035] Los dos módulos de filtración 10a, 10b están unidos uno al otro por el cable de suspensión 12 y se desplazan en oposición de fase al tener lugar la rotación de la polea 13, estando uno de los módulos de filtración 10a, 10b en curso de subida hacia la superficie, mientras que el otro módulo de filtración 10b, 10a de la misma pareja está en curso de
35 inmersión.

[0036] El motor eléctrico 19 es alimentado por una fuente de energía eléctrica, como por ejemplo una batería de acumuladores 20 recargada por un molino de viento 21 acoplado a un generador 22 y/o al menos un panel de captadores solares fotovoltaicos 23. El motor eléctrico 19 puede incorporar un reductor o cualquier otra transmisión mecánica apropiada que permita accionar la polea 13 a una velocidad suficiente para que las fases de inmersión y de
40 subida sean lo más rápidas posible, pero no demasiado grande para evitar toda disminución de la tensión en el cable 12 (siguiendo la velocidad de accionamiento del cable de suspensión 12 siendo inferior a la máxima velocidad de inmersión de cada módulo 10a, 10b por gravedad).

[0037] La plataforma 15 lleva igualmente un depósito 24 de recuperación del agua dulce producida por cada uno de los módulos 10a, 10b. El conjunto de los distintos componentes que van en la plataforma 15, con excepción del molino de viento 21 y de los captadores solares 23, puede quedar protegido por un capotado o edificio 36. Como variante, este depósito 24 puede estar situado en tierra firme en particular si la plataforma 15 está cerca de la costa.
50

[0038] La figura 2 representa una variante de realización de un dispositivo de este tipo según la invención en la cual los módulos 10a, 10b están sumergidos en una columna de agua de mar 25 situada dentro de una torre 26 dispuesta en las inmediaciones del litoral marítimo. La cúspide 27 de la torre forma una plataforma similar a la plataforma 15 de la primera forma de realización y lleva los mismos elementos 13 a 23 que se han descrito anteriormente. En otra variante no representada, la columna de agua puede estar situada en un pozo excavado en el suelo del litoral.
55

[0039] El interés de estas dos variantes con respecto a la forma de realización de la figura 1 consiste en el hecho de que los módulos de filtración 10a, 10b ya no están sometidos al medio natural, y en particular a las corrientes marinas, de tal manera que puede ser más estable el funcionamiento del dispositivo. La ventaja de la primera forma de
60 realización de la figura 1 es no obstante la de que la misma presenta un muy bajo coste de inversión, y la de que no es necesario prever medios de aspiración del agua de mar a tratar ni medios de purga del agua de mar concentrada (de mayor salinidad).

5 **[0040]** Por añadidura, en la variante de la figura 2 el depósito de recuperación 24 está situado en la parte baja de la columna de agua 25, de forma tal que la recuperación del agua dulce filtrada se efectúa por gravedad. Siendo ello así, hay que mencionar que en la primera forma de realización representada en la figura 1 los módulos de filtración 10a, 10b por osmosis inversa suministran el agua dulce con una presión ampliamente suficiente para permitir su subida a la superficie. Así, en una variante no representada, el depósito de recuperación 24 puede estar formado por una columna que discorra en vertical y paralelamente a la torre 26.

10 **[0041]** La columna de agua 25 es alimentada con agua de mar por medio de una conducción 28 y de una bomba 29 que puede estar acoplada al motor eléctrico 19. Preferiblemente, en la forma de realización que está representada en la figura 2 la conducción 28 toma el agua de mar de una cisterna 30 de almacenamiento intermedio de agua de mar que está situada en la parte baja de la torre 26, siendo esta cisterna 30 por su parte alimentada con agua de mar por las mareas y/o por una conducción 31 conectada a una bomba 34. Por otro lado, está ventajosamente prevista una conducción de vaciado 32 que desemboca en el fondo de la columna 25 y está dotada de una válvula de vaciado 33. Esta conducción de vaciado 32 desemboca en el medio marino. Cuando se abre la válvula 33, la columna 25 puede ser vaciada, por ejemplo a efectos de limpieza o bien a fin de extraer y renovar el agua de mar que está en el fondo de la columna 25, cuya salinidad tiende a aumentar a medida que tiene lugar la producción de agua dulce.

20 **[0042]** Por otro lado, en una variante no representada, la bomba 29 de alimentación de la columna 25 puede ser sustituida por una noria de movimiento continuo accionada directamente por el molino de viento 21, y la bomba 34 de alimentación de la cisterna intermedia 30 puede ser suprimida si esta cisterna intermedia 30 está situada debajo del nivel del mar y es alimentada por una conducción inclinada. Esta forma de realización es particularmente sencilla y permite la explotación de la invención aplicando tecnologías mecánicas rudimentarias, en las regiones más atrasadas del planeta. La reparación de un dispositivo de este tipo es extremadamente fácil de realizar con medios elementales.

25 **[0043]** Las figuras 3a, 3b, 3c representan un ejemplo de realización de un módulo de filtración 10a, 10b.

30 **[0044]** Este módulo de filtración se presenta globalmente en forma oblonga hidrodinámica que facilita sus desplazamientos de inmersión y de subida en el agua. Así pues, dicho módulo de filtración comprende un cuerpo 40 alargado globalmente cilíndrico metálico o de material sintético con un extremo inferior redondeado 41 que puede estar lastrado para hacer que así aumente la tensión en el cable de suspensión 12.

35 **[0045]** En la parte baja, encima del extremo inferior 41 el cuerpo 40 define una cámara de alta presión 42 que contiene al menos una membrana 43 de filtración por osmosis inversa. En el ejemplo representado, la cámara de alta presión 42 contiene dos membranas 43. Cada membrana de alta presión 43 presenta un extremo inferior 44 por el cual sale el agua dulce filtrada por dicha membrana 43, estando este extremo 44 conectado a una conducción 45 de salida que atraviesa el cuerpo 40. La conducción de salida 45 está conectada en el exterior del cuerpo 40 a un tubo flexible 46 de recogida del agua filtrada, estando este tubo 46 por su parte conectado a un depósito 24 de recuperación del agua.

40 **[0046]** La cámara de alta presión 42 tiene encima un bloque cilindro de baja presión 47 que comprende una pluralidad de cámaras de baja presión 48 en serie. El bloque cilindro 47 está formado por una pluralidad de pedazos de cilindro 49 huecos y de eje vertical que están apilados axialmente unos sobre otros y separados dos a dos por una brida 50 de separación. Cada brida 50 está formada por un disco dotado de un doble roscado exterior que permite en cada lado la fijación de un pedazo de cilindro 49 cuyo extremo axial está dotado de un roscado interior correspondiente, para así permitir el apilamiento de los pedazos 49 para formar un cilindro de eje vertical. Cada pedazo de cilindro 49 contiene un émbolo 51 que va guiado en traslación axial vertical dentro de este pedazo de cilindro 49.

45 **[0047]** Cada cámara de baja presión 48 queda delimitada entre una de las bridas 50 fijas y el émbolo 51 que va guiado en traslación axial vertical dentro de uno de los pedazos de cilindro 49 de manera estanca.

50 **[0048]** Cada émbolo 51 está hecho en general en forma de disco y presenta una primera cara principal, que recibe el nombre de cara de baja presión 52 y delimita la cámara de baja presión 48, y una segunda cara principal opuesta que recibe el nombre de cara receptora 53 y que con la parte del pedazo de cilindro 49 que se extiende encima de esta cara receptora 53 y, dado el caso, con la brida de separación 50 situada inmediatamente encima, forma una cámara que recibe el nombre de cámara receptora 54 y se ve sometida a la presión hidrostática del medio marino.

55 **[0049]** En su extremo superior, cada pedazo de cilindro 49 está dotado de orificios 55 que atraviesan la pared del pedazo de cilindro 49 para permitir el paso libre del agua de mar sensiblemente sin pérdida de carga desde el exterior (desde el medio marino circundante) hacia el interior de la cámara receptora 54, de forma tal que esta cámara receptora 54, así como la cara receptora 53, están sometidas a la presión hidrostática del medio marino circundante.

60 **[0050]** Los distintos émbolos 51 están unidos solidarios en traslación axial vertical por una parte unos a los otros por medio de barras de unión 57 y por otra parte a un émbolo de presionización 56 que penetra en la cámara de alta presión 42.

- 5 [0051] Cada barra de unión 57 une entre sí a cada dos émbolos 51 adyacentes atravesando axialmente de manera estanca la brida 50 que separa a estos dos émbolos 51. Para hacer esto, cada brida de separación 50 está dotada de un mandrinado axial central pasante. Cada émbolo 51 puede estar dotado de un doble roscado interior, es decir, de un roscado interior en cada una de sus caras 52, 53, para así admitir al extremo roscado exteriormente de una de estas barras 57.
- 10 [0052] La estanqueidad entre cada émbolo 51 y la pared interior del correspondiente pedazo de cilindro 49 es asegurada por una junta de estanqueidad 58 dispuesta en una garganta periférica media del émbolo 51. La estanqueidad entre cada barra de unión 57 y la brida 50 que dicha barra atraviesa es igualmente asegurada por una junta de estanqueidad 60 dispuesta en una garganta media que desemboca en el mandrinado axial pasante practicado a través de la brida 50 para el paso de esta barra de unión 57.
- 15 [0053] El primer pedazo de cilindro 49 que es el que está situado más abajo se extiende desde una brida 63 del cuerpo 40 que delimita en la parte alta la cámara de alta presión 42. Así pues, la primera cámara de baja presión 48 que es la más baja queda delimitada entre la parte de la cara superior 64 de esta brida 63 que se extiende enfrente del interior del primer pedazo de cilindro 49, y la cara de baja presión 52 del primer émbolo 51 que es el más bajo.
- 20 [0054] El émbolo de presionización 56 está formado por una barra que atraviesa axialmente la brida superior 63 de la cámara de alta presión 42 de manera estanca a través de un mandrinado central practicado a través de esta brida 63. Este émbolo de presionización 56 está unido a dicho primer émbolo 51 por el lado de su cara de baja presión 52, de forma tal que es solidario en traslación axial de éste último y de los distintos émbolos 51. Para hacer esto, el extremo superior del émbolo de presionización 56 está roscado exteriormente de forma tal que puede ser enroscado en el roscado interior de la cara de baja presión 52, a la manera de una barra de unión 57. El extremo libre opuesto 78 de la barra que forma el émbolo de presionización 56 constituye una cara de presionización 80 que se desplaza en la cámara de alta presión 42. Así, el émbolo de presionización 56 está unido a cada émbolo 51 de forma tal que la cara de presionización 80 de este émbolo de presionización 56 queda orientada al mismo lado como la cara de baja presión 52 de cada émbolo 51, o sea horizontalmente hacia abajo en el ejemplo de realización representado.
- 25 [0055] El émbolo de presionización 56 atraviesa la brida 63 de manera estanca gracias a una junta de estanqueidad 66 dispuesta en una garganta periférica que desemboca en el mandrinado central practicado a través de esta brida 63.
- 30 [0056] El último émbolo 51 dispuesto en el extremo superior del bloque cilindro 47 está suspendido del cable de suspensión 12. Así pues, el módulo de filtración 10a, 10b queda suspendido de este cable de suspensión 12 en el medio marino, con el eje longitudinal de traslación del émbolo de presionización 56 que discurre verticalmente.
- 35 [0057] Cada cámara de baja presión 48 está llena con una mezcla gaseosa, o sea por ejemplo con aire atmosférico. La pared de cada pedazo de cilindro 49 está dotada en la parte inferior, inmediatamente encima de la brida de separación 50 en la cual está montado dicho pedazo de cilindro 49, de al menos un orificio pasante 68 que está en comunicación con un conducto 69 de equilibrado de las presiones que pasa al exterior del bloque cilindro 47. Así pues, este orificio 68 permite la libre circulación en el conducto 69 de equilibrado de las presiones del gas contenido en la cámara de baja presión 48. Todos los orificios 68 que establecen comunicación con las distintas cámaras de baja presión 48 están conectados al mismo conducto 69 de equilibrado de las presiones. Por otro lado, cada orificio 68 está dispuesto en la correspondiente cámara de baja presión 48 de forma tal que queda en comunicación con esta cámara 48 sea cual fuere la posición del émbolo 51 en el pedazo de cilindro 49. En el ejemplo representado, el orificio 68 está dispuesto inmediatamente encima de la brida de separación 50, es decir, en el extremo inferior del pedazo de cilindro 49.
- 40 [0058] El conducto 69 de equilibrado de las presiones es un tubo flexible que puede ser pasado a lo largo del cable de suspensión 12 y une los dos módulos de filtración 10a, 10b de forma tal que las distintas cámaras de baja presión 48 de estos dos módulos de filtración 10a, 10b están unas en comunicación con otras, al menos sensiblemente a la misma presión de gas reinante en el interior de estas distintas cámaras de baja presión 48. El número y el diámetro de los orificios 68, así como el diámetro interior del conducto 69 de equilibrado de las presiones, están en efecto adaptados para permitir el equilibrado de las presiones entre las distintas cámaras de baja presión 48 sensiblemente sin pérdida de carga. En las variantes que están representadas en las figuras 1 y 2, el conducto 69 de equilibrado de las presiones discurre a lo largo del cable de suspensión 12 y pasa con éste último por en torno a la polea 13. Para hacer esto, esta polea 13 comprende una primera garganta interior que admite al cable 12 y una segunda garganta exterior de mayor anchura que admite al conducto 69.
- 45 [0059] El diámetro exterior D1 del cuerpo 40 en su parte que delimita la cámara de alta presión 42 corresponde al diámetro exterior del módulo de filtración y es superior al diámetro exterior D2 del bloque cilindro 47 de baja presión. De tal manera, la brida superior 63 presenta, en el exterior del bloque cilindro 47, entradas 70 de agua de mar que están en comunicación con el interior de la cámara de alta presión 42. Así pues, cada entrada 70 de agua de mar permite poner al medio marino circundante en conexión con el interior de la cámara de alta presión 42, y es obturada de manera estanca por una chapaleta superior 71. De igual manera, el extremo inferior 41 del cuerpo 40 está dotado de salidas 72
- 50
- 55
- 60

de agua de mar de mayor salinidad que están igualmente en comunicación con el interior de la cámara de alta presión 42. Así pues, cada salida 72 de agua de mar permite poner al medio marino circundante en conexión con el interior de la cámara de alta presión 42, y es obturada de manera estanca por una chapaleta inferior 73.

5 **[0060]** Las distintas chapaletas 71, 73 son solidarias unas de otras y van en un equipo móvil 74 que se extiende en el interior de la cámara de alta presión 42 y presenta una brida horizontal inferior 75 y una brida horizontal superior 76, presentando ésta última un mandrinado central 77 atravesado por el émbolo de presionización 56.

10 **[0061]** El equipo móvil 74 está adaptado para que el extremo libre inferior 78 del émbolo de presionización 56 venga a ponerse en contacto con la brida inferior 75 en el fin de la carrera de desplazamiento hacia abajo en el interior de la cámara de alta presión 42, de forma tal que empuja a esta brida 75 hacia abajo y desplaza las distintas chapaletas 71, 73 hacia abajo, por lo cual son abiertas las entradas 70 de agua de mar y las salidas 72 de agua de mar (figura 3b).

15 **[0062]** El equipo móvil 74 está también adaptado para que un collar 79 solidario del émbolo de presionización 56 venga a ponerse en contacto con la brida superior 76 en el fin de la carrera de desplazamiento hacia arriba en el interior de la cámara de alta presión 42, para así empujar a esta brida 76 hacia arriba y desplazar las distintas chapaletas 71, 73 hacia arriba, por lo cual son obturadas las entradas 70 de agua de mar y las salidas 72 de agua de mar (figura 3c).

20 **[0063]** En consecuencia, el émbolo de presionización 56 gobierna la apertura y el cierre de las entradas 70 y de las salidas 72 de agua de mar.

[0064] Las distintas caras receptoras 53 de los distintos émbolos 51 presentan un área útil total S sometida a la presión hidrostática del medio marino circundante. Esta área útil total S es igual a la suma de las áreas útiles S1, S2, ..., Sn de cada cara receptora 53.

25 **[0065]** La cara de presionización 80 del émbolo de presionización 56 tiene un área útil s que corresponde al área de la sección de la barra que forma este émbolo de presionización 56.

30 **[0066]** El área útil S total de las distintas caras receptoras 53 (es decir, la suma de las áreas Si de cada cara receptora 53 que recibe la presión hidrostática del medio marino circundante) es superior al área útil s del émbolo de presionización 56, y la relación de las áreas útiles S/s está ventajosamente comprendida entre 15 y 40 y es en particular del orden de 30, y la relación Si/s está ventajosamente comprendida entre 5 y 15 y es en particular del orden de 10.

35 **[0067]** La presión hidrostática que reciben las distintas caras receptoras 53 es transmitida a la cámara de alta presión 42 con una relación de amplificación que corresponde a la relación de las áreas útiles S/s. Cuando el módulo de filtración 10a, 10b está en inmersión y desciende en el medio marino, la presión hidrostática aumenta, así como la presión reinante en la cámara de alta presión 42.

40 **[0068]** Cuando el módulo de filtración 10a, 10b se ha sumergido a una profundidad suficiente, el émbolo de presionización 56 imprime por lo tanto en la cámara de alta presión 42 una presión de un valor suficiente (típicamente superior o igual a 60 hPa) para permitir la filtración por osmosis inversa por parte de las membranas 43. El volumen de cada cámara de baja presión 48 varía en el mismo sentido como el de la cámara de alta presión 42 bajo el efecto de los desplazamientos del émbolo de presionización 56. Así, cuando el émbolo de presionización 56 de un módulo de filtración 10a, 10b sumergido a la profundidad máxima se desplaza hacia abajo penetrando en la cámara de alta presión 42, el volumen de las distintas cámaras de baja presión 48 disminuye. Al hacerse esto, el conducto 69 de equilibrado de las presiones transmite un correspondiente aumento de presión a las cámaras de baja presión 48 del otro módulo de filtración 10b, 10a que se encuentra entonces cerca de la superficie (en el fin de la carrera de subida). De tal manera, las cámaras de baja presión 48 de este otro módulo de filtración 10b, 10a aumentan de volumen, bajo el efecto de esta presionización por medio del conducto 69 de equilibrado de las presiones, lo cual hace automáticamente que el émbolo de presionización 56 regrese a la posición alta.

50 **[0069]** La figura 3a representa el módulo de filtración 10a, 10b cuando el mismo está a la máxima profundidad de inmersión, en el curso del desplazamiento del émbolo de presionización 56 hacia abajo, siendo producida agua dulce filtrada a la salida de las membranas 43.

55 **[0070]** La figura 3b representa el módulo de filtración 10a, 10b al comienzo de la subida. En esta posición, el émbolo de presionización 56 ha llegado al fin de su carrera de desplazamiento hacia abajo en el interior de la cámara de alta presión 42, hasta quedar en contacto con la brida inferior 75 desplazando al equipo móvil 74 hacia abajo para abrir las entradas 70 y las salidas 72. De tal manera, durante la subida el agua de mar atraviesa la cámara de alta presión 42 barriendo las membranas 43. Este efecto de barrido es propicio al funcionamiento de las membranas por osmosis inversa 43. Por otro lado, a lo largo de esta subida, estando el módulo de filtración 10a, 10b suspendido por el último émbolo 51, el conjunto del peso del módulo de filtración 10a, 10b tiende a provocar el aumento de volumen de las cámaras de baja presión 48. Por añadidura, como se ha indicado anteriormente, este aumento de volumen es igualmente provocado por el aumento de presión en las cámaras de baja presión 48 que resulta de la inmersión del

módulo de filtración 10b, 10a complementario de la misma pareja unido al otro extremo del cable 12 y al otro extremo del conducto 69 de equilibrado de las presiones.

[0071] La figura 3c representa el módulo de filtración 10a, 10b al final de la subida (en las inmediaciones de la superficie del medio marino), estando el émbolo de presionización 56 en el fin de la carrera de desplazamiento hacia arriba y habiendo dicho émbolo de presionización empujado a la brida superior 76 y por lo tanto al equipo móvil 74 hacia arriba hasta que las chapaletas 71, 73 obturan las entradas 70 y respectivamente las salidas 72 de agua de mar. Las cámaras de baja presión 48 presentan su volumen máximo. La cámara de alta presión 42 está llena de agua de mar lista para ser filtrada por las membranas 43. Así pues, el módulo de filtración 10a, 10b está listo para efectuar una nueva inmersión.

[0072] La figura 4 representa una variante de realización de un módulo de filtración 10a, 10b en la cual el conducto 69 de equilibrado de las presiones hace de cable de suspensión de cada módulo de filtración 10a, 10b. Además, este conducto 69 está directamente unido al primer émbolo 51 por medio de un racor estanco 85. Cada una de las barras de unión 57 está formada por un tubo hueco, y cada émbolo 51 está dotado de un pasaje pasante 86 central, de forma tal que la presión de aire puede circular desde el racor 85 a través de las distintas barras de unión 57 y a través de los distintos émbolos 51. Cada barra de unión 57 presenta por otro lado al menos un orificio 87 que desemboca en la parte superior de esta barra de unión 57 en la cámara de baja presión 48. El émbolo de presionización 56 es igualmente hueco y está en comunicación con los pasajes practicados en los émbolos 51 y en las barras de unión 57. Igualmente, un orificio 88 desemboca en la parte superior del émbolo de presionización 56 en el interior de la primera cámara de baja presión 48 dispuesta inmediatamente encima de la brida 63 y de la cámara de alta presión 42. De tal manera, la comunicación entre las distintas cámaras de baja presión 48 queda establecida a través de los distintos orificios 87, 88, del émbolo hueco de presionización 56, de las distintas barras huecas de unión 57 y de los pasajes axiales 86 de los émbolos 51, hasta el conducto 69 de equilibrado de presión. Esta forma de realización es más compacta, y por otro lado permite minimizar los riesgos de fuga por las partes del conducto 69 que en la primera forma de realización anteriormente descrita discurren a lo largo y por el exterior del bloque cilindro 47.

[0073] Hay que señalar que en la forma de realización que está representada en la figura 4 el émbolo de presionización 56 es hueco a todo lo largo del mismo, es decir que está formado por un tubo hueco que en su extremo inferior 78 queda cerrado por un tapón estanco 89 soldado que forma la cara de presionización 80. En una variante no representada, es posible utilizar un cilindro macizo para formar el émbolo de presionización 56, estando solamente previsto en la parte superior un pasaje de comunicación de aire para poner al conducto de equilibrado de presión 69 en conexión con el interior de la cámara de baja presión 48 a través del orificio 88 y del pasaje central del émbolo 51 al cual está unido el émbolo de presionización 56.

[0074] Por otro lado, esta segunda variante de realización se diferencia de la primera en el hecho de que la longitud del émbolo de presionización 56 queda limitada a la estrictamente necesaria, que corresponde a la carrera de los émbolos 51 del bloque cilindro de baja presión 47. Así, el collar 79 queda formado en el extremo 78 del émbolo 56 por el tapón 89.

[0075] Para una determinada máxima profundidad de inmersión, el bloque cilindro 47 de baja presión que comprende una pluralidad de émbolos 51 y una pluralidad de cámaras de baja presión 48 permite aumentar otro tanto el caudal de agua filtrada producido en cada etapa de filtración (es decir, en cada inmersión) para una carrera predeterminada del émbolo de presionización 56 en la cámara de alta presión 42. En efecto, el área útil s del émbolo de presionización 56 puede ser aumentada proporcionalmente al aumento del área útil total S que recibe la presión hidrostática así obtenida, conservando al mismo tiempo la misma relación de amplificación de presión. Así, en un dispositivo según la invención, es optimizada la cantidad de agua filtrada suministrada en cada inmersión.

[0076] O bien, para un área útil s y una carrera de traslación dadas del émbolo de presionización 56, la multiplicación de los émbolos 51 y de las cámaras de baja presión 48 permite disminuir otro tanto la máxima profundidad de inmersión a la cual deben ser situados los módulos de filtración 10a, 10b para realizar la filtración por osmosis inversa. En la práctica, esta máxima profundidad de inmersión está ventajosamente comprendida entre 10 m y 30 m, y es por ejemplo del orden de 20 m. Hay que señalar que esta profundidad viene determinada en función de la relación de amplificación de presión producida por la relación de las áreas S/s, con respecto a la cara receptora 53 media, o a la zona situada a media altura del bloque de baja presión 47.

[0077] Por otro lado, hay que mencionar que este mejoramiento de la producción de agua dulce es obtenido sin una modificación de las dimensiones exteriores de la sección del módulo de filtración 10a, 10b, es decir, sin modificación alguna de sus características hidrodinámicas. Por el contrario, son reducidas las dimensiones exteriores transversales del módulo de filtración. En particular hay que señalar que cada cara receptora 53 presenta un diámetro inferior al diámetro de la cámara de alta presión 42.

[0078] En la práctica, en una variante de representada las dimensiones exteriores transversales del módulo de filtración 10a, 10b pueden quedar limitadas a las que son justo necesarias para contener una membrana de filtración por osmosis inversa 43 y las distintas chapaletas 71, 73 y el equipo móvil 74 de mando de estas chapaletas. En efecto, esta

5 membrana 43 puede estar dispuesta en el extremo inferior del cuerpo 40, y el émbolo 56 puede desplazarse en una parte extrema axial superior de la cámara de alta presión. Las membranas 43 pueden ser entonces sustituidas por una sola membrana equivalente de gran diámetro que ocupe la parte extrema axial inferior de la cámara de alta presión. Por añadidura, en esta variante no representada el área S del émbolo de presionización 56 puede ser máxima y ocupar casi toda la sección transversal de la cámara de alta presión 42.

10 **[0079]** El número de caras receptoras 53, de cámaras de baja presión 48 y de pedazos de cilindro 49 apilados unos sobre otros viene determinado en función del valor del área S que se desee obtener. Este número puede estar comprendido entre 2 y 60, y típicamente entre 3 y 30. Por ejemplo, si se desea realizar el módulo de filtración 10a, 10b sensiblemente en forma de un tubo de sección transversal recta mínima para contener una membrana de filtración 53 con un émbolo 56 de diámetro máximo y caras receptoras 53 cuyo diámetro corresponda de igual modo sensiblemente al del émbolo 56, $S/s = 1$, y para obtener una relación S/s del orden de $S_i/s = 1$, hay que apilar treinta caras receptoras 53 (para una profundidad de 20 m).

15 **[0080]** El módulo de filtración 10a, 10b puede estar integrado en una caja de forma general oblonga e hidrodinámica. Por ejemplo, en una variante no representada puede estar previsto un filtro en torno al bloque cilindro de baja presión, en la prolongación de la caja que delimita la cámara de alta presión. Por añadidura, cada módulo de filtración puede ir igualmente guiado en sus desplazamientos de inmersión y de subida en uno o varios raíles verticales que discurran en el medio marino. En el interior de estos raíles pueden estar dispuestas coronas de peines-cepillo apiladas a cierta distancia entre sí y destinadas a desembarazar el filtro de los elementos (que pueden llegar a ser colmatantes por acumulación) a todo lo largo de las inmersiones y de las subidas para así formar un sistema autolimpiante. Nada impide prever por otro lado un mecanismo (no representando) que permita bloquear el desplazamiento de cada émbolo de presionización 56 en tanto que no sea alcanzada una mínima presión hidrostática. Este mecanismo puede ser del tipo de los de mando hidrostático. Como variante, dicho mecanismo puede ser gobernado por el autómeta 35 que controla el funcionamiento del dispositivo. Sin embargo, la invención precisamente permite prescindir de un mecanismo de este tipo teniendo en cuenta el hecho de que los módulos de filtración 10a, 10b presentan formas hidrodinámicas particularmente eficaces que aumentan su velocidad de desplazamiento en el medio marino y por tanto disminuyen otro tanto la duración de las fases de inmersión y de subida.

30 **[0081]** En una variante igualmente no representada, puede estar previsto un dispositivo de control de la presión reinante en las cámaras de baja presión 48, con eventualmente medios que permitan la reintroducción de gas al interior de las cámaras de baja presión 48 desde la superficie. Por ejemplo, el conducto 69 de equilibrado de las presiones puede estar conectado a un conducto que desemboque en la superficie y esté dotado de una válvula que pueda ser abierta para inyectar aire a presión en este conducto 69, estando al menos una cámara de baja presión 48, y preferiblemente cada una de estas cámaras de baja presión 48, dotada de una válvula tarada que permita, al tener lugar la inyección de aire a presión en esta cámara de baja presión 48, el vaciado del agua que eventualmente se haya infiltrado en la cámara de baja presión 48.

40 **[0082]** El dispositivo según la invención puede ser objeto de muchas otras variantes de realización con respecto a las formas de realización que se han representado en las figuras y se han descrito anteriormente.

45 **[0083]** En particular, el dispositivo según la invención puede comprender varias parejas de módulos de filtración 10a, 10b unidas juntamente o independientes unas de otras. Igualmente, la invención se aplica a todas las formas de realización previstas en la FR 2503129. Cada módulo de filtración 10a, 10b puede comprender varias cámaras de alta presión, y para cada cámara de alta presión pueden estar previstos varios émbolos de presionización. Una misma cámara de baja presión puede admitir varios émbolos de baja presión, es decir que puede estar asociada a varias caras receptoras, dado que éstas últimas se desplazan en el mismo sentido de variación del volumen de dicha cámara de baja presión. A la inversa, al menos una cara receptora puede estar asociada a varias cámaras de baja presión. Además, cada cámara de alta presión puede estar asociada a varios bloques cilindro de baja presión 47.

50 **[0084]** De igual modo puede ser distinta la orientación de los distintos émbolos 51, 56. Por ejemplo, los distintos émbolos de baja presión no son necesariamente paralelos al eje longitudinal de la cara de presionización. Nada impide por ejemplo prever émbolos de baja presión móviles radialmente. Pero en este último caso conviene prever una transmisión mecánica con reenvío a un ángulo para accionar la cara de presionización por medio del desplazamiento de cada émbolo. Pueden variar el número de caras receptoras, el número de cámaras de baja presión, el número de bloques cilindro de baja presión, el número de caras de presionización y el número de cámaras de alta presión de cada módulo de filtración.

60 **[0085]** La transmisión motorizada formada por el cable de suspensión 12, la polea 13 y el motor 19 puede ser sustituida por cualquier otra forma de transmisión motorizada que permita accionar los módulos de filtración 10a, 10b por pareja en oposición de fase.

[0086] En particular, en una variante ventajosa la motorización no está formada más que por un molino de viento que hace de motor de fuente de energía renovable. El dispositivo es entonces un dispositivo de desalinización totalmente

autónomo en su funcionamiento, que está exento de medios con los que se corra el riesgo de limitar su longevidad (motor eléctrico, bomba, electroválvula, electrónica ...) y presenta por lo tanto una importante fiabilidad y longevidad.

5 [0087] Nada impide por otro lado disponer una cámara de alta presión encima de un bloque cilindro de baja presión, o incluso interpuesta entre dos bloques cilindro de baja presión. El cable de suspensión 12 puede estar fijado no a uno de los émbolos 51, sino directamente al cuerpo 40 del módulo de filtración 10a, 10b. Igualmente, el conducto 69 de equilibrado de las presiones puede estar formado por un tubo específico que discorra por entero bajo el agua conectando las cámaras de baja presión. El autómata 35 puede ser sustituido por un mecanismo de inversión automática de los movimientos, con un dispositivo mecánico de gobierno de las fases de paro de los módulos de filtración 10a, 10b a partir de una transmisión del desplazamiento de los émbolos y/o de las chapaletas en el mecanismo de inversión situado en superficie.

10

REIVINDICACIONES

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
1. Dispositivo de depuración de agua de mar que comprende al menos una pareja de módulos de filtración (10a, 10b) de agua de mar sumergidos en el medio marino y unidos uno al otro por una transmisión motorizada (12, 13, 19) adaptada para desplazar los módulos de filtración (10a, 10b) de cada pareja según movimientos alternativos de inmersión y de subida en el medio marino en oposición de fase, comprendiendo cada módulo de filtración (10a, 10b):
 - al menos una cámara que recibe el nombre de cámara de alta presión (42) y está dotada:
 - de al menos una entrada (70) de admisión selectiva de agua de mar a filtrar al interior de la cámara de alta presión (42),
 - de al menos una membrana semipermeable (43) de filtración del agua de mar por osmosis inversa,
 - de al menos una salida (45) de recogida del agua filtrada producida por cada membrana (43) contenida en la cámara de alta presión (42),
 - de al menos una salida (72) de evacuación del agua de mar concentrada en salinidad,
 - de al menos una cara de émbolo que recibe el nombre de cara de presionización (80), está dispuesta para presentar un área útil S y puede desplazarse en la cámara de alta presión (42) en traslación según un eje que recibe el nombre de eje longitudinal, para así determinar la presión del agua de mar a la entrada de cada membrana (43);
 estando dicho dispositivo de depuración de agua de mar **caracterizado por el hecho de que** comprende al menos un bloque cilindro (47) de baja presión que comprende una pluralidad de caras de émbolo que reciben el nombre de caras receptoras (53) y están unidas a al menos una cara de presionización (80) para así poder arrastrarla en traslación longitudinal, estando estas distintas caras receptoras (53) dispuestas para ser todas sometidas a la presión hidrostática del medio marino, teniendo el área útil S total acumulada de las distintas caras receptoras (53) un valor superior al área útil S de dicha cara de presionización (80) a la cual las mismas están unidas, estando cada cara receptora (53) asociada al menos a una cámara estanca bajo atmósfera gaseosa, llamada cámara de baja presión (48), del bloque cilindro (47) de baja presión de forma tal que el volumen de cada cámara de baja presión (48) varía en el mismo sentido que el de la cámara de alta presión (42) bajo el efecto de los desplazamientos simultáneos en traslación de las caras receptoras (53) y de dicha cara de presionización (80).
 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** las distintas caras receptoras (53) unidas a una misma cara de presionización (80) están dispuestas unas con respecto a otras de forma tal que el bloque cilindro de baja presión (47) presenta, con respecto al eje longitudinal, unas dimensiones exteriores transversales inferiores o iguales a las dimensiones exteriores transversales de la parte del módulo de filtración (10a, 10b) que delimita la cámara de alta presión (42) que comprende dicha cara de presionización (80).
 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** las distintas caras receptoras (53) unidas a una misma cara de presionización (80) van guiadas en traslación paralelamente al eje longitudinal.
 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** las distintas caras receptoras (53) unidas a una misma cara de presionización (80) son paralelas unas a otras y a la cara de presionización (80) y ortogonales al eje longitudinal, y **de que** estas distintas caras receptoras (53) están dispuestas unas con respecto a otras de forma tal que presentan, con respecto al eje longitudinal, unas dimensiones exteriores transversales inferiores a la suma de las dimensiones exteriores transversales de cada una de las caras receptoras (53).
 5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado por el hecho de que** las distintas caras receptoras (53) unidas a una misma cara de presionización (80) están superpuestas unas sobre otras en la dirección longitudinal del eje longitudinal de forma tal que las dimensiones exteriores transversales del conjunto de dichas caras receptoras (53) son equivalentes a las de una sola de estas caras receptoras (53).
 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** cada cara receptora (53) es solidaria en traslación de una cara de émbolo que recibe el nombre de cara de baja presión (52) y se extiende en la cámara de baja presión (48).
 7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** la cara receptora (53) y la cara de baja presión (52) son dos caras paralelas opuestas de un mismo émbolo (51) que va guiado en traslación de manera estanca dentro de un cilindro (49) de forma tal que con éste último delimita dicha cámara de baja presión (48).
 8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** la cara de presionización (80) presenta al menos sensiblemente la misma orientación como cada cara de baja presión (52) con respecto al émbolo (51) correspondiente.

- 5 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por el hecho de que** cada cara receptora (53) es una cara de un émbolo (51) que delimita la cámara de baja presión (48), **de que** comprende un émbolo (51) y una cámara de baja presión (48) para cada cara receptora (53), y **de que** los distintos émbolos (51) que presentan las distintas caras receptoras (53) están unidos en traslación unos a otros y a dicha cara de presionización (80).
- 10 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por el hecho de que** las cámaras de baja presión (48) de los dos módulos de filtración (10a, 10b) están unidas unas a otras por al menos un conducto (69) de equilibrado de las presiones, estando cada conducto (69) de equilibrado de las presiones adaptado para permitir el equilibrado de las presiones (48) entre las cámaras de baja presión sensiblemente sin pérdida de carga.
- 15 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** cada módulo de filtración (10a, 10b) está suspendido en el medio marino de al menos un cable (12) de suspensión de la transmisión motorizada, siendo vertical el eje longitudinal de cada cara de presionización (80) y de las correspondientes caras receptoras (53).
- 20 12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado por el hecho de que** el cable suspensión (12) está acoplado a un émbolo (51) que delimita una cámara de baja presión.
- 25 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por el hecho de que** cada cámara de baja presión (48) se extiende por encima de la cámara de alta presión (42).
- 30 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por el hecho de que** cada módulo de filtración (10a, 10b) comprende a un único bloque cilindro (47) de baja presión que está encima de una única cámara de alta presión (42) que incorpora una única cara de presionización (80) de eje longitudinal vertical.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por el hecho de que** el área útil S total acumulada de las distintas caras receptoras (53) es superior a las dimensiones exteriores horizontales del módulo de filtración (10a, 10b).

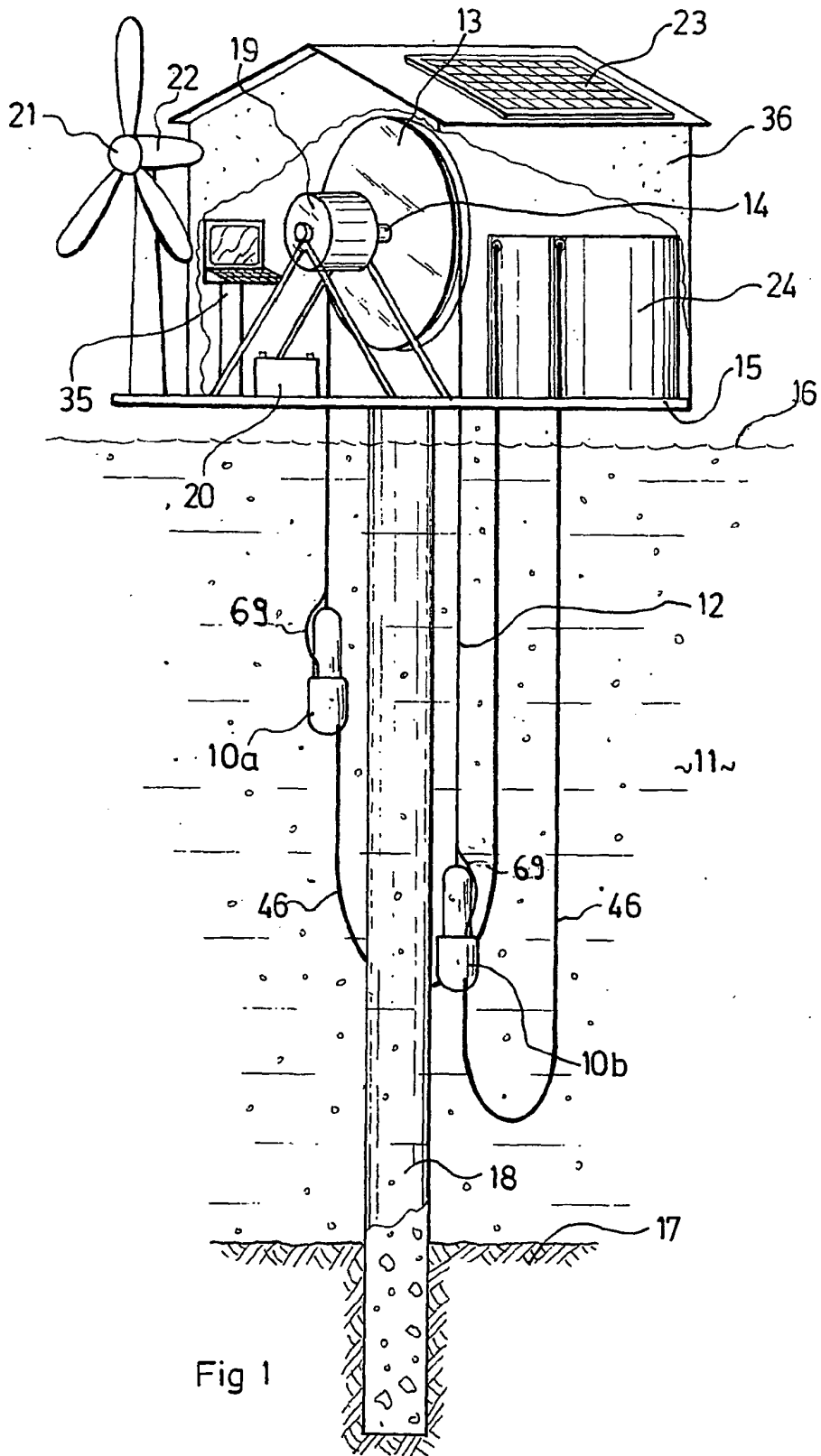
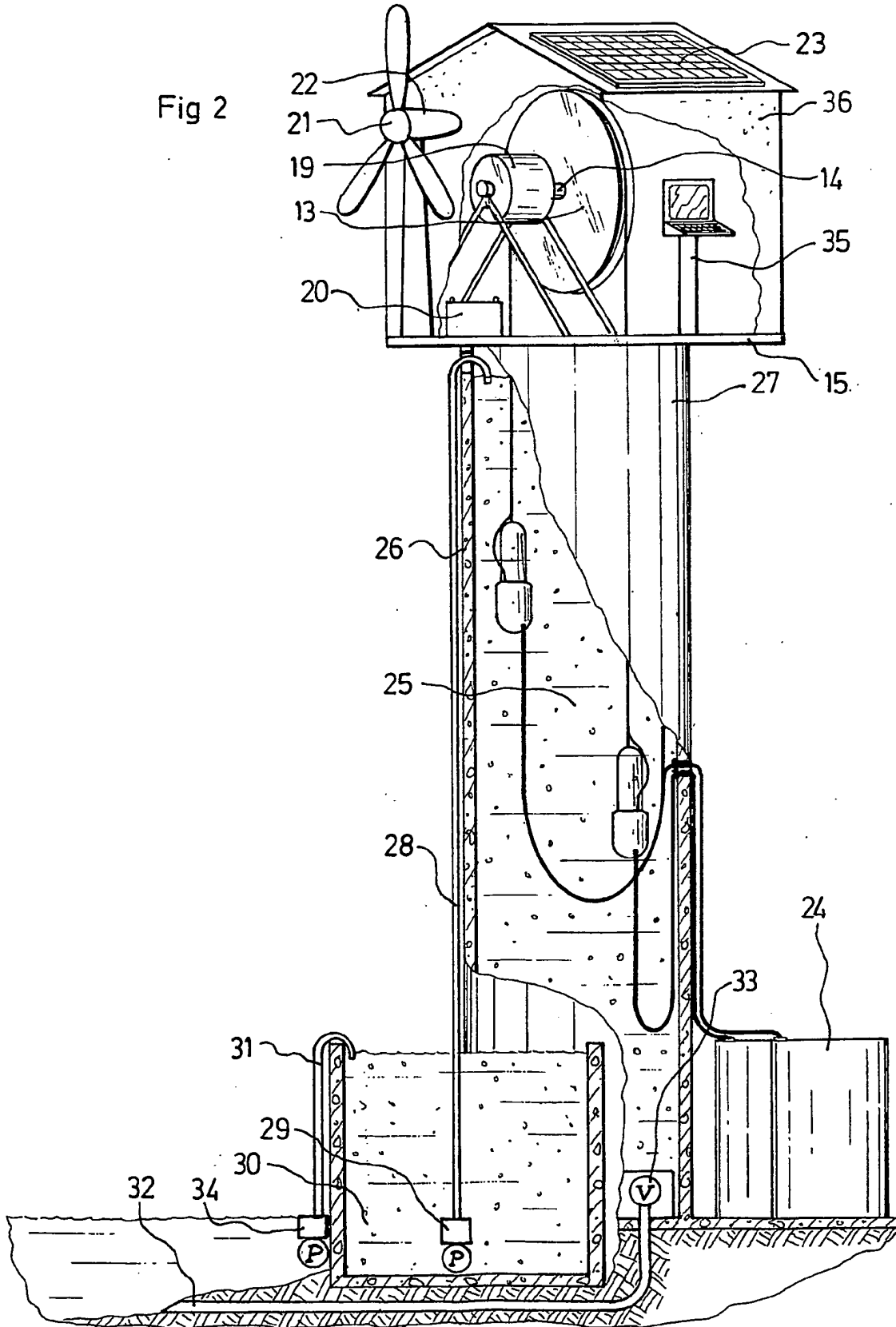


Fig 2



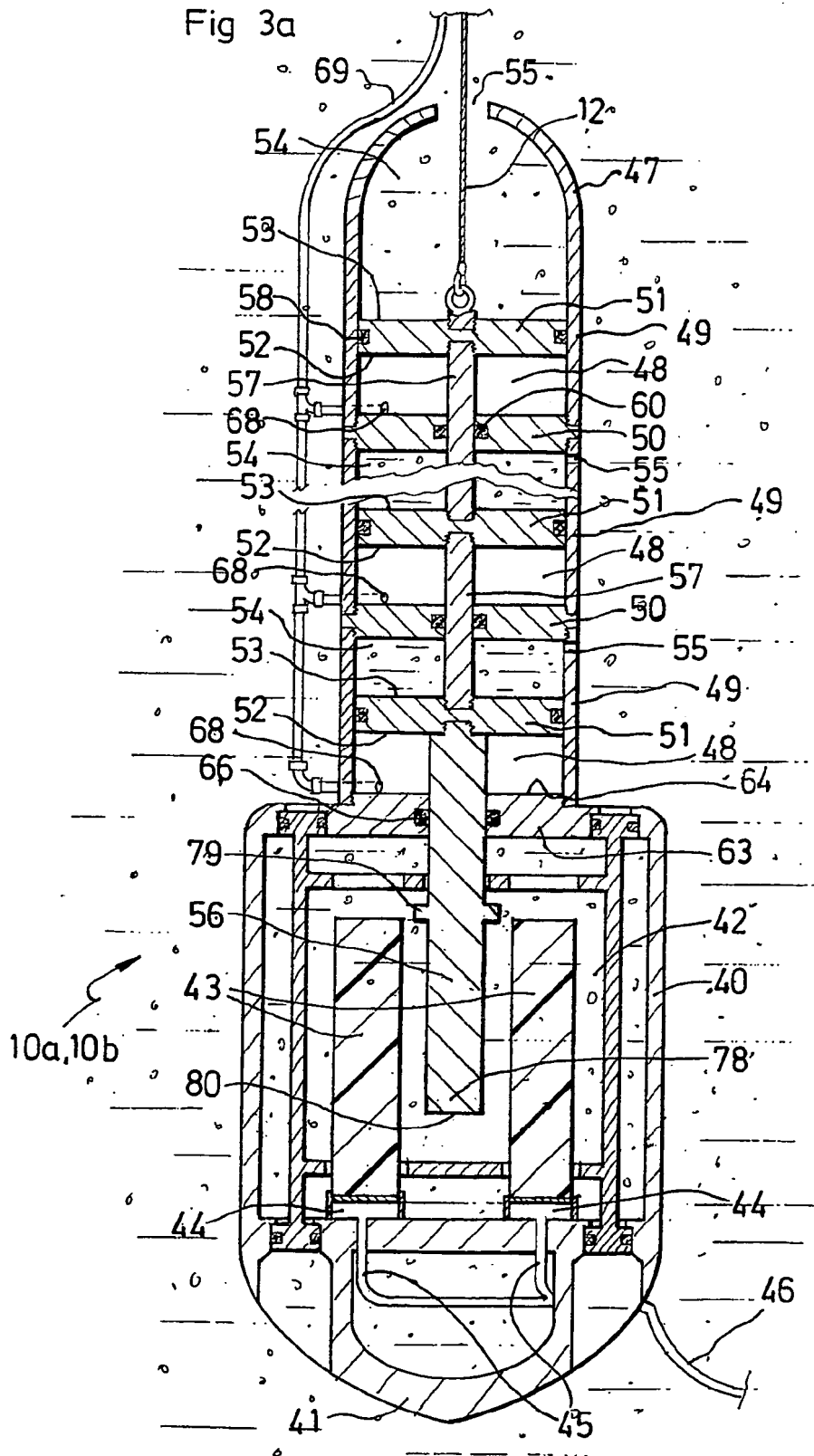
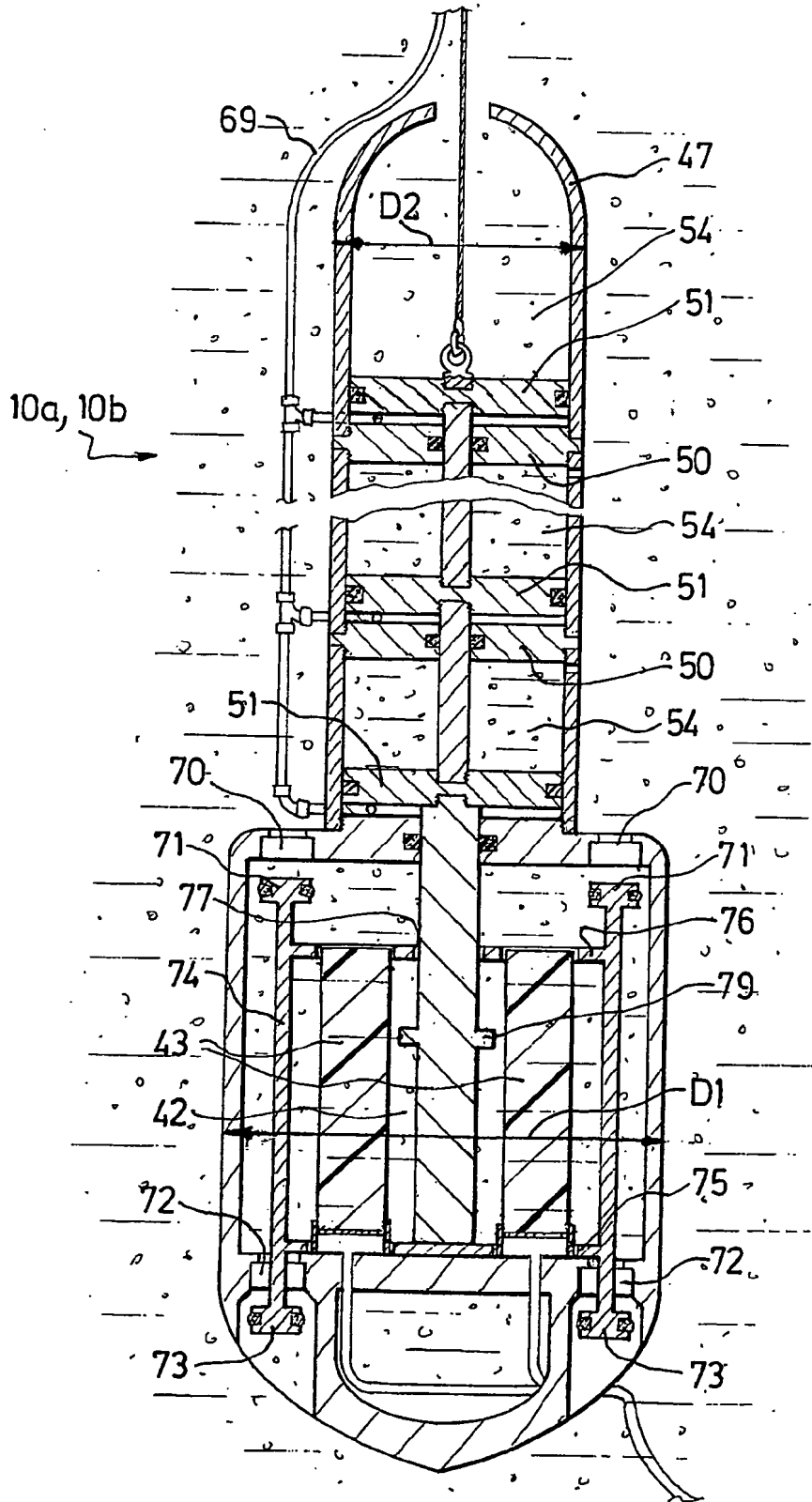


Fig 3b



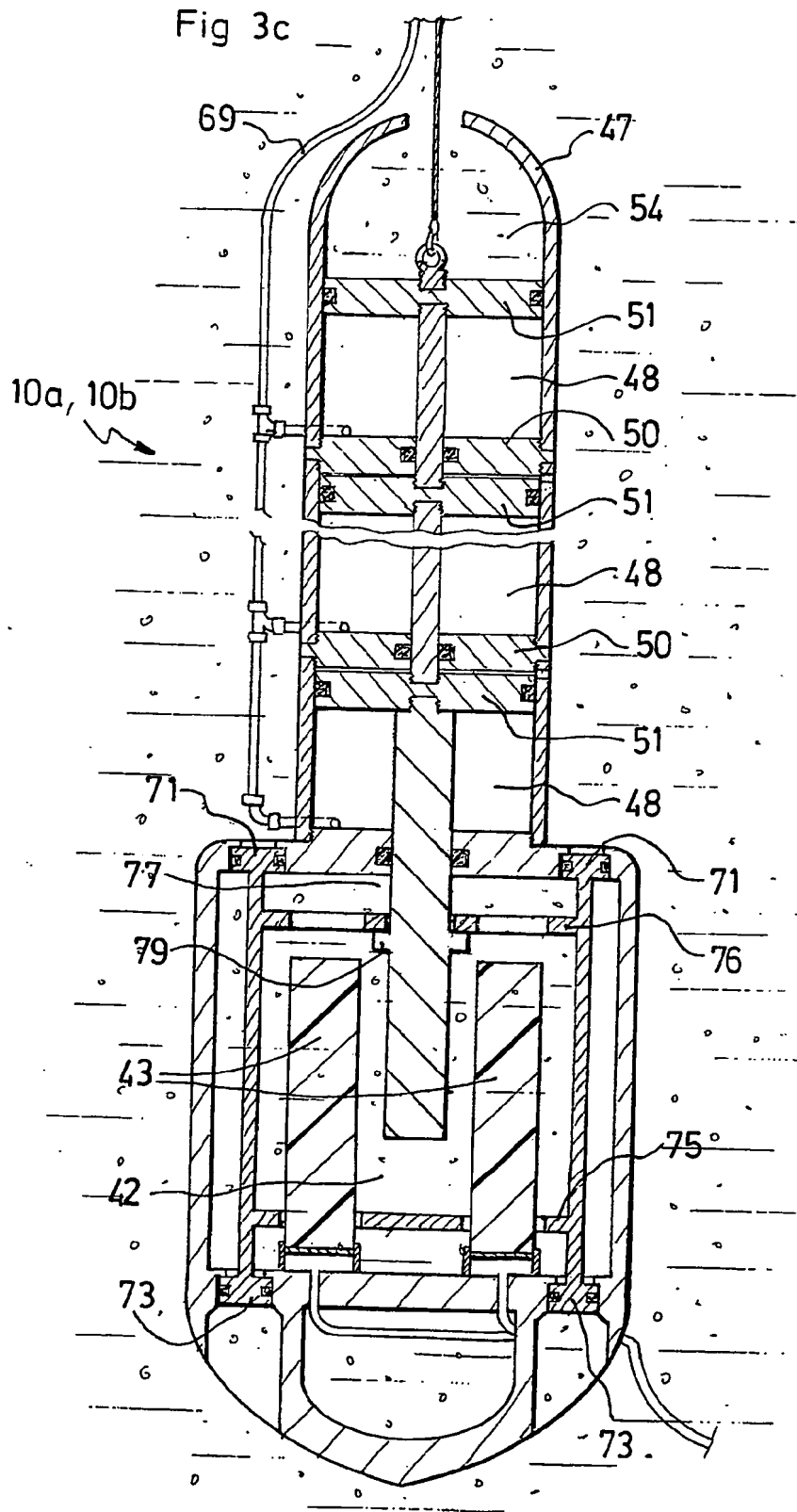


Fig 4

