

320953

P.- 30.859

File N° 26513--F-



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 20 de Diciembre de 1.965, con el N° 320.953

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de GENERAL DYNAMICS CORPORATION, entidad norteamerica-
cana, establecida en One Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.,
Estados Unidos de América, por:

"UN APARATO Y UN METODO PARA SEPARAR POR OSMOSIS INVERSA UN
PRODUCTO DESEADO DE UNA SOLUCION ACUOSA"

5 La presente invención se refiere a un procedimiento
y a un aparato de purificación y, más en particular, se re-
fiere a un procedimiento y a un aparato perfeccionados para
purificar o concentrar un producto deseado. Aunque el proce-
dimiento y el aparato presentes tienen un amplio campo de
aplicación, son particularmente útiles en la desalineación
de agua salada o agua de mar.

La humanidad ha sentido desde hace mucho tiempo el

320953

25



deseo de obtener agua potable a partir de agua salobre o
agua de mar, y esta obtención se hace extraordinariamente
importante a medida que disminuyen las reservas disponibles
de agua dulce. La posibilidad de convertir regiones deserte-
5 ticas, anteriormente áridas, en zonas productivas proporci-
onando adecuadas reservas de agua dulce sería un notable lo-
gro.

Se han propuesto o intentado diversos medios para desa-
linizar agua salada o agua de mar. Se han utilizado con esta
10 finalidad procedimientos de evaporación, pero han demostrado
en general ser antieconómicos para la mayoría de los fines.
Los métodos de destilación solar requieren generalmente gran-
des estructuras, que son bastante costosas. Se han intentado
también diversos métodos eléctricos de purificación basados
15 en procedimientos de retirada de iones, pero en general no
han sido económicos para la desalinización del agua del mar.
No se han intentado en cualquier escala sustancial los mé-
todos que utilizan los principios de la ósmosis.

Un objeto de la presente invención es crear un méto-
20 do y un aparato perfeccionados para purificar o concentrar
un producto deseado.

Otro objeto de la presente invención es la creación
de un método y un aparato perfeccionados para la purificación
del agua utilizando los principios de la ósmosis.

25 Otro objeto de la presente invención es crear un mé-
todo y un aparato para la separación de agua purificada de
agua salina por osmosis inversa.

Un objeto particular de la presente invención es se-
parar agua purificada de agua salobre o agua de mar utilizan-
30 do los principios de la ósmosis inversa.



Otro objeto particular de la presente invención es separar agua purificada de agua salobre o agua de mar o concentrar un producto deseado empleando el principio de la ósmosis inversa y utilizando un módulo de membrana semipermeable que tiene una gran relación de superficie a volumen.

Otro objeto particular todavía de la presente invención es separar agua purificada de agua salida o agua de mar o concentrar un producto deseado aplicando el principio de la ósmosis inversa y empleando una estructura de membrana modular que es fácilmente sustituible con un gasto mínimo.

Otros objetos y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada siguiente considerada en unión con los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente arrancada, de una realización de una unidad de purificación de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una estructura de membrana, como se ve durante la fabricación de un módulo de membrana de la unidad de purificación de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal, fragmentaria, ampliada, de la estructura de membrana de la figura 2,

La figura 4 es una vista en perspectiva de una realización alternativa de una estructura de membrana y de su módulo de membrana en una etapa de construcción anterior de acuerdo con la presente invención. Y

La figura 5 es una vista en perspectiva del módulo de membrana terminado de la figura 4 y de sus conexiones. Y

320953



La figura 6 es una gráfica de la presión osmótica en función del porcentaje de concentración de sólidos para agua de mar corriente.

De acuerdo con la presente invención, se crean un método y un aparato para la separación económica de agua purificada de agua salobre o agua de mar en cantidades comerciales. El método y el aparato emplean al fenómeno conocido por los versados en la materia como ósmosis inversa.

Los procedimientos de ósmosis son bien conocidos. La ósmosis comprende la difusión que se realiza a través de una membrana semipermeable, que separa típicamente dos soluciones, que tiende a igualar la concentración de los solutos en cada solución. Puede definirse una membrana semipermeable igual como una membrana que tiene una permeabilidad finita para un componente en la solución, por ejemplo, agua al tiempo que permanece totalmente impermeable para el otro componente en la solución, por ejemplo, cloruro sódico. típicamente, en el proceso de ósmosis, el agua pura se difunde desde una primera solución que tiene una menor concentración de soluto a través de la membrana en una segunda solución que tiene una mayor concentración de soluto.

Es posible limitar la difusión del agua pura a través de la membrana manteniendo la segunda solución, (que tiene la mayor concentración de soluto), a una elevada presión con respecto a las condiciones de presión de la primera solución. La presión particular, a la cual se retarda o interrumpe sustancialmente la difusión a través de una membrana idealmente semipermeable en la segunda solución, se conoce como presión osmótica.

Si la presión aplicada a la segunda solución es aumen-



tada adicionalmente por encima de la presión osmótica de la segunda solución, se produce una difusión inversa y se difunde agua a través de la membrana en la primera solución, lo cual se conoce como ósmosis inversa. La presión particular requerida para producir la ósmosis inversa varía de acuerdo con las soluciones particulares dispuestas en lados opuestos de la membrana semipermeable.

Pueden efectuarse también la ósmosis y la ósmosis inversa entre una solución y un ambiente gaseoso, tal como aire. Si se dispone agua de mar ordinaria en un lado de una membrana semipermeable apropiada, con una atmosfera gaseosa en el otro lado, y se somete el agua de mar a una presión absoluta de aproximadamente $24,50 \text{ kg/cm}^2$, empieza a producirse la ósmosis inversa, dando por resultado la difusión del agua pura a través de la membrana. En la figura 6 está representada una gráfica de la presión osmótica en función del porcentaje de concentración de sólidos para agua de mar ordinaria. Este método de obtención de agua pura a partir de agua de mar ha sido propuesto como un medio de emergencia para obtener pequeñas cantidades de agua potable en el caso de un naufragio, como se describe en la patente norteamericana No. 3.060.119. Sin embargo, el método y el aparato descritos en esa patente no son adecuados para la separación de agua purificada en una cantidad adecuada para un fin cualquiera diferente de situaciones de emergencia. A este respecto, y como se ha observado anteriormente, no ha habido hasta ahora ninguna utilización comercial de los métodos de ósmosis inversa de purificación de agua de mar.

De acuerdo con la presente invención y haciendo referencia a la figura 1 del dibujo, se crea una unidad 9 de

320953

25



purificación de agua que incluye un módulo de membrana 10, una caja 11 para contener el módulo y un conjunto 12 de recogida del agua producida.

5 Las figuras 2 y 3 representan las características del módulo de membrana 10 y de su método de fabricación con particularidad. El módulo 10 incluye un mandril o tubo central 15, sobre el cual está enrollada en espiral una estructura 14 de membrana que comprende una envolvente 16 y una rejilla separadora 17. La envolvente 16 comprende una
10 primera membrana semipermeables 18, una segunda membrana semipermeable 20 y una capa de material de respaldo 24. La rejilla separadora 17 está dispuesta junto a la primera membrana semipermeable 18 en la estructura 14 de membrana (figuras 2 y 3), pero cuando la estructura es enrollada sobre
15 el tubo 15 para dar el módulo de membrana acabado 10 (figura 1), se aprecia que se encuentra junto a ambas membranas semipermeables 18 y 20. Las membranas primera y segunda 18 y 20 están adecuadamente unidas entre sí para dar un cierre estanco a los fluidos a lo largo de tres bordes 26a, 26b,
20 26c, para proporcionar así la envolvente 16, pero se deja el cuarto borde 26d sin pegar para unión con el tubo 15.

Las membranas semipermeables 18 y 20, que comprenden la envolvente 16, están generalmente en la forma de delgadas láminas de un material que tiene propiedades de permeabilidad predeterminadas. Para obtener un funcionamiento eficaz, las láminas de membrana 18 y 20 son fabricadas de un material que presenta propiedades sustanciales de repulsión
25 de las sales. Uno de estos materiales comprende acetato de celulosa.

30 Se han desarrollado ciertos otros materiales políme-



ros, que presentan dichas propiedades de repulsión de las sales, que sin embargo, pueden dar por resultado velocidades de paso de agua purificada sustancialmente menores que las que son posibles cuando se utilizan membranas de acetato de celulosa. Uno de tales materiales es un copolímero de eter metilvinilico y anhídrido maleico, cuyo copolímero se mezcla con poli(alcohol vinilico). Otro de tales materiales es polivinil metil cetona. Ambos materiales citados están soportados normalmente por una lámina u hoja de celofana.

El material de respaldo 24 es preferiblemente tal que puede resistir las presiones sustanciales aplicadas sin aplastamiento o deformación indebida. El material de respaldo 24 debe tener también una porosidad suficientemente alta de modo que no resulten caídas de presión sustanciales del paso del agua producida a su través, como se explica subsiguientemente en detalle.

El algunos casos, puede servir fieltro de algodón o de lana como material de respaldo 24, Si ha de emplearse un sistema en el que no se encuentran en general presiones absolutas en exceso de 35 kg/cm^2 , pueden utilizarse ventajosamente, como material de respaldo, diversos materiales plásticos fibrosos. Con este fin, pueden utilizarse muchos plásticos fibrosos, tales como nylon, poliéster, rayon, viscosa de rayon o fibras acrílicas, que no resultan afectados por su exposición a fluidos de tratamiento y que son adecuados para ser mojados por un adhesivo adecuado.

Se ha visto en general que no pueden utilizarse materiales fibrosos particulares cuando se anticipa que la presión mantenida en la unidad de purificación 9 sobrepasa-

320953

25 FEB 1964



rá aproximadamente 35 kg/cm^2 . Como se calculan presiones absolutas con un margen de variación de hasta 105 kg/cm^2 puede ser deseable emplear un tipo de material relativamente incompresible, tal como tela de vidrio o arena, que ha sido hecha pasar por tamices de tamaños de mallas apropiados.

Como se ha indicado anteriormente, el material de respaldo 24 proporciona un canal de flujo para el agua producida. La rejilla separadora 17, por otra parte, proporciona un pasaje de flujo para el agua a purificar. Como se ilustra en las figuras 2 y 3, la rejilla separadora está enrollada en espiral sobre el tubo 15 con la envolvente 16 para proporcionar una separación entre capas sucesivas en espiral de la envolvente 16 sobre el módulo 10. A este respecto, es posible en algunos casos obtener un funcionamiento más eficaz de la unidad de purificación introduciendo el agua de alimentación a través de un tubo de entrada (no mostrado) que se extiende dentro de las vueltas de la misma rejilla separadora 17. Utilizando tal configuración, el agua de mar puede ser suministrada en una trayectoria generalmente en espiral similar a aquella a lo largo de la cual es separada el agua producida, aumentando así sustancialmente la longitud de la trayectoria de contacto del agua de mar con la superficie de las membranas, y aumentando la eficacia de la separación del módulo.

Sin embargo, en el modo habitual de funcionamiento, la rejilla separadora 17 proporciona un pasaje en espiral, a través del cual es conducida el agua a purificar en una dirección paralela al eje geométrico del tubo 15 y en ángulo recto con respecto a la dirección de flujo del agua pro-



ducida. Pero, para la mayor parte de los fines, es satisfactorio emplear un material sin rizar que tenga una estructura reticular, tal como una tela, como material de la rejilla separadora.

5 Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el tubo 15 es sustancialmente hueco y está provisto de una pluralidad de ranuras o agujeros axialmente alineados 32 en su circunferencia exterior. El borde sin unir o cúspide 26d de la envolvente 16 está unido al tubo 15 para proporcionar una conexión estanca a los fluidos y para proporcionar una comunicación de fluido entre los agujeros 32 y el interior de la envolvente 16. Así, como se representa en la figura 3, la primera membrana semipermeable 18 está unida al tubo junto a un lado de los agujeros axialmente alineados 32, estando
10 la segunda membrana semipermeable 20 unida al tubo junto al otro lado de los agujeros axialmente alineados 32. Evidentemente, la membrana 18 tiene que estar unida también al tubo a lo largo de una parte 26d' de su borde 26a y a lo largo de una parte 26c' de su borde 26c para proporcionar una
15 comunicación estanca a los fluidos. Están previstos así medios para comunicación de fluido entre el interior de la envolvente 16 y el interior hueco del tubo 15 a través de los agujeros 32. El tubo 15 está cerrado de manera estanca en su extremo superior por un tapón 38 asegurado en él, de modo que el fluido conducido a su parte central sea dirigido hacia abajo en dirección a su extremo inferior.

 En la obtención de uniones suficientemente fuertes para que resistan las presiones calculadas en esta memoria y si se utiliza acetato de celulosa como material de las
20 membranas, el adhesivo empleado para unir entre si los
30

320953



bordes 26a, 26b y 26c de la envolvente 16 y el borde 26d al tubo central 15 es deseablemente resina epóxidica modificada. Un adhesivo resinoso preferido de este tipo es una mezcla de Gen-Epoxy 177 y Versamid 140 en una proporción de 30 a 70 en peso. Tal adhesivo es generalmente compatible con los materiales utilizados y los moja adecuadamente, formando una fuerte unión después de que se termina el curado.

La caja 11 está fabricada preferiblemente de cobre u otro material resistente a la corrosión, tal como polí(cloruro de vinilo). Comprende un cuerpo cilíndrico 39 que tiene una cabeza 40 asegurada a su extremo superior y una pestaña 41 asegurada a su extremo inferior. La cabeza y la pestaña están aseguradas al cuerpo por soldadura dura, soldadura por fusión o similares. Están previstos un tubo 42 de entrada de la alimentación dispuesto en el centro de la cabeza 40 y un tubo 44 de salida de desechos dispuesto en el cuerpo 39 junto a la pestaña 41.

Al interior del cuerpo 39, junto a su extremo superior, está asegurado un collarín 45 que tiene un escalón que se extiende hacia adentro. Está previsto un anillo 46 que está ajustado sobre el extremo superior del módulo de membrana 10 y que se asienta contra las capas exteriores de la envolvente 16 y la rejilla separadora 17. Una junta 47 que comprende preferiblemente un anillo tórico, está dispuesta entre el collarín 45 y el anillo 46, cuando el módulo de membrana 10 está en posición de trabajo dentro de la caja 11, y está comprimida entre ellos para proporcionar un cierre sustancialmente estanco a los fluidos. La unidad de purificación 9 está dividida así en un compartimiento de alimentación 54 y un compartimiento de purificación 58. El



agua a purificar (suministrada a través del tubo de entrada 42) es dirigida así desde el compartimiento de alimentación 54 hacia abajo a través de los pasajes de la rejilla separadora 17 en el compartimiento de purificación.

5 Como se representa en particular en la figura 1, la unidad de purificación 9 comprende, además, un conjunto 12 de recogida del agua producida. El conjunto 12 incluye generalmente una pestaña 60 que tiene una boquilla 61 dispuesta en su superficie interior y un tubo 62 de salida del agua producida en su lado exterior conectado a la boquilla 61.

10 Un conectador 63, tal como una pieza de tubo de caucho, está dispuesto sobre el extremo que se extiende hacia afuera de la boquilla 61. El conectador 63 está dispuesto también sobre el extremo abierto del tubo 15. Así, se establece una

15 comunicación de fluido entre el interior del tubo 15 y el tubo 62 de salida del agua producida. Además, están previstos tornillos adecuados 64 para asegurar la pestaña 60 a la pestaña correspondiente 41 de la caja 11. Como se representa, está dispuesta una junta 66 entre las pestañas 60 y 41

20 para proporcionar un cierre estanco a los fluidos.

Aunque el aparato anteriormente descrito puede ser utilizado para tratar diversas soluciones, está destinado en particular al tratamiento de soluciones salinas, tales como agua de mar, y por consiguiente, se describirá su funcionamiento en función de esta utilización. En la descripción de tal tratamiento, se hará referencia a las flechas de la figura 1, que representan direcciones de flujo. En el funcionamiento se suministra agua de mar al compartimiento de alimentación 54 a través del tubo 42 de entrada

25 de la alimentación, desde el cual pasa hacia abajo a tra-

30

320953



vés del compartimiento de purificación 58, específicamente a través de los pasajes del modulo de membrana 10 definido por las vueltas de la rejilla separadora 17. Después de su paso a través de estas partes, el agua de mar, que ha sido
5 despojada de una parte de su contenido original de agua, es descargada desde la unidad de purificación a través de la salida 44 de desechos. El material descargado desde la salida 44 de desechos se denominará en lo que sigue "residuo del agua de mar".

10 Durante todo su tiempo de permanencia en la unidad de purificación 9, se mantiene el agua de mar a una presión suficiente para hacer que se produzca la ósmosis inversa, es decir, para provocar la difusión del agua pura del agua de mar a través de las membranas semipermeables 18 y 20. Esto
15 puede conseguirse eficazmente empleando una bomba adecuada (no ilustrada) para suministrar agua de mar a la unidad de purificación 9 y disponiendo una válvula apropiada de control de la presión (no ilustrada) en el tubo 44 de salida de desechos, regulando así la presión del agua de mar en el
20 compartimiento de purificación 58. Preferiblemente, la bomba proporciona un flujo constante de agua de mar a través del compartimiento de purificación 58, cuyo flujo constante es deseable para mantener en equilibrio la concentración de sal.

25 Como se ha indicado anteriormente, se difunde agua producida sustancialmente pura a través de las membranas semipermeables 18 y 20, a medida que el agua de mar fluye hacia abajo a través del pasaje adyacente a las membranas. Esta agua producida se difunde en el material de respaldo
30 24. Al alcanzar el material de respaldo 24, el agua produ-



cida fluye en una trayectoria generalmente en espiral a través del material de respaldo 24, enrollado en espiral, hasta que alcanza el extremo 26d de la envolvente 16 unido junto al tubo 15. En este punto, el agua producida fluye hacia
5 el interior hueco del tubo 15 a través de los agujeros 32. Al alcanzar el interior del tubo 15, el agua producida sale a través del extremo abierto del tubo, a través del conjunto de recogida 12 y a través del tubo 62 de salida del agua producida. Preferiblemente, el conjunto de membrana 9, que
10 incluye el tubo 15, está dispuesto en una posición vertical de modo que el agua desalinizada salga a través del extremo abierto del tubo 15 por gravedad.

A medida que el agua producida fluye en espiral a través del material de respaldo 24, como se ha descrito anteriormente,
15 experimenta una caída de presión desde el punto en que sale inicialmente de las membranas semipermeables 18 y 20 hasta el punto en que alcanza el tubo 15. Cuando el flujo volumétrico por unidad de superficie de la membrana es sustancialmente constante, esta caída de presión es proporcional a la distancia a que fluye el agua y es inversamente
20 proporcional al cuadrado del diámetro hidráulico eficaz de los poros del material de respaldo 24. Por consiguiente, para reducir al mínimo la caída de presión, el material de respaldo 24 debe tener poros de gran tamaño. Sin embargo,
25 como el material de respaldo sirve también para soportar las membranas 18 y 20, los poros no deben ser tan grandes que las membranas sean impulsadas hacia y a través de los poros. Al mismo tiempo, es deseable emplear un módulo de membrana que tenga una superficie de la membrana relativamente
30 grande y que tenga, por tanto, una máxima longitud

320953

25



de la membrana.

Para conseguir los objetivos precedentes, puede utilizarse la realización alternativa del módulo de membrana ilustrada en las figuras 4 y 5. En esa realización, con objeto de mantener la caída de presión dentro de un valor razonable, preferiblemente alrededor del 10% de la presión de impulsión neta a través de las membranas 18' y 20', esta dispuesta una pluralidad de tubos de desagüe 70. Los elementos correspondientes a los elementos anteriormente descritos con relación a las figuras 1, 2 y 3 están identificados por los mismos números de referencia con un símbolo prima ('). Los tubos de desagüe 70 están dispuestos en contacto con el material de respaldo 24' dentro del módulo de membrana 10'. Estos tubos de desagüe 70 están provistos normalmente de una pluralidad de ranuras 74 a lo largo de su superficie circunferencial exterior. Así, son evacuadas partes del agua purificada a través de los tubos de desagüe 70, a medida que el agua producida fluye a través del material de respaldo 24' hacia el tubo central 15'. Preferiblemente, los tubos de desagüe 70 están fabricados de butirato de celulosa y están cerrados de manera estanca en su extremo superior.

Como se representa en la figura 5, se emplea un colector 76 para conducir el agua purificada desde los tubos de desagüe 70 y el tubo central 15' hacia el conjunto 12' de recogida del agua producida. Los extremos abiertos de los tubos de desagüe 70 están doblados y pasan a través de un acoplamiento 78 que tiene un exterior generalmente cilíndrico y un interior generalmente cónico. Los tubos 70 están dispuestos dentro del acoplamiento 78 de modo que

320953

25 FEB



5 sus extremos abiertos estén junto al extremo de salida del acoplamiento, y el tubo central 15' está dispuesto también en el acoplamiento. Se vierte después una resina epoxídica en el acoplamiento 78 y en torno del los tubos 70 y 15' y se deja que se cure para proporcionar un obturador y un tapón. El acoplamiento 78 es conectado después al tubo de caucho 63 de la misma manera descrita en la realización de la figura 1.

10 Corrientemente, es preferible emplear una pluralidad de unidades de purificación interconectadas adecuadamente con medios de bomba en sus respectivos tubos de entrada y con conexiones de colector apropiadas en sus respectivos tubos de salida para formar un aparato de desalinización de agua adaptable para producir cantidades sustanciales de agua desalinizada a escala comercial.

15 Preferiblemente, los módulos de membrana 10, que han de emplearse, son prefabricados, y las conexiones mutuas entre la pluralidad de unidades de purificación que comprende la instalación, están dispuestas para facilitar un paro periódico de unidades de purificación individuales, permitiendo así una rápida sustitución de los módulos de membrana individuales. Se anticipa que puede ser necesaria la eventual sustitución de los conjuntos de módulos de membrana individuales debido a los efectos corrosivos de las soluciones salinas. Así, la construcción modular descrita, que permite una rápida y económica sustitución de los módulos de membrana individuales, es particularmente ventajosa. La instalación modular diseñada descrita en esta memoria demostrará normalmente que es muy duradera y adaptable para muchos usos. Se anticipa que los costes de conservación son

320953

25F



bastante bajos, cuando se utiliza dicho diseño, ya que solamente, resulta afectada una sola unidad de purificación en caso de avería de las membranas, por ejemplo, y no es necesario el paro de toda la instalación para la sustitución de un modulo de membrana. Asimismo, los costes requeridos para la sustitución de un módulo de membrana serian mínimos debido al uso de módulos prefabricados.

En un ejemplo específico de la práctica de la presente invención, se preparó un módulo de membrana en el que la envolvente de la membrana comprendia hojas de 22,5 cm por 117,5 cm de acetato de celulosa. Las hojas de acetato de celulosa fueron preparadas a partir de una solución de acetato de celulosa (Eastman Chemical NO, 398-3) en una mezcla de agua, acetona y perclorato de magnesio. Se hicieron las hojas depositando la solución sobre un tambor giratorio, del cual se separó una hoja que tenia un espesor de aproximadamente 100 micras. La superficie de la hoja, que estaba alejada del tambor, incluída una capa que no era porosa. Se alinearon las hojas de modo que sus superficies no porosas miraran hacia el agua de alimentación. Esta orientación es ventajosa debido a que facilita la separación de sales desde la superficie expuesta al agua de alimentación.

El material de respaldo de la envolvente comprendia dos capas de un fieltro de dracón vendido bajo la marca Selmatex, que estaban separadas por dos capas de una tela de nylon vendida bajo la marca P4X.

La rejilla separadora del modulo de membrana comprendia telas de polietileno vendidas bajo la marca VEXAR.

Se unieron entre si las membranas semipermeables y se unió la envolvente al tubo central con un adhesivo que



comprendía una mezcla de resinas epoxídicas vendidas bajo la
marca Gen-Epoxy 177 y Versamid 140 en las proporciones de
30 : 70 en peso.

El tubo central comprendía un tubo de butirato de ce-
lulosa con un diámetro exterior de 16 mm y un espesor de la
pared de 3,2 mm. Se cerró el tubo de manera estanca en su ex-
tremo superior y se practicaron agujeros a intervalos de 9,6
mm a lo largo del tubo, siendo el diámetro de los agujeros de
0,320 mm.

Se dispuso el módulo de membrana en una caja fabrica-
da de cobre. El agua de alimentación a la unidad de purifica-
ción comprendía agua corriente con una conductancia de 860
micro-ohms por centímetro, que era equivalente a un contenido
de sólidos disueltos de 700 ppm. Este agua fué suministrada
al compartimiento de alimentación de la unidad de purifica-
ción a una presión de 7,20 kg/cm² y a una temperatura de
26° C.

Se separó agua purificada del tubo de recogida del
agua producida a una velocidad de 47 mililitros por minuto
y se descargó un residuo de agua de alimentación desde el tu-
bo de salida de desechos con un caudal de 47 mililitros por
minuto.

El agua purificada así separada tenía una concentra-
ción de 38 micro-ohms por centímetro, correspondiente a una
concentración de sólidos disueltos de aproximadamente 30 ppm.

Se ha creado, por tanto, un método y un aparato per-
feccionados para la separación de agua purificada de agua sa-
lada o agua de mar con una economía deseable de funcionamiento
y conservación.

Como se ha indicado anteriormente, el aparato y el pro-

320953



cedimiento presentes pueden ser fácilmente adaptados para concentrar una solución acuosa particular, así como para producir agua purificada, A este respecto, sería simplemente necesario disponer medios para recoger o recibir la solución más concentrada previamente considerada como residuo del agua de mar. El agua purificada sería entonces el producto de desecho y podría ser recogida y utilizada o desechada, en tanto que la solución mas concentrada, de la cual se ha separado el agua purificada, quedaria como el producto deseado. Tal aparato ha sido construido y satisfactoriamente ensayado.

Las membranas empleadas en la concentración contenian aproximadamente $0,9 \text{ m}^2$ de superficie expuesta a la solución acuosa. La solución de alimentación acuosa suministrada a los modulos comprendia agua destilada que estaba saturada con sulfato cálcico. La presión aplicada a la solución de alimentación variaba de $6,85$ a $7,15 \text{ kg/cm}^2$ y la temperatura variaba de 27° a 32° C . Durante el paso a través del módulo se producía un sustancial aumento del contenido de sulfato cálcico, generalmente de al menos al 20% . Tal contenido aumentado sobrepasaba el valor de saturación y daba por resultado la precipitación de cristales de sulfato cálcico. Se encontró que los cristales precipitados no se pegaban necesariamente a las superficies de las membranas para estorbar la velocidad de difusión a través de la membrana.

Se comprenderá que resultarán evidentes para los versados en la materia diversas modificaciones y cambios de la descripción precedente. Se considera que tales modificaciones están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

La presente solicitud que corresponde a la presentada



en los Estados Unidos de América, el 21 de Diciembre de 1.964, con el número 419.881, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de In-
10 vención en España por VEINTE años, son los siguientes:

1ª.- Un aparato para separar por ósmosis inversa un
producto deseado, de una solución acuosa, caracterizado por-
que está dispuesta una envolvente que tiene dos membranas
semipermeables espaciadas entre si para definir entre ellas
15 un pasaje, porque estan dispuestos medios para alimentar la
solución acuosa al exterior de dicha envolvente a una presión
mayor que su presión osmótica y porque estan dispuestos me-
dios para recibir agua procedente de dicho pasaje.

2ª.- El aparato de la reivindicación 1, caracterizado
20 porque las dos membranas semipermeables citadas estan unidas
a lo largo de la parte mayor de su periferia para definir
dicha envolvente y porque dicho producto deseado es agua
purificada.

3ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones
25 1 y 2, caracterizado porque dicha envolvente está replegada
varias veces sobre si misma.

4ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones
1 a 3, caracterizado porque dicha envolvente está enrollada
en general en forma de una espiral y porque está dispuesto
30 un material de respaldo, poroso, dentro de dicha envolven-

320953



te.

52.- El aparato de la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios para recibir el agua purificada procedente de dicho pasaje estan dispuestos junto a dicho material de respaldo poroso.

62.- El aparato de las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado porque está dispuesto un mandril generalmente hueco que tiene una pluralidad de agujeros dispuestos en su circunferencia, porque dicho material de respaldo poroso dispuesto dentro de dicha envolvente ocupa sustancialmente dicho pasaje definido por dicha envolvente, y porque dicha envolvente está enrollada en espiral sobre dicho mandril de modo que se establezca una comunicación de fluido entre dicho material poroso de respaldo y dichos agujeros.

72.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque dicha pluralidad de agujeros dispuestos alrededor de la circunferencia de dicho mandril hueco estan axialmente alineados, porque está dispuesta una pluralidad de tubos que tienen, cada uno, una pluralidad de agujeros circunferencialmente espaciados, junto a dicho material de respaldo de modo que haya comunicación de fluido entre dicho material de respaldo y el interior de dichos tubos, y porque estan dispuestos medios para recibir agua purificada procedente de dichos tubos y de dicho mandril.

82.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque está previsto un recinto estanco a la presión para recibir dicha envolvente, teniendo dicho recinto estanco a la presión un compartimiento de alimentación que incluye un tubo de entrada de alimentación, un compartimiento de purificación que incluye un tubo de sa-

320953
23 JUL



5 lida de desechos, y un conjunto de recogida que incluye un tubo de salida del agua producida, porque dicha envolvente está dispuesta dentro de dicho recinto en comunicación con dicho compartimiento de alimentación, porque están dispuestos medios para alimentar la solución acuosa en dicho compartimiento de alimentación a través de dicho tubo de entrada de la alimentación a una presión mayor que su presión osmótica, y porque están dispuestos medios para suministrar agua purificada a dicho conjunto de recogida.

10 9.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones y 7 y 8, caracterizado porque dichos medios para recibir agua purificada procedente de dichos tubos y dicho mandril son un colector.

15 10.- Un método para separar por ósmosis inversa un producto deseado, de una solución acuosa, caracterizado por las operaciones de disponer un pasaje en una envolvente definida por dos membranas semipermeables en relación espaciada, alimentar la solución acuosa al exterior de dicha envolvente a una presión mayor que su presión osmótica, y
20 recoger el agua procedente de dicho pasaje.

25 11.- El método de la reivindicación 10, caracterizado por plegar varias veces dicha envolvente sobre sí misma y por alimentar la solución acuosa al exterior de dichos pliegues.

30 12.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por plegar dicha envolvente en espiral y por alimentar un material de resplado poroso al interior de dicho pasaje.

300 13.- Un aparato y un método para separar por ósmosis inversa un producto deseado de una solución acuosa.

320953

23



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta memoria consta de veintidos hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid,

P.A.

23 JUN 1958

Alberto de Elzabura
For Podes

320953

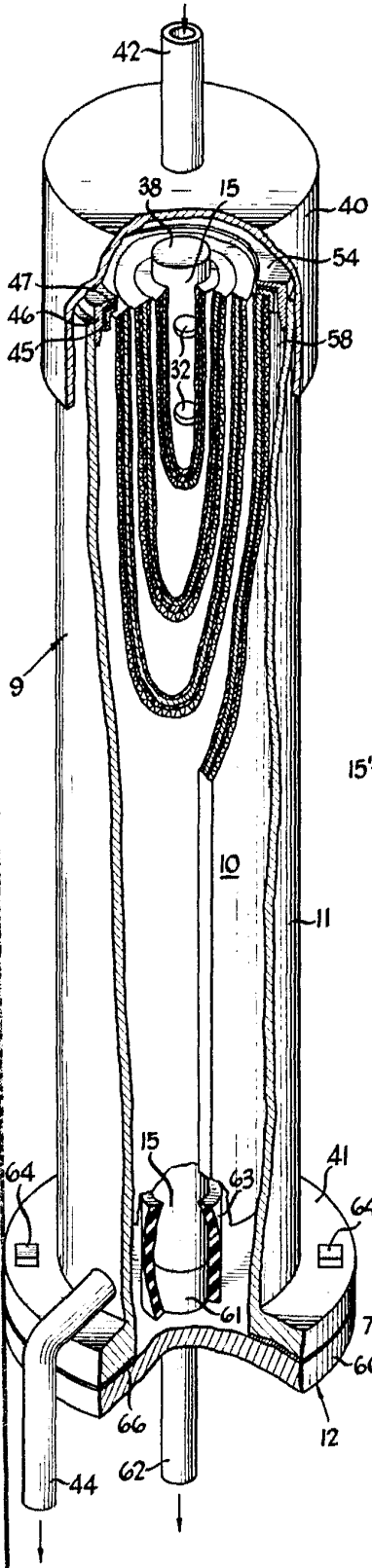


Fig 1

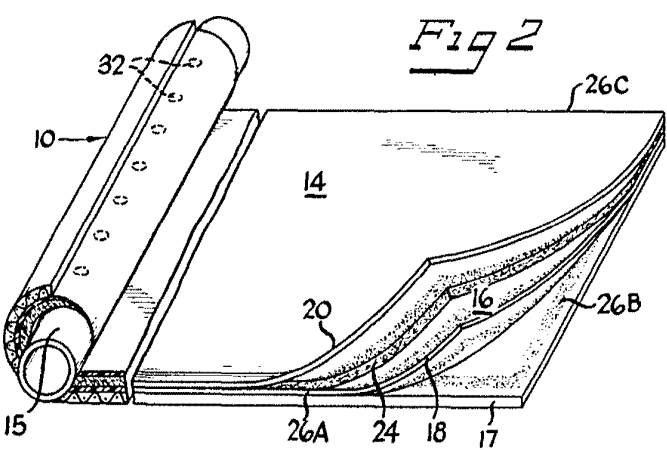


Fig 2

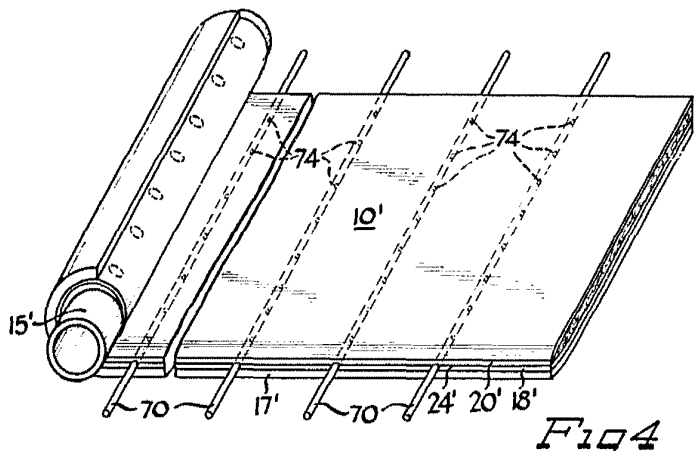


Fig 4

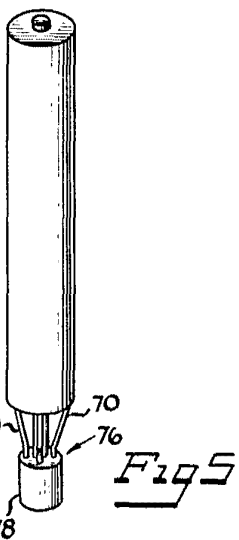


Fig 5

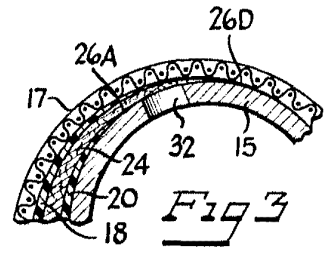


Fig 3

Alberto C. ...
Proprietario

SPAIN

ESCALA VARIABLE

711 1000 10000 100000 1000000 10000000 100000000 1000000000



320053

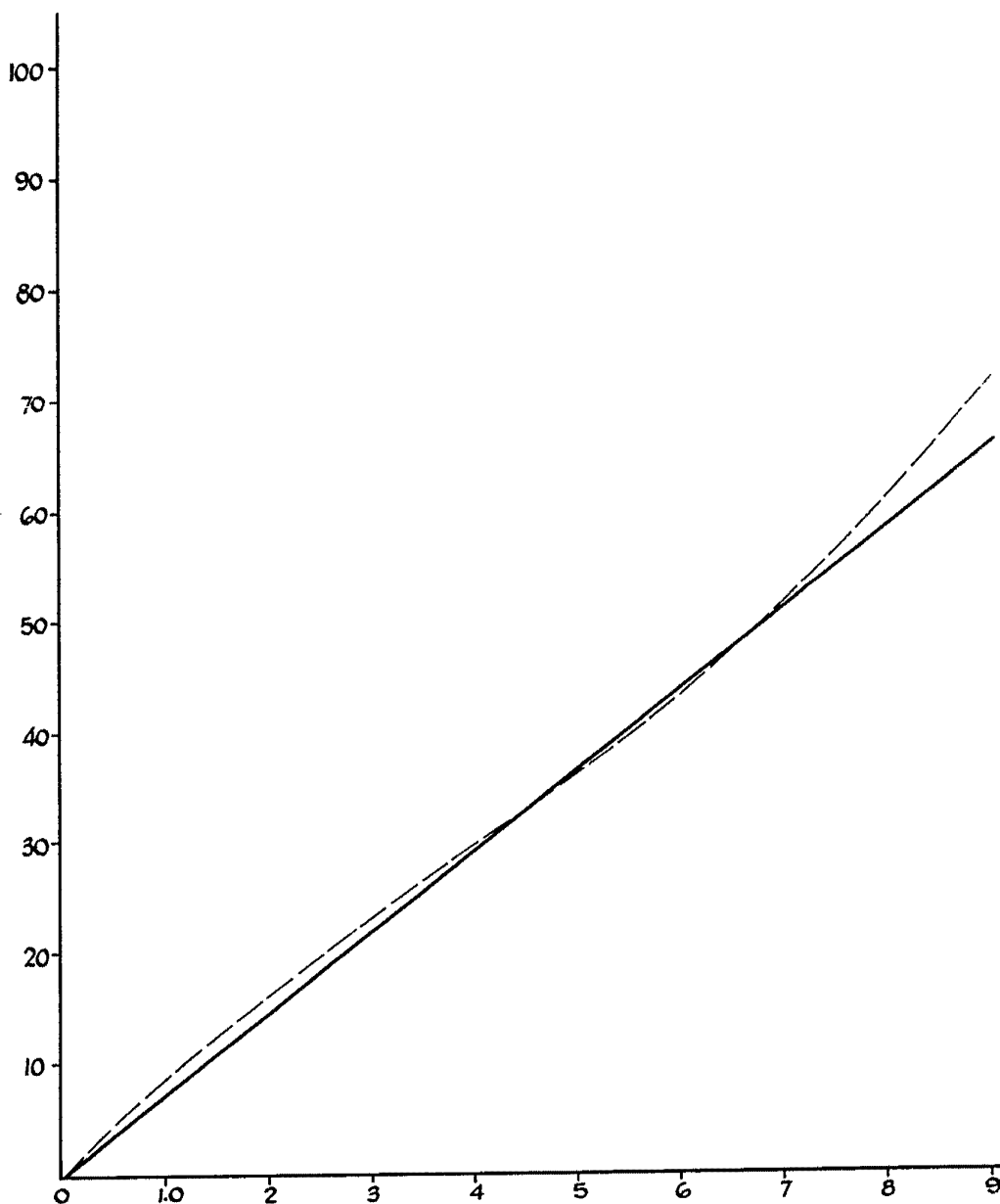


Fig 6

Alberto G. ...
Poe ...