



P - 31.533

File nº 26649-F

324436

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

PATENTE D E INVENCION

formulada el 20 de marzo de 1.966, con el nº 324.436

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

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

"UNA DISPOSICION DE MODULO DE MEMBRANA PARA USO EN UN APA-
RATO SEPARADOR"

Esta solicitud de patente se refiere a un aparato de
separación y a métodos para fabricar el mismo, y más espe-
cialmente a un aparato mejorado para separar un primer com-
ponente fluido de una mezcla fluida del primer componente
5 fluido y un segundo componente, y a métodos mejorados pa-
ra fabricar tal aparato.

Es conocido emplear membranas semipermeables para
separar componentes de mezclas de diversos fluidos. Por
ejemplo, se emplean membranas semipermeables para sepa-
10 rar componentes líquidos de una mezcla de líquidos, para

**POOR
QUALITY**

324436



separar componentes gaseosos de una mezcla de gases, y para separar disolventes líquidos de una solución líquida de un disolvente líquido y un soluto disuelto. Estando cada vez más extendida la creencia de que existe una escasez mundial de agua dulce, se ha hecho recientemente una labor considerable para producir agua dulce a partir de agua del mar o de aguas salobres empleando membranas semipermeables que frecuentemente se denominan membranas osmóticas de flujo inverso. Aunque la tendencia natural de la ósmosis hace que un disolvente en una solución líquida fluya desde la menor concentración de soluto a la mayor concentración de soluto, la aplicación de presión hidráulica superior a la presión osmótica de la membrana semipermeable invierte la dirección del flujo y, dependiendo de las condiciones operantes y de las membranas particulares empleadas, puede usarse para hacer que agua dulce de contenido de soluto o salino apreciablemente inferior pase a través de la membrana al lado de menor presión.

Recientemente se han desarrollado membranas semipermeables hechas de materiales polímeros orgánicos, tal como de acetato de celulosa, las cuales han demostrado poseer buenas características osmóticas para la producción de agua dulce a partir de agua salada. Estas membranas semipermeables se designan en algunas ocasiones como membranas de capa doble ya que incluyen una capa superficial activa muy delgada en combinación con una capa porosa más gruesa. Esas membranas de capa doble y los métodos para su producción se describen con detalle en los Boletines PB 166395 y PB 181571 de la Office of Saline Water (OSW) del Departamento del Interior de los Estados Unidos de Amé

324436



966

rica, cuyos boletines pueden obtenerse del Departamento de Comercio de los EE.UU.

5 En el uso de membranas semipermeables para la separación de componentes flúidos de mezclas de flúidos, uno de los parámetros operantes que afecta a la cantidad de producción que se obtiene usando una membrana dada, es el área superficial total de la membrana que está en contacto con la mezcla de alimentación de flúido de alta presión; a igualdad de las demás condiciones operantes, una
10 membrana de mayor área dará paso a más del componente flúido que pasa por permeabilidad, que una membrana de menor área. En consecuencia, para que un aparato de separación que emplea membranas semipermeables tenga una gran capacidad, es importante incorporar una gran cantidad de área superficial de membrana semipermeable que esté en contacto
15 con la mezcla de flúidos de alimentación en un volumen dado. Evidentemente, cuanto más delgadas sean las membranas semipermeables que pueden emplearse operativamente, tanto mayor será el área superficial que puede ser incorporada en un
20 volumen dado.

Para obtener grandes cantidades de área superficial de membranas semipermeables en un aparato de separación compacto, es conocido emplear un mandril central que contiene un paso colector que se extiende axialmente y enrollar
25 en espiral en torno a ese mandril dos láminas de material de membrana semipermeable que flanquean a una lámina de material de respaldo (cuyo material de respaldo proporciona un paso de flujo en el plano del mismo para el componente flúido que pasa por permeabilidad a través de las membranas
30 semipermeables) y disponer otro paso de flujo proveyendo lá

324436



mina entre arrollamientos en espiral de las membranas semipermeables, cuya lámina proporciona un paso en el conjunto enrollado en espiral terminado, a través del cual puede ser convenientemente suministrada la mezcla de alimentación a las superficies de las membranas semipermeables, por ejemplo bombeando la mezcla de alimentación de fluidos a su través en una dirección paralela en general al eje geométrico del mandril central. Este conjunto de mandril central y láminas enrolladas en espiral se denomina a veces un módulo de membrana, y en lo que sigue se designa así. En funcionamiento, el componente fluido que pasa por permeabilidad desde la mezcla de alimentación a través de las membranas semipermeables entra en el material de respaldo y fluye en el plano del mismo en espiral hacia dentro, al paso axial en el mandril central, con cuyo paso está en comunicación de fluido. Un aparato de separación de este tipo general se describe en la solicitud de patente para los EE.UU. número de serie 419.881, presentada con fecha 21 de diciembre de 1964.

20 Un objeto del presente invento es proporcionar un aparato de separación mejorado que emplea membranas semipermeables y proporcionar un método mejorado para fabricar el mismo. Otro objeto es proporcionar un aparato para separar un componente fluido de una mezcla de fluidos del primer componente fluido y de un segundo componente, empleando membranas semipermeables, cuyo aparato tiene mejores características de montaje y de funcionamiento. Otro objeto es proporcionar un módulo de membrana mejorada para aparato de separación, cuyo módulo de membrana emplea láminas de membranas semipermeables. Todavía otro objeto es proporcionar

324436



un módulo de membrana mejorada del tipo anterior, que tiene un diseño simplificado, el cual es susceptible de fabricación económica. Todavía otro objeto es proporcionar un método mejorado para fabricar módulos de membrana para aparatos de separación empleando membranas semipermeables, cuyo método está destinado a las técnicas de producción en serie. Todavía otro objeto es proporcionar un módulo de membrana mejorado que es espacialmente adecuado para uso en un aparato de separación diseñado para separar agua de una solución acuosa por medio de ósmosis de flujo inverso, a fin de o bien recuperar agua dulce a partir de agua salada, o bien de concentrar una solución acuosa deseada. Estos y otros objetos del invento se exponen más detenidamente en la descripción detallada que sigue y en los dibujos que se acompañan, en los que:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva, parcialmente recortada, de una realización preferida de una unidad de separación fabricada de acuerdo con los principios del presente invento;

La Fig. 2 es una vista en planta de una disposición de membrana como se ve durante una fase inicial en la fabricación de un módulo de membrana de la unidad de separación ilustrada en la Fig. 1;

La Fig. 3 es una vista en perspectiva parcial de la disposición de membrana de la Fig. 2, que ilustra más particularmente ciertos detalles de su fabricación;

La Fig. 4 es una vista en acción transversal esquemática de una realización alternativa del aparato de separación que realiza diversas características del invento;

La Fig. 5 es una vista en perspectiva desarrollada



fragmentada y ampliada que ilustra especialmente el módulo de membrana representado en la Fig. 4, en un estado de desenrollado con partes recortadas;

5 La Fig. 6 es una vista en sección transversal, horizontal y ampliada, tomada en general a lo largo de las líneas 6-6 de la Fig. 5, mostrando la disposición de membrana tal como se ve durante una fase inicial de la fabricación del módulo de membrana;

10 La Fig. 7 es una vista similar a la de la Fig. 6, de otra realización alternativa de una disposición para un módulo de membrana, que realiza varias de las características del invento;

15 La Fig. 8 es una vista en alzado esquemática de otra realización alternativa de una disposición de membrana, cuya vista es ilustrativa de un método de fabricar tal módulo de membrana que realiza varias de las características del invento;

20 La Fig. 9 es una vista fragmentada ampliada, similar a las de las Figs. 6 y 7, de la disposición de membrana ilustrada en la Fig. 8;

La Fig. 10 es una vista en perspectiva, similar en general a la de la Fig. 5, con partes recortadas, ilustrando el módulo de membrana representado en las Figs. 8 y 9, con un tapón superior instalado;

25 La Fig. 11 es una vista en sección horizontal, con partes recortadas, de todavía otra realización alternativa de un módulo de membrana que posee varias de las características del invento;

30 La Fig. 12 es una vista fragmentada ampliada de la Fig. 11;

324436



La Fig. 13 es una vista en perspectiva desarrollada, reducida en tamaño, de la subestructura de mandril representada en la Fig. 11 juntamente con un tapón superior;
y

5 La Fig. 14 es una vista en planta de una versión modificada de la subestructura de mandril representada en la Fig. 13.

De un modo muy general, el invento proporciona un módulo de membrana mejorado para uso en la separación de un primer componente líquido de una mezcla de líquidos del primer componente líquido y de un segundo componente, empleando membranas semipermeables, y un aparato para utilizar tal módulo de membrana. Además, se proporciona también un método mejorado para fabricar tales módulos de membrana. Brevemente expuesto, el módulo de membrana mejorado comprende un mandril que tiene un paso axial o una pluralidad de pasos axiales, sobre cuyo mandril se enrollan en espiral láminas de membranas semipermeables y láminas asociadas de material de respaldo poroso y láminas de medios que proporcionan paso de alimentación. Por cuanto las láminas enrolladas en espiral son conectadas de diversas maneras al mandril, o dispuestas junto a éste, antes de ser enrolladas en espiral en torno al mismo, esas láminas se designan de diversos modos como hojas y como que se extienden en general radialmente hacia fuera desde el mandril. Debe entenderse, sin embargo, que en algunas realizaciones alternativas, una sola lámina puede pasar a través del mandril y por tanto constituir dos o más hojas ya que, en su estado montado, sale desde un punto en la periferia del mandril, o próxima a ésta, en una pluralidad de posiciones.

10
15
20
25
30



Tal como se usa en esta solicitud de patente, el término "semipermeable" incluye las membranas que presentan propiedades osmóticas y están particularmente destinadas a la separación de soluciones que incluyen un disolvente líquido y un sólido que está disuelto en él como soluto, así como las diversas membranas semipermeables conocidas en la técnica que son útiles para separar mezclas de gases o mezclas de líquidos. El término "mezcla" tal como se usa en esta solicitud de patente, incluye mezclas de líquidos independientemente de su solubilidad mutua, mezclas de gases diferentes, y soluciones en que una mezcla de un sólido y de un líquido da por resultado la disolución del sólido como soluto en el líquido, así como combinaciones de las anteriores.

En la Fig. 1 se ha ilustrado una unidad de separación la cual incluye un módulo 14 de membrana de hojas múltiples, un recinto de alta presión 18 para contener el módulo, y un conjunto 22 de toma de fluido. Además, en las Figs. 2 y 3 se ilustra con mayor detalle el módulo 14 de membrana mejorado durante una etapa inicial de su fabricación.

En general, el módulo 14 incluye un mandril central 26, que sirve además como medio colector de fluido, o tubo de toma. Una pluralidad de emparedados de membrana, de los que solamente se han ilustrado 4 para mayor claridad, 30a, 30b, 30c y 30d, están intercalados entre un número correspondiente de láminas o capas de material de respaldo 34a, 34b, 34c y 34d, las cuales están convenientemente ligadas al mandril central 26. Los emparedados de membrana 30a, 30b, 30c y 30d comprenden, cada uno de ellos, una lámina de material de membrana semipermeable 38a, 38b, 38c, y 38d, plegada

324436



1966

5 sobre sí misma, y una lámina o capa de material de rejilla
separadora 44a, 44b, 44c y 44d, la cual está dispuesta en-
tre cada uno de los pliegues respectivos. Los emparedados
de membrana 30a, 30b, 30c y 30d se disponen inicialmente al
rededor del mandril central 26 en relación de espaciados
por igual entre sí, en una configuración similar a la de
hojas, como se ha ilustrado en la Fig. 2, como preparación
al enrollamiento en espiral de los emparedados y del ma-
terial de respaldo, apretadamente en torno al mandril cen-
tral 26.

10 En la fabricación del módulo 14 de membrana, un extre-
mo de la lámina del material de respaldo 34a se enrolla ini-
cialmente de manera apretada en torno a sustancialmente la
superficie periférica completa del mandril central 26. El
15 extremo opuesto de la lámina 34a se extiende, de preferen-
cia, radialmente a partir del mandril 26 en una distancia
predeterminada. El emparedado 30a de membrana, que compren-
de la lámina plegada de material de membrana 38a y la lá-
mina de material separador 44a, está dispuesto junto a la
20 parte de hoja que se extiende radialmente de la lámina 34a
de material de respaldo, de tal manera que su extremo cerra-
do está en contacto con la parte del material de respaldo
enrollado en torno al mandril 26, y su hoja 48a está jun-
to a la parte que se extiende radialmente del material de
25 respaldo 34a. Preferiblemente se hace rotar el mandril 26
en una magnitud angular predeterminada, de manera que la
hoja 48a del emparedado 30a hace contacto con la lámina 34a.
Se proporciona una junta estanca a los flúidos a lo largo
de los bordes exteriores 52, 53 y 54 del área de contacto
30 entre la hoja 48a del emparedado 30a y la parte que se ex-



5 tiende radialmente del material de respaldo 34a, mediante la disposición de un adhesivo adecuado en esas regiones. Esta medida sirve para obturar el material de respaldo impidiendo su comunicación con soluciones que no hayan pasado inicialmente a través del material de membrana, y sirve además para proporcionar un paso a través del material de respaldo para el agua que se obtiene purificada.

10 Un extremo de la lámina de material de respaldo 34b está dispuesto preferiblemente en contacto con la parte del material de respaldo 34a enrollada alrededor de la superficie del mandril central 26. El otro extremo de la lámina de material de respaldo 34b se extiende radialmente hacia fuera desde ella. La lámina de material de respaldo 34b se coloca luego en contacto con una hoja 48b del emparedado 15 30a. Entre el material de respaldo 34b y la hoja 48b se proporciona una junta estanca a los flúidos, similar a la proporcionada entre la hoja 48a y el material de respaldo 34a, mediante una disposición correspondiente de un adhesivo similar a lo largo de los bordes exteriores, como se ha re- 20 presentado. Luego se obtura el lado opuesto de material de respaldo 34b a un lado del emparedado 30b de membrana. Estas juntas impiden la comunicación del material de respaldo con soluciones que no hayan pasado inicialmente a través del material de membrana, y sirven para proporcionar un paso en- 25 cerrado, a través del cual puede fluir el flúido que pasa por permeabilidad.

30 El emparedado 30c se liga de manera similar entre la lámina de material de respaldo 34c y la lámina de material de respaldo 34d. Luego se liga el emparedado 30d a un lado de material de respaldo 34d, y se liga en su lado opuesto

324436



5 al material de respaldo 34a, completándose con ello la configuración de hojas, la cual es luego enrollada alrededor del mandril 26. De esta manera pueden ligarse entre sí convenientemente un número deseado de hojas de emparedado, y enrollarse en torno a un mandril central.

10 Una vez que se han ligado las hojas del emparedado y se han enrollado en torno al mandril central, se aplica una capa de material ligante a lo largo de los bordes exteriores de cada una de las láminas del material de respaldo 10 do 34a, 34b, 34c y 34d. La junta que así se proporciona completaba la envuelta del material de respaldo dentro de las láminas de flanqueo de membrana semipermeable e impide la comunicación de material de respaldo con la mezcla de alimentación que no haya pasado a través de las membranas. 15 En general, luego se completa la estructura de módulo enrollando una cinta de plástico (no representada) alrededor de su superficie lateral exterior.

20 Cada una de las hojas de membrana, juntamente con su material de respaldo asociado, sirve, en efecto, como un camino de difusión separado para el fluido que ha pasado por permeabilidad. Debido al empleo de una pluralidad de hojas de material de respaldo, se incorpora una cantidad relativamente grande de superficie de membrana en el módulo 14 de membrana, mientras que la distancia media que debe recorrer el fluido que se ha difundido a través de una hoja particular de material de membrana, hasta alcanzar el paso axial 25 dentro del mandril 26, se conserva relativamente corta.

30 La selección del material de membrana semipermeable depende, por supuesto, del uso para el que esta prevista la unidad 10 de separación. Si ha de emplearse para separa



ción de una mezcla gaseosa, se selecciona una membrana semi-permeable adecuada que proporciona elevada permeabilidad del componente gaseoso deseado. La situación es similar cuando ha de ser separado un líquido de una mezcla de líquidos. Para la separación de un disolvente con respecto a una solución, se usa una membrana osmótica. Cuando se desea separar agua de una solución salina acuosa, se considera que las membranas de acetato de celulosa descritas en los boletines de la OSW anteriormente mencionados, tienen una ventaja económica particular ya que presentan excelentes características para repeler la sal, al tiempo que permiten a su través caudales de flujo superiores al promedio.

El material de respaldo 34 está hecho de láminas relativamente delgadas de un material que tiene una porosidad suficientemente elevada para permitir el flujo sin dificultades de fluido a su través en el plano de las mismas, y que son capaces de soportar una presión sustancial en una dirección transversal en general al plano de las mismas, sin aplastamiento ni fluencia indebida. Por supuesto, el material de respaldo 34 deberá ser suficientemente flexible para poder ser enrollado en configuración en hélice sin romperlo. Si hubiese de tener lugar la densificación de material 34 de respaldo al ser sometido a presiones relativamente elevadas, aquella viene usualmente acompañada de una disminución correspondiente en porosidad. Tal densificación y disminución de porosidad aumenta la resistencia de material de respaldo 34 al flujo de fluido a su través, disminuyendo las diferencias de presiones medias a lados opuestos de las membranas semipermeables 38, y disminuyendo por tanto el rendimiento de la unidad 10 para un conjunto específica-

324436



do de condiciones operantes. La tela grafitada es un material que presenta buenas cualidades para material de respaldo; sin embargo, su coste, bastante elevado, la hace económicamente inapropiada para ciertas operaciones. El carburo de silicio en polvo de dimensiones apropiadas, o partículas de arena de tamaños apropiados, retenidas en la superficie de una lámina de fieltro de plástico con un aglomerante adecuado, se consideran especialmente útiles en operaciones de alta presión, por ejemplo cuando la presión de alimentación puede llegar a ser de 105 kg/cm^2 . Diversos tipos de fieltros de fibras de vidrio fabricadas en forma de láminas flexibles delgadas, presentan también buenas ventajas como materiales de respaldo para ciertos procedimientos de separación.

En casos en que haya de emplearse una presión no superior a unos 35 kg/cm^2 , pueden usarse varios materiales fibrosos plásticos sintéticos como material de respaldo 34. Entre los ejemplos de tales materiales sintéticos se incluyen el nilón, el poliéster, el rayón, el rayón de viscosa y las fibras acrílicas. Estas fibras no son generalmente afectadas por exposición al agua y, por tanto, pueden usarse en la separación de soluciones acuosas, así como de gases.

Mientras el material de respaldo 34 proporciona los canales de flujo para el fluido que pasa por permeabilidad a través de las membranas semipermeables, conduciendo a los medios de colector axial, el material 44 de rejilla separadora proporciona los pasos para la admisión de mezcla de alimentación. En funcionamiento, la mezcla de alimentación es bombeada a través del material 44 de rejilla separadora



en una dirección en general paralela al eje geométrico del mandril 26, y por tanto, en general en ángulo recto con la dirección de flujo del fluido que pasa por permeabilidad, cuyo flujo se produce en general lateralmente, en espiral hacia dentro a través del material de respaldo 34, al paso axial del mandril central. El material 44 de rejilla separadora, se fabrica de preferencia de láminas flexibles, delgadas, muy porosas, que pueden ser fácilmente enrolladas en configuración en espiral. Puesto que el material separador está en el lado de alta presión de la membrana semipermeable 38, no es preciso que proporcione soporte, ni que tenga una resistencia especial a la densificación. En general, puede emplearse una estructura tejida relativamente barata, tal como un material de rejilla de plástico hecha de polietileno, como material 44 de rejilla separadora.

El mandril central 26 tiene en general la forma de un tubo hueco autoportante que tiene una pluralidad de ranuras o aberturas 60 dispersas aleatoriamente en su pared lateral. Esas ranuras o aberturas están dentro de la región ligada por el adhesivo que une el material de respaldo al mandril 26. El mandril 26 puede fabricarse de cualquier material relativamente resistente a la corrosión, que no sea afectado por los componentes particulares de las mezclas fluidas que se están tratando. Por ejemplo, para la separación de agua dulce partiendo de agua salada, el mandril 26 puede ser fabricado de materiales plásticos sintéticos, tales como butirato de celulosa o un acrílico extruido, teniendo ambos materiales buena estabilidad dimensional y estructural en un ambiente de alta presión y relativamente húmedo.

324436



5 Como anteriormente se ha indicado, un extremo del ma-
terial de respaldo 34a está enrollado alrededor de sustan-
cialmente la circunferencia lateral exterior completa del
tubo 26, mientras que las otras láminas del material de res-
paldo 34b, 34c y 34d están dispuestas en contacto con ese
10 arrollamiento inicial. Se proporciona así comunicación de
fluido entre las ranuras 60 y el fluido llevado por el ma-
terial de respaldo. Esta medida permite que el fluido di-
fundido fluya al interior hueco del tubo 26 desde el cual
puede ser convenientemente retirado. El tubo 26 está obtu-
rado por su extremidad superior mediante un tapón 64 asegu-
rado apretadamente en ella, de manera que el fluido condu-
cido a su interior puede ser dirigido hacia el otro extre-
mo, y se impide que en el mismo entre agua de alimentación.
15 Los adhesivos particulares empleados dependen, desde luego,
de las membranas semipermeables particulares usadas. En ge-
neral, y en particular cuando se usan membranas de acetato
de celulosa, se ha comprobado que una resina epoxidica mo-
dificada constituye un adhesivo muy adecuado para ligar los
20 bordes de las membranas semipermeables 38 y las hojas 34 de
material de respaldo, a fin de impedir todo flujo de entra-
da de la mezcla de alimentación en ellas.

El recinto 18 de alta presión puede estar hecho de
cualquier material resistente a la corrosión adecuado que
25 no sea afectado por la mezcla particular de alimentación que
se pretende tratar. En general, entre los ejemplos de mate-
riales adecuados se incluyen el cobre, el acero suave recu-
bierto, el acero inoxidable, resina epoxidica reforzada con
fibra de vidrio, y poli(cloruro de vinilo). El recinto 18
30 comprende una envuelta exterior cilíndrica 62 que tiene un

tapón 70 asegurado a su extremidad superior y una pestaña
72 asegurada a su extremidad inferior. El tapón 70 y la pes-
taña 72 están de preferencia asegurados a la envuelta por
soldadura fuerte, soldadura autógena, etc. Una tubería 74
5 de entrada de alimentación está dispuesta en una posición
en general central en el tapón 70, y una tubería 76 de sali-
da lateral está dispuesta en la envuelta 68 junto a la pes-
taña 72.

El diámetro interior del recinto 18 es en general
10 aproximadamente igual al diámetro exterior del módulo 14
encintado. Así, en algunos casos se proporciona un ajuste
suficientemente apretado entre el módulo 14 y la pared in-
terior del recinto 18, de tal manera que no se precisen otras
juntas. En otros casos puede proporcionarse una obturación
15 adicional enrollando varias vueltas de cinta de plástico
relativamente estrecha (no representada) en torno a una re-
gión adecuada del módulo 14 para proporcionar una banda de
obturación. Cuando la disparidad entre el diámetro exterior
del módulo 14 y el diámetro interior del recinto 18 es tal
20 que los medios de obturación anteriormente descritos no son
satisfactorios, se proporciona una junta disponiendo un aro
acanalado 80 alrededor de una parte adecuada del exterior
del módulo 14. El aro 80 puede ser pegado al módulo 14 con
un material apropiado, de preferencia un adhesivo de cau-
25 cho de silicona. Para completar la junta se dispone un anillo
tórico 82 en la acanaladura provista en el aro 80.

En virtud de la obturación proporcionada por los me-
dios anteriores, la unidad de separación está dividida en
un compartimiento de alimentación 84 y en un compartimien-
30 to de separación 86. La mezcla de flúidos a ser tratado es

324436



suministrada a través de la tubería de entrada 74 y pasa desde el compartimiento de alimentación 84, a través de los pasos en el compartimiento de separación 86 proporcionados por el material 44 de rejilla separadora.

5 Refiriéndonos a la Fig. 1, la unidad de separación incluye además el conjunto 22 de toma de agua producto que incluye una placa circular 90 que tiene una boquilla 92 que pasa centralmente a su través y una tubería de salida 94 conectada al extremo inferior de la boquilla 92. Un conector 96, tal como un trozo de tubo de caucho, está dispuesto sobre la extremidad superior de la boquilla 92 y el extremo inferior del mandril 26 para proporcionar comunicación de fluido entre el paso axial en el mandril 26 y la tubería de salida 94. El conjunto de toma 22 está preferiblemente asegurado a la pestaña 72 por una pluralidad de pernos 100. Entre las pestañas 72 y la placa 90 se dispone una junta 102 periférica para proporcionar una junta estanco a los fluidos.

10 Aunque la unidad de separación 10 puede ser empleada para tratar una diversidad de mezclas de alimentación, dependiendo de las membranas semipermeables particulares empleadas, se considera especialmente destinada al tratamiento de soluciones acuosas, tales como de agua del mar y de aguas salobres; y en lo que sigue se describe brevemente su funcionamiento con referencia al agua del mar. El agua del mar se suministra al extremo superior del recinto 18 por intermedio de la tubería de entrada 74 y fluye hacia abajo a través de los diversos arrollamientos en hélice del material 44 de rejilla separadora. Después de terminado su paso hacia abajo a través del módulo 14 de membrana, el agua

324436



del mar pierde una parte de su contenido en agua original y posee una mayor concentración salina. La salida del agua de mar con su concentración salina aumentada tiene lugar a través de la tubería de salida lateral 76.

5 Puesto que en la separación de agua dulce partiendo de agua de mar, se mantiene la presión por encima de la presión osmótica de la membrana semipermeable particular usada, se emplea una bomba adecuada (no representada) para bombear el agua de mar a la unidad de separación 10. Análogamente, se provee una válvula de control de presión ajustable adecuada (no representada) en conexión con la tubería de salida 76 de manera que se mantiene la presión deseada a través de la totalidad del módulo 14 de membrana. De preferencia se ajusta la bomba para proporcionar un flujo relativamente turbulento de mezcla de alimentación de entrada a través de la unidad de separación 10 de manera que, cuando se emplea una solución tal como de agua de mar, la concentración salina de la capa límite en la corriente de flujo junto a la membrana 38 es mínima.

15
20 Las membranas semipermeables 38 permiten la difusión de agua a su través dentro del material de respaldo 34 en el que fluye en espiral hacia dentro hasta alcanzar el paso axial en el mandril central 26. Por supuesto, el agua experimenta una caída de presión en su flujo en espiral hacia dentro a través de las lánimas de material de respaldo. Esa caída de presión es en general proporcional al cuadrado de la distancia en que debe fluir el agua, e inversamente proporcionar al cuadrado del diámetro hidráulico eficaz de los poros del material de respaldo, en tanto que el flujo volumétrico por unidad de área de membrana sea sustancialmente

324436



5 constante. Es por tanto deseable proporcionar un material de respaldo 34 que tenga poros de tamaños relativamente grandes para hacer mínimas tales caídas de presión. Pero, debido a que el material de respaldo sirve además para so-
portar las láminas de membranas semipermeables, los poros no pueden hacerse tan grandes como para permitir que la mem-
brana 38 sea obligada a introducirse en los poros. El uso de la pluralidad de hojas de material de respaldo acorta la distancia media que debe recorrer el componente fluido sepa-
10 rado para llegar al paso axial en el mandril central 126.

Si se desea, puede emplearse más de un módulo 14 de membrana dentro de una sola unidad de separación 10 conec-
tando la parte superior del mandril central 26 de un módulo inferior a la parte inferior del mandril central 26 del mó-
15 dulo superior. Esa disposición puede ser de especial interés cuando la altura total deseada de la unidad de separación 10 es superior a la anchura de las láminas de membranas semi-
permeables 38 que pueden ser fabricadas convenientemente, de manera que pueden emplearse láminas de una anchura apro-
ximadamente igual a la mitad o menos de la altura de la uni-
dad 10.
20

Alternativamente, puede ser ventajoso, en algún caso, disponer de una pluralidad de módulos 14 de membrana en re-
lación de paralelismo dentro de un solo recinto, hermético a la presión, adecuado. En tal disposición, los extremos
25 abiertos de los mandriles podrían ser conectados a un colec-
tor adecuado y proporcionarse una barrera adecuada en el re-
cinto hermético a la presión a través del cual se extienden los extremos superiores de los módulos 14 dentro de un com-
partimiento de alimentación común. Análogamente, podrían en-
30



plearse dos unidades en serie, dentro de un sólo recinto si se desea, para lograr una separación adicional alimentando el producto de la primera unidad a la segunda unidad, como mezcla de alimentación para ella.

5 Los módulos individuales 14 de membrana de hojas múltiples, pueden ser prefabricados y, por tanto, las interconexiones entre una pluralidad de unidades, como en una instalación de desalinización, pueden disponerse de manera que se facilite la parada periódica de unidades in-
10 dividuales sin perturbar el funcionamiento de las restantes unidades, permitiendo con ello sustituir convenientemente los módulos de membrana individuales. Tal previsión es deseable ya que la limitada vida útil de los módulos de membrana puede imponer probablemente la sustitución pe-
15 riódica de los conjuntos de módulos de membrana individuales. Así, la construcción modular particular permite la sustitución conveniente y económica de los módulos de membrana individuales. Una instalación de desalinización en que se use el diseño modular aquí descrito, tendrá costes
20 de mantenimiento relativamente bajos, ya que el uso de módulos prefabricados disminuye los costes requeridos para sustitución de módulos. Por otra parte, en caso de fallo de membrana, únicamente resulta afectada una sola unidad de separación, de manera que no se precisa una parada to-
25 tal de la instalación para sustituir un módulo de membrana defectuosa.

 En lo que sigue se describen varias realizaciones alternativas de módulos de membrana. Una de las características de estos módulos es que las hojas que proporcio-
30 nan un paso poroso de flujo se extienden en los medios de

324436



1961

paso axial en el mandril para proporcionar con ello buena comunicación de fluido entre los medios de paso axial y los pasos de flujo que se extienden en general radialmente o en espiral.

5 Desde un punto de vista de fabricación, estos módulos de membrana de realizaciones alternativas tienen otras varias ventajas económicas.

10 En la Fig. 4 se ha ilustrado una unidad de separación 110 que en general es similar a la unidad de separación 10. Los materiales de construcción pueden ser los mismos que los descritos para la unidad 10, y por tanto no se repetirán en lo que sigue. La unidad de separación 110 incluye una cámara de alta presión en general cilíndrica 111 fabricada a partir de una envuelta exterior 112 que tiene un tapón 113 asegurado a su extremo superior, un módulo 114 de membrana dispuesto dentro de la cámara 111, y un conjunto 122 de toma de fluido en el extremo inferior de la cámara 111. El tapón 113 está formado con una entrada 115 a través de la cual se suministra la mezcla de alimentación a la cámara 111. Una tubería de salida lateral 124 permite el flujo de salida desde la cámara 111 de la mezcla de alimentación, después que ésta ha pasado a través del módulo 114.

15 La envuelta cilíndrica hueca 112 tiene una pestaña periférica 116 en su extremo inferior, mediante la cual se efectúa la conexión con el conjunto de toma de fluido 122. El conjunto 122 de toma de fluido incluye una placa circular 117 que tiene una tubería 118 que se extiende a través de un agujero central en ella. Un aro de acoplamiento 150, tal como un trozo de tubería de plástico, conecta el extremo superior de la tubería 118 con el módulo 114 de membrana

de una manera que se estudia con más detalle en lo que sigue. Se han provisto unos medios para obturar la cámara. En una de tales disposiciones se emplean pernos 121 para asegurar la pestañita inferior 116 a la placa circular 177, y puede emplearse una junta periférica adecuada (no representada) para asegurar una obturación estanca a los flúidos.

En general, el módulo 114 incluye un mandril central 126 que tiene un paso axial 125 formado en él. Como se aprecia mejor en las Figs. 5 y 6, el módulo 114 incluye una pluralidad de láminas o capas de material de respaldo 134, una pluralidad de láminas de membranas semipermeables 138 y una pluralidad de rejillas separadoras 144. En el ejemplo particular ilustrado, se emplean dos láminas de material de respaldo 134, que ambas se extienden introduciéndose y saliendo del mandril central 126, atravesando con ello el paso axial 125 en el mismo. Cada lámina de material de respaldo 134 está dispuesta en el mandril 126 en una posición entre los extremos de la lámina, generalmente en la parte media de la lámina, a fin de proporcionar dos hojas de longitudes generalmente iguales. En el ejemplo ilustrado se usan cuatro hojas 134a, 134b, 134c y 134d. Es claro que pueden también usarse un menor número de hojas, tal como de solamente dos, o un número bastante mayor, tal como de diez, o doce, o veinte hojas.

Cada una de las hojas del material de respaldo 134 está flanqueada por y encerrada entre dos láminas adyacentes de membranas semipermeables 138. En la realización ilustrada, puede verse que las láminas de membrana semipermeables 138 se extienden a lo largo de toda la longitud de las láminas de material de respaldo 134, incluso a lo largo de

324436



la parte de material de respaldo 134 que está dispuesta dentro del mandril 126, que está dispuesto en el paso axial 125 del mismo. Esta disposición particular facilita la fabricación económica de las láminas de material de respaldo 134 y de la membrana semipermeable 138 en estratificados o grupos de tres capas. Evidentemente, la membrana semipermeable 138 podría separarse del material de respaldo 134 a lo largo de la parte que está dispuesta dentro del mandril 126, a fin de facilitar la transferencia del fluido desde los pasos para flujo proporcionados por el material de respaldo al paso colector axial 125 en el mandril 126. No obstante, desde un punto de vista de producción, está previsto que se harán una pluralidad de perforaciones 140 en la parte del estratificado de tres capas dentro del mandril, operación que puede llevarse a cabo de una manera más sencilla que la de separación.

Como se aprecia mejor en la Fig. 5, los tres bordes de cada hoja de material de respaldo están obturados entre bordes adyacentes de los pares de membranas semipermeables 138 que la flanquean. La obturación se hace simplemente aplicando una cantidad suficiente de un adhesivo adecuado a los tres bordes 130, 131, 132 para asegurar que se logra una obturación y que no puede entrar fluido por los bordes de las hojas 134 de material de respaldo y que, por tanto, debe pasar a través de las membranas semipermeables 138 para poder llegar a los pasos provistos en el material de respaldo. En las técnicas de producción en serie, ese adhesivo se aplica económicamente antes del montaje de los estratificados de tres capas con el mandril 126; no obstante, también puede aplicarse después de montada la disposición de membra-



na (Fig. 3).

Entre cada hoja de tres capas hay dispuesta una lámina o capa de material 144 de rejilla separadora. Ese material de rejilla separadora, en el estado montado del módulo 114 de membrana enrollada, proporciona pasos de alimentación entre arrollamientos en espiral adyacentes de hojas adyacentes de tres capas. El borde más interior de cada hoja de material 144 de rejilla separadora está preferiblemente ligado de una manera adecuada a la periferia del mandril 126, para facilitar así el enrollamiento en espiral ordenado del módulo de membrana. En la Fig. 6, puede verse que se han provisto cuatro láminas de material 144 de rejilla separadora, una junto a cada una de las cuatro hojas de tres capas. Los bordes superior e inferior de las láminas 144 de rejilla separadora están completamente abiertos a fin de facilitar el libre paso de fluido a su través.

En el módulo 114 de membrana enrollado en espiral la mezcla de alimentación se alimenta a la parte superior de la unidad de separación 110 y entra solamente en los bordes superiores de las rejillas separadora 144, debido a que las uniones con adhesivo impiden todo flujo a los estratificados de tres capas de membranas semipermeables 133 y material de respaldo 134. La mezcla de alimentación fluida que entra por los bordes superiores de las rejillas separadoras 144 fluye en general hacia abajo en ellas, paralelamente al eje geométrico del mandril central 126, y sale a través de los bordes inferiores abiertos, saliendo finalmente de la unidad de separación 110 por la tubería de salida 124. Puesto que un el módulo 114 de membrana enrollada en espiral, cada lámina de material 144 de rejilla sepa-

324436



radora queda entre dos láminas de membrana semipermeable 138, la mezcla de alimentación de fluido de llegada es llevada a la totalidad del área superficial de las ocho hojas de membrana semipermeable 138.

5 En la forma ilustrada en las Figs. 5 y 6, el mandril central 126 podría estar hecho a partir de un tubo de longitud, diámetro y espesor de pared adecuados, que se ranura para proporcionar cuatro ranuras de anchura adecuada que se extienden hacia abajo en él, hasta una profundidad de
10 una dimensión ligeramente superior a la dimensión lateral de las láminas de material de respaldo 134 y membrana semipermeable 138. En tal caso, los estratificados de tres capas serían simplemente pasados a través del tubo ranurado, quizás desde el extremo abierto. No obstante, se ha comprobado que el montaje del módulo 114 de membrana en producción en serie se facilita usando, en lugar de un solo tubo provisto de ranuras, una pluralidad de segmentos 142 de
15 mandril (los cuales en las Figs. 5 y 6 son secciones arqueadas de un solo tubo). Los segmentos de mandril 142 están dispuestos en la posición deseada en asociación con las láminas de material de respaldo, dividiendo con ello cada lámina en dos hojas. Sujetando o asegurando juntos los segmentos 142 de mandril, tanto por la parte superior como por la parte inferior, se proporciona un mandril 126 central, estable,
20 compuesto, alrededor del cual pueden enrollarse la pluralidad de hojas para formar el módulo 114 de membrana. En la realización ilustrada, se emplea un tapón superior 146 que tiene formado en él un paso 148 anular que se extiende hacia arriba dentro del cual están ajustadas entre sí las partes superiores de los segmentos 142 de mandril. El aro 150 de
25
30

324436



acoplamiento periférico conecta los segmentos 142 de mandril entre sí junto a los extremos inferiores de los mismos, bajo los bordes inferiores 132 de las láminas estratificadas de capas múltiples.

5 Las partes más inferiores de los extremos de los segmentos 142 de mandril se extienden hacia abajo dentro del aro 150 de acoplamiento, el cual se extiende desde la base del módulo 114 de membrana, hasta un cierto punto por debajo de donde la tubería de salida 118 hace tope
10 con los segmentos 142 de mandril, preferiblemente hasta que hace tope con la placa circular 117. Pueden usarse cualesquiera medios adecuados para proporcionar una buena obturación entre el aro de acoplamiento 150 y la tubería de salida 118, tal como un anillo tórico 160 dispuesto en un punto por debajo de la unión de mandril y
15 tubería de salida, como se ha ilustrado en la Fig. 4. Pueden emplearse medios auxiliares de obturación, tales como cinta obturadora. En consecuencia, el paso axial 125 a través del mandril central 126 está así en comunicación
20 de fluido con la tubería de salida 118.

 Una vez que el módulo de membrana está enrollado en su estado de enrollado en espiral, puede disponerse en torno al mismo una envoltura exterior de película de plástico a fin de retener al módulo 114 de membrana en
25 su estado de enrollado apretadamente, como se ha descrito en lo que antecede. Se establece una buena obturación entre la superficie lateral exterior del módulo 114 de membrana y la pared lateral interior de la envuelta 112, como anteriormente se ha explicado con respecto al módulo
30 14, para evitar que la mezcla de alimentación derive

324436

3



al módulo de membrana. El tapón superior 146 y el anillo de acoplamiento inferior 150 están convenientemente obturados con el mandril central 126 para evitar que se pase hacia dentro la mezcla de alimentación.

5 En la Fig. 7 se ha ilustrado una realización alternativa de una disposición de membrana para un módulo 21 de membrana, en que se usan los números de la serie 200 para identificar las partes que son similares a aquellas que aparecen en la Fig. 6. El módulo 214 de membrana incluye un mandril central 226 que tiene un paso axial 225 formado en él. El módulo 214 incluye una pluralidad de láminas o capas de material de respaldo 234, una pluralidad de láminas de membranas semipermeables 238 y una pluralidad de láminas o capas de rejillas separadoras 244.

10 En la ilustración particular se emplean dos láminas de material de respaldo 234, que las dos se extienden entrando y saliendo del mandril central 226, atravesando por tanto el paso axial 225 que hay en él. Cada lámina de material de respaldo 234 está dispuesta en el mandril 226

15 en una posición entre los extremos longitudinales de la lámina, generalmente en el centro de cada lámina, a fin de proporcionar dos hojas de longitudes iguales en general. En el ejemplo ilustrado se usan cuatro hojas 234a, 234b, 234c y 234d. También pueden usarse un número menor

20 o un número mayor de láminas de respaldo 234. Por ejemplo, podrían emplearse dos pares de láminas de respaldo 234 con un mandril similar al mandril 126 de la Fig. 6.

25 Entre cada una de las hojas de material de respaldo 234 hay dispuesta una lámina 238 de material de membrana semipermeable, la cual está plegada sobre sí misma a fin

30

324436



de proporcionar un par de hojas de membranas semipermeables. Entre las dos hojas de membranas semipermeables proporcionadas por cada lámina 238 hay dispuesta una lámina de material de rejilla separadora 244. Al igual que en el

5 módulo 114 de membrana, los bordes de cada una de las hojas de material de respaldo 234, a lo largo de la mayor parte de su longitud, están obturados entre las dos membranas semipermeables adyacentes que los flanquean 238. En este caso, las hojas de membrana semipermeable que

10 flanquean a cada hoja 234 de material de respaldo son partes de láminas diferentes plegadas 238 de material de membrana semipermeable. Al igual que en el módulo 114, la obturación se hace simplemente aplicando una cantidad suficiente de adhesivo adecuado a los bordes superior, inferior y exterior de las membranas y al material de respaldo, para garantizar que no pueda entrar fluido alguno

15 por los bordes de las hojas de material de respaldo. Por tanto, el fluido debe pasar a través de una membrana semipermeable 238 para poder llegar a los pasos de flujo provistos en el material de respaldo 234. En la configuración final enrollada en espiral del módulo 214 de membrana, las láminas de rejilla separadora suministran la mezcla de alimentación de fluido a las áreas superficiales de las dos hojas formadas por la lámina de membrana

20 que está plegada sobre sí.

25

Además, en la forma ilustrada en la Fig. 7, el mandril 226 podría estar hecho a partir de un tubo de dimensiones adecuadas que se ranura para proporcionar una ranura diametral a través de la cual podrían pasarse el

30 par de láminas de material de respaldo 234. Para facilitar

324436

3M



5 tar el montaje en producción en serie del módulo 214 de
membrana, se prefiere emplear una pluralidad de segmen-
tos 242 de mandril (en la realización ilustrada se usan
dos segmentos 242 que son aproximadamente dos mitades de
un tubo). Tras el montaje alrededor del par de láminas
de respaldo 234, los dos segmentos 242 de mandril arquea-
dos se sujetan por la parte superior y por la parte infe-
rior, de una manera similar a la descrita e ilustrada con
respecto al módulo 114 en las Figs. 4 a 6. Después de su-
10 jetar para proporcionar un mandril compuesto 226, las di-
versas hojas que se extienden desde ellos se enrollan en
espiral alrededor del mandril para proporcionar un módulo
214 de membrana compuesto, de la misma manera que se ha
descrito en lo que antecede.

15 En las Figs. 8 a 10 se ilustra otra realización al-
ternativa de un módulo de membrana, juntamente con una
representación esquemática de un método para fabricar ese
módulo de membrana. Se emplean números de la serie 300 pa-
ra indicar elementos similares en general a los anterior-
mente descritos con detalle. Como se aprecia mejor en la
20 fig. 9, se ha ilustrado un módulo 314 de membrana que com-
prende un mandril compuesto 326 que está constituido por
una pluralidad de segmentos 342 de mandril en forma de tu-
bos individuales de forma en general triangular. Los seg-
25 mentos tubulares 342 tienen paredes laterales porosas y
pueden estar hechos de cualquier material poroso adecua-
do, tal como metal sinterizado o esponja de plástico sin-
tético rígida. En su forma ilustrada, los segmentos tubu-
lares están hechos de plástico sintético y se les comuni-
30 ca porosidad mediante la provisión de agujeros 347 en al



5 menos dos paredes laterales interiores de los mismos. Los
medios de paso que se extienden en sentido axial 325 del
mandril compuesto, están provistos por los centros hue-
cos de los segmentos tubulares 342. Pasado entre los seg-
mentos 342 de mandril individuales, y extendiéndose por
tanto entrando y saliendo del mandril compuesto 326 en
una pluralidad de posiciones, hay un estratificado de gru-
po de cinco capas que comprende una capa o lámina central
de material 344 de rejilla separadora flanqueada por un
10 par de láminas de material 338 de membrana semipermeable
junto con láminas o capas dispuestas por encima y por de-
bajo de material de respaldo 334. Como puede verse de la
Fig. 8, y se trata más detenidamente en lo que sigue, el
estratificado de cinco capas puede fabricarse en una lon-
15 gitud continua para facilitar la producción en serie eco-
nómica.

Al igual que para los módulos 114 y 214 de membra-
na anteriormente descritos, los bordes de las láminas de
material de respaldo 334 se obturan mediante la aplica-
20 ción de adhesivo 336 a los bordes adyacentes de las lá-
minas de membrana semipermeable 338. Además, en éste mó-
dulo 314 de membrana, los bordes superior e inferior de
las láminas 334 de respaldo están asimismo obturados con
las paredes laterales exteriores de cada segmento 342 de
25 mandril tubular. Los seis segmentos de mandril tubulares
342 son asegurados en las posiciones representadas median-
te el uso de medios de sujeción o fijación adecuados en la
parte superior y en la parte inferior de los mismos, como
en el caso de los módulos 114 y 214 de membrana. Como se
30 ha ilustrado en la Fig. 10, un tapón superior 346, que

324436



1960

5 puede estar convenientemente pegado a las partes superiores de los seis segmentos tubulares 342, impide por completo el paso de la mezcla de alimentación flúida dentro de los extremos superiores de los segmentos tubulares. Si se desea, el tapón 346 puede estar provisto de una pluralidad de nervios que se extienden hacia abajo (no representados) los cuales servirían para distanciar entre sí los segmentos tubulares 342 en las posiciones generales que se ven en la Fig. 9.

10 El funcionamiento del módulo 314 de membrana en espiral es en general el mismo que el anteriormente descrito. La mezcla de alimentación de flúido de entrada, entra en la unidad de separación y fluye en general hacia abajo a través de los pasos proporcionados por los arrollamientos en espiral del material 344 de rejilla separadora. El
15 componente flúido selectivo pasa por permeabilidad a través de las láminas de flanqueo del material 338 de membrana semipermeable y entra en los pasos de flúido proporcionados por las láminas de material de respaldo 334. El flúido
20 que llega al material de respaldo 334 es conducido en espiral hacia dentro al mandril compuesto 326 donde entra en los medios 325 de paso axial a través de los agujeros 347 provistos en las paredes de los segmentos tubulares 342.

25 El módulo 314 de membrana es susceptible de fabricación y montaje por producción en serie sencilla y económica. Como puede verse en la Fig. 8, se emplean cinco grandes rollos de suministro de material de lámina, los cuales alimentan desde ellos las cinco láminas al intersticio de un par de rodillos de presión 370 para crear un
30



estratificado 368 de cinco capas. La lámina de material 344 de rejilla separadora queda en el centro de las cinco láminas, con láminas de material 338 de membrana semipermeable inmediatamente por encima y por debajo de ella, y láminas de material 344 de respaldo respectivamente por encima y por debajo de las membranas semipermeables para formar las capas exteriores del estratificado 368 de cinco capas. Para impedir el flujo hacia dentro de fluido a través de los bordes de las láminas 334 de material de respaldo, y para obturar los bordes del material de respaldo a los bordes de las láminas 338 de membrana semipermeable, se han provisto un par de estaciones 371 y 372 de aplicación de adhesivo. En la estación 371 de aplicación de adhesivo, se aplica un adhesivo adecuado, tal como una resina epoxídica modificada con un catalizador mezclado con ella, a lo largo de ambos bordes de la lámina inferior del material de respaldo 334. Se aplica adhesivo suficiente para que, una vez endurecido, se proporcione una obturación total a lo largo de ambos bordes laterales de la lámina 334 de respaldo, y para que los bordes de las láminas se unan a los bordes de la superficie inferior de la lámina 338 de membrana que está estratificada inmediatamente por encima. En la estación 372 de aplicación de adhesivo se aplica un adhesivo similar a la lámina de respaldo superior 334 en cantidad suficiente para, análogamente, proporcionar una obturación total, una vez endurecido, a lo largo de ambos bordes laterales de la lámina y para unir la lámina a los bordes de la lámina subyacente de material semipermeable 338.

Se emplea un adhesivo, tal como una resina epoxí-

324436



5 dica modificada más catalizador, el cual permanece pegajoso durante un tiempo suficiente para que no se produzca el endurecimiento completo hasta que el módulo 314 de membrana haya sido enrollado en espiral. De este modo el adhesivo crea además una obturación entre los bordes de las láminas 334 de material de respaldo y las tres superficies exteriores de los segmentos tubulares 342, en posiciones a lo largo de la parte superior y la parte inferior de los mismos. Por supuesto, no debe aplicarse una cantidad excesiva de adhesivo, lo cual podría dar por resultado que el adhesivo llegase al material 344 de rejilla separadora y cerrase total o parcialmente los bordes del mismo. En general, las características inherentes al material de membrana semipermeable impiden el paso de adhesivo a su través, de modo que no se considera que ese peligro sea excesivamente importante siempre que se evite una aplicación descuidada de adhesivo. Podría emplearse una operación final de fabricación de módulo en la cual se recortaría cualquier material en exceso, ya fuese de adhesivo o de estratificados de lámina, de cada extremo del módulo 314 después de haber curado totalmente el adhesivo.

10

15

20

25 El estratificado 368 de cinco capas que sale desde el par de rodillos 370 puede ser pasado entre la pluralidad de segmentos tubulares 342 que están retenidos en una plantilla adecuada. De preferencia, sin embargo, se fabrica una longitud suficiente del estratificado de cinco capas para un módulo individual 314 de membrana, como una longitud continua, y se tiende o estira en tres ramales paralelos horizontales. En esta operación, se hace pasar

30

324436



5 primero en torno a una polea móvil 373, luego en torno a una segunda polea móvil 374 y se hace volver sobre una polea estacionaria 375 en la que se efectúa la conexión con el extremo del estratificado de cinco capas mediante un sujetador adecuado 376 soportado por cuerda que pasa sobre la polea 375.

10 Las poleas 373 y 374 tienen la forma de rodillos alargados los cuales, en consecuencia, proporcionan apoyo para el estratificado de cinco capas en toda la anchura de los mismos. Las poleas 373 y 374, como puede verse mejor en la Fig. 8, están montadas de manera móvil, por ejemplo mediante conexión por medio de cuerdas adecuadas 377 y 378 que pasan sobre poleas estacionarias 379 y 390, respectivamente. De preferencia, después que la disposición de tres ramales del estratificado continuo de cinco capas está tendida sobre las respectivas poleas, los seis segmentos tubulares 342 se sitúan en asociación con las partes medias de cada ramal para formar la disposición representada en la Fig. 8. En esa posición, los segmentos tubulares 342 están sujetos entre sí por ambos extremos de los mismos, usándose el tapón 346 en un extremo, para proporcionar el mandril compuesto 326. La anterior operación se efectúa fácilmente con los ramales soportados de la manera indicada, de manera que se efectúa de una manera sencilla el montaje rápido de la disposición de membrana.

25 En un método alternativo de tender el estratificado 368 de cinco capas, como se ha ilustrado en la Fig. 8, se haría que el estratificado 368 fuese estirado desde el rodillo de suministro por medio de un sujetador adecuado 376. Se tiraría del estratificado 368 en diagonal hasta

324436



alcanzar la polea 375 como se ha ilustrado en la Fig. 5. En ese punto se haría moverse a la polea 374, que estaría situada inicialmente ligeramente por encima y a la izquierda de los rodillos de presión 370 representados en la Fig. 8, en una dirección en general hacia abajo estirando el estratificado 368 con ella hasta alcanzar la posición representada en la Fig. 8. Cuando la polea 374 alcanza la posición deseada, la polea 373, que inicialmente está situada en una posición por encima y del lado de la polea 374 opuesto al lado en que está situada la polea 375, será movida transversalmente, estirando con ello el estratificado 368, hasta que la polea 373 alcanza la posición representada en la Fig. 8. Esta operación eliminará la necesidad de pasar el estratificado 368 en torno a la polea, lo cual proporcionará economías de montaje adicionales en la producción.

Los diversos ramales del estratificado 368 de cinco capas son mantenidos en ligera tensión por medio de los medios extensores unidos a las poleas móviles 373 y 374 y a los medios de sujeción 376. Los medios extensores se han ilustrado esquemáticamente en la Fig. 8 mediante pesos que cuelgan de las cuerdas conectadas a las poleas y al sujetador. Evidentemente, pueden emplearse cualesquiera medios tensores adecuados, de preferencia unos que permitan el movimiento longitudinal de los artículos a ser mantenidos en tensión.

Antes de enrollar las seis hojas del laminado 368 de cinco capas alrededor del mandril compuesto 326, el extremo de la hoja más superior de la derecha puede cortarse del estratificado que sale desde los rodillos de



presión 370 y, si se desea, sostenerse mediante una disposición de sujetador y polea similar al sujetador 376 y la polea 375. Alternativamente, puede sincronizarse el enrollamiento del módulo de membrana con la producción del estratificado de cinco capas, de modo que no se precise efectuar el corte hasta que el enrollamiento en espiral esté esencialmente terminado.

Manteniendo tensión en los ramales durante sustancialmente la totalidad del enrollamiento del módulo 314 de membrana en espiral, se asegura que las diversas hojas son enrolladas por igual alrededor del mandril compuesto 326. En el método ilustrado en la Fig. 8 el enrollamiento se efectúa en sentido a derechas. Cuando el enrollamiento está esencialmente terminado y las poleas móviles 373 y 374 y el sujetador 376 están dispuestos en general adyacentes a la periferia exterior de los enrollamientos en espiral, se interrumpe la rotación del mandril compuesto 326 y se sueltan las hojas de su asociación con las poleas 373 y 374 y el sujetador 376. Puede proveerse una conexión soltable entre la cuerda 377 y la polea 373 (y entre la cuerda 378 y la polea 374) a fin de permitir retirar la polea 373 axialmente desde el pliegue de los ramales del estratificado de cinco capas. Alternativamente, el estratificado 368 de cinco capas puede ser cortado en el vértice en general del pliegue, para soltar la polea móvil. En este último caso, los extremos exteriores cortados del estratificado de cinco capas, y también los extremos de las otras hojas, se obturan para evitar el flujo de fluido entrando o saliendo por los bordes de las mismas en la superficie lateral exterior del módulo enrollado en espi-

324436



ral.

En el módulo 314 de membrana, el área superficial lateral exterior de las hojas de membrana enrollada en espiral está aislada del flujo de entrada y del flujo de salida de mezcla de alimentación flúida y puede usarse cualquier método adecuado para lograr ese aislamiento. Por ejemplo, los extremos exteriores de las rejillas separadoras 344 pueden ser obturados entre membranas adyacentes 338 y envolverse apretadamente la superficie lateral del módulo de membrana enrollada en espiral con una película impermeable que tenga una superficie sensible a la presión o una calidad de adherencia, que se obtura por sus bordes solapados. Entonces podría emplearse una obturación similar a la anteriormente considerada, dentro de la unidad de separación 110, a fin de evitar que la mezcla de alimentación salve el módulo 314 de membrana.

Aunque el módulo 314 de membrana ha sido ilustrado con referencia a tres ramales de estratificado de cinco capas, los cuales producen seis hojas que se extienden radialmente en general, debe entenderse que pueden emplearse un número mayor o menor de ramales como, por ejemplo, dos ramales o cinco ramales. Será evidente que cuanto mayor sea el número de hojas usadas, tanto más ventajoso es el método anteriormente descrito que permite la fabricación sistemática, ordenada y económica de un módulo de membrana que emplea tal pluralidad de hojas.

En las Figs. 11 a 14 se ha ilustrado todavía otra realización alternativa de un módulo de membrana. Se ha ilustrado un módulo 414 de membrana que comprende un mandril central 426 el cual contiene medios de paso 425 que



se extienden en sentido axial, en forma de una pluralidad de cavidades periféricas. Cada cavidad tiene una forma de sección transversal que se aproxima a la de una lágrima. Como se aprecia mejor en la Fig. 12, una lámina estratificada compuesta de material de respaldo 434 y membrana 438 se extiende dentro de cada cavidad 425 en el mandril 426 y está dispuesta en general entre la pared lateral de la cavidad y una pieza inserta 428 alrededor de la cual es enrollada.

10 Las piezas insertas 428 son de la forma general de las cavidades en lágrima, pero son de dimensiones suficientemente inferiores para poder ajustar en una cavidad 425 con el material 468 de lámina estratificada envuelto en torno a ellas. Las piezas insertas 428 son alargadas y
15 tienen una longitud ligeramente superior a la anchura de las láminas asociadas. De preferencia, las cavidades 425 están conformadas de tal manera que una vez han sido acopladas dentro de ellas las piezas insertas 428 y el material de lámina asociado, éstos no podrán ser retirados
20 inadvertidamente. Ello puede lograrse, por ejemplo, formando las cavidades 425 de manera que se precise inserción axial, o bien haciendo el mandril de material elástico adecuado, tal como de plástico sintético, y formando las piezas insertas 428 de manera que sean introducidas por sal-
25 to lateralmente dentro del mismo. En la realización ilustrada, cada una de las piezas insertas 428 está hecha de material adecuado, tal como de plástico sintético, e incluye un taladro 449 que se extienda axialmente el cual está conectado a lo largo de la longitud del mismo con la
30 superficie exterior de la pieza inserta por medio de agu-

324436



5 jeros o perforaciones 447 que se extienden radialmente en general. Los agujeros 447 conectan por tanto las láminas de material de respaldo 434 que proporcionan paso de flujo, en comunicación de fluido con el taladro 449 que se extiende en sentido axial. Alternativamente, las piezas insertas 428 pueden estar formadas de un material poroso, tal como metal sinterizado o plástico esponjado rígido.

10 Como se aprecia mejor en la Fig. 12, una lámina delgada de material de membrana semipermeable 438 está dispuesta junto a una superficie del material de respaldo 434, estando ligada a ella a lo largo de los bordes superior e inferior de la misma, y estando además encerrada entre las paredes laterales de la cavidad y la pieza inserta 428. Esta disposición facilita el paso de fluido desde el material de respaldo 434 al taladro central de 15 449 por medio de la pluralidad de agujeros radiales 447 que están situados en toda la longitud de la pieza inserta 428. Una lámina o capa de material 444 de rejilla separadora está dispuesta junto a la superficie de cada una de las láminas 438 de membrana semipermeable (véase la 20 Fig. 11) y sirve para proporcionar pasos que se extienden verticalmente en general, a través de los cuales es suministrada la mezcla de alimentación de fluido tanto a la superficie de la lámina 438 de membrana semipermeable 25 anteriormente mencionada, como a la lámina 438 que sale desde la cavidad 425 inmediata siguiente. Todos los bordes de las láminas 468 estratificadas están convenientemente obturados a fin de impedir todo flujo de entrada a ellas de la mezcla de alimentación desde el material 344 de re 30



jilla separadora.

Cada pieza inserta 428, con su lámina asociada de material 434 de respaldo, par de láminas de material 438 de membrana semipermeable, y lámina de material 444 de rejilla separadora, se designa como un subconjunto de módulo de membrana. Como será evidente de la Fig. 12, cada subconjunto de módulo de membrana puede ser montado individualmente como una unidad completa, de manera que para montar el módulo 414 de membrana completo, solamente es preciso tomar el número deseado de subconjuntos e insertarlos en las respectivas cavidades 425 en el mandril 426 y luego enrollar la pluralidad de hojas compuestas en hélice en torno a ellos. La superficie lateral exterior del módulo 414 de membrana se enrolla de la misma manera, en general, que la anteriormente descrita con referencia al módulo 114 ilustrada en las Figs. 5 y 6.

Para obturar los extremos superiores de los pasos axiales 449 dentro de las cavidades 425, se fija un tapón adecuado 446 a la parte superior del mandril 426. El tapón 446 ilustrado, según se ve en la Fig. 13, contiene una falda 448 de paredes delgadas que cuelga, de diámetro suficiente para ajustar apretadamente en torno a la superficie lateral del mandril 426 y a las superficies arqueadas laterales exteriores de las piezas insertas 428 cuando éstas son instaladas en las cavidades 425. Las piezas insertas 428 pueden fabricarse de modo que sean más largas que la lámina de membrana y se extiendan juntamente con el mandril 426 por encima de las láminas de membrana, de tal modo que el tapón 446, cuando se fija a la parte superior de aquel, descansará sobre el mandril 426 y la

324436



5 pieza inserta 428 y obturará los pasos axiales 449 del
fluido de alimentación. Evidentemente, podrían emplearse
otros diseños de tapón. Por ejemplo, el tapón 446 podría
tener una parte superior circular plana en general e in-
cluir un número adecuado de tapones colgantes de forma
de lágrima en general, los cuales ajustarían en los ex-
tremos superiores de las cavidades 425 y harían tope con
los extremos superiores de las piezas insertas 428 y los
obturarían.

10 De la descripción y las consideraciones que anteceden,
será evidente que el diseño del módulo 414 de membrana se
presta de por sí a las técnicas de producción en serie, da-
vido al montaje separado relativamente sencillo de los sub-
conjuntos individuales, los cuales pueden ser instalados en
15 el mandril 426 como parte de una operación subsiguiente se-
parada de fabricación. También se verá claramente que esta
técnica, aunque ilustrada y estudiada con referencia al mó-
dulo 414 representado en las Figs. 11 a 13 en que solamente
se emplean dos subconjuntos de membrana, tiene todavía más
20 ventajas al simplificar la fabricación de un módulo de mem-
brana que emplea un número mayor de láminas de miembros 434
de respaldo que proporcionan paso de flujo. Para ilustrar
este hecho, se ha provisto la Fig. 14 que ilustra un mandril
426' que incluye diez cavidades periféricas 425' espaciadas
25 por igual. Debe comprenderse que las ventajas que se dedu-
cen de la simplicidad de la operación de montaje del módu-
lo 414 de membrana representado en la Fig. 11, se acrecien-
tan cuando se fabrica un módulo de membrana usando un man-
dril 426'.

30 El funcionamiento del aparato de separación es en gene



5 ral el mismo, independientemente de cual de los módulos
de membrana (14, 114, 214, 314 ó 414) se use con él. Por
ejemplo, cuando haya de separarse una mezcla de gases, la
mezcla de alimentación puede ser alimentada a la parte su-
perior de la unidad 110 a través de la entrada 115 y fluye:
a la parte inferior de la unidad a través de los pasos pro-
vistos por el material de rejilla separadora. Durante todo
su paso hacia abajo a través de la unidad, una fracción de
la mezcla de gases se difunde a través de las láminas de
10 membrana, y finalmente, llega al paso colector axial en el
centro del mandril y sale de la unidad de separación 110 por
la tubería de salida inferior 118. La mezcla de alimenta-
ción, menos el gas o los gases difundidos, sale por la tu-
bería 124 de salida lateral.

15 El funcionamiento es similar cuando se separa una mez-
cla de líquidos o una solución flúida que contenga un disol-
vente y un soluto. Por ejemplo, si en este último caso se
procade a separar agua dulce de agua de mar, se emplean mem-
branas osmóticas adecuadas. El agua del mar se bombea a la
20 unidad a través de la entrada 115 a una presión suficiente-
mente alta. El agua dulce que pasa por permeabilidad sale
por la salida inferior 118, y el agua de mar más concentra-
da sale por la salida lateral 124. Si, por ejemplo, ha de
concentrarse zumo de frutas, el zumo de frutas se alimenta
25 a la parte superior de la unidad 110 por el paso de entrada
115, sale agua por la tubería de salida inferior 118, y el
zumo de frutas concentrado sale por la salida lateral 124.

30 Aunque se ha ilustrado el invento con referencia a
diversas realizaciones de aparatos de separación y métodos
para la fabricación de los mismos, será evidente para los

324436

3



expertos en la técnica que pueden hacerse modificaciones obvias en estas realizaciones, sin desviarse del espíritu del invento, y esas modificaciones se consideran incluidas en el alcance del invento, el cual queda definido únicamente por las reivindicaciones contenidas en la Nota adjunta.

5

Aunque la descripción contiene referencias en general a las membranas semipermeables y al material de respaldo y al material de separación como láminas separadas y distintas antes de su incorporación al módulo, ello no ha de ser así forzosamente, aun cuando por ahora se considera que es lo más conveniente y económico. Por ejemplo, podría hacerse primero una de las capas, como por ejemplo la membrana semipermeable, y luego depositarse sobre ella la capa de material de respaldo y la capa separadora, tal vez extruyendo una capa de plástico sintético esponjado u otro material adecuado en asociación con ella. Cabe imaginar que las técnicas de ingeniería pueden permitir algún día la extrusión inicial de un estratificado de capas múltiples en que una o más de las capas tengan las propiedades de una membrana semipermeable. Por otra parte, Por otra parte, las membranas osmóticas de doble capa anteriormente descritas incluyen, por su propia naturaleza, dos capas o láminas distintas y, por tanto, pueden usarse potencialmente como un material compuesto de membrana y respaldo. Para permitir esa adaptación, se considera que basta simplemente con aumentar la resistencia de la capa porosa de manera que resista la densificación por la diferencia de presiones operante, y por tanto continúe proporcionando en el plano de la misma pasos de flujo adecuados durante toda la operación de separación.

10

15

20

25

30

La presente solicitud que corresponde a la presentada

324436



en Estados Unidos de América, con fecha 22 de Marzo de 1.965 bajo el Número 441591 y 25 de Febrero de 1.966, Nº 529.993, 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 la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10

1.- Una disposición de módulo de membrana para uso en un aparato para separar un primer componente fluido de una mezcla del primer componente fluido y de un segundo componente, cuya disposición comprende un mandril que tiene medios de paso axial provistos en él, una pluralidad de hojas de material de respaldo similares a láminas que se extienden radialmente en general hacia fuera desde dicho mandril, siendo dicho material de respaldo similar a lámina porosa, y proporcionando un paso para flujo de fluido en el plano del mismo, una lámina de membrana semipermeable dispuesta adyacente al menos una superficie de cada una de dichas hojas de material similar a lámina para proporcionar grupos de una hoja similar a una lámina y una membrana adyacente, permitiendo dicha membrana semipermeable el paso del primer componente de fluido a su través al tiempo que restringe el paso del segundo componente a su través, estando dichas hojas similares a láminas y dichas membranas adyacentes enrolladas en

15

20

25

324436

3



5
espiral sobre dicho mandril, y medios para proporcionar pasos de alimentación entre arrollamientos en espiral adyacentes de dichos grupos de hojas y membranas adyacentes, estando dichas hojas similares a láminas, que proporcionan paso de flujo, en comunicación de flúido con dichos medios de paso axial en dicho mandril.

10
2.- Una disposición según el Punto 1 en que dicha lámina de membrana semipermeable adyacente a una superficie de una hoja similar a una lámina, está plegada sobre sí misma para formar un emparedado de dos hojas con dichos medios que proporcionan el paso de alimentación dispuestos entre las hojas de dicho emparedado.

15
3.- Una disposición según el Punto 2 en que se emplean una pluralidad de emparedados de dos hojas de membrana, una entre cada par adyacente de hojas de material de respaldo.

20
4.- Una disposición según cualquiera de los Puntos 1, 2 ó 3, en que dicho mandril es un tubo que tiene agujeros en la pared lateral del mismo y en que una capa de dicho material de respaldo rodea lateralmente a dicho tubo en la región de dichos agujeros.

5.- Una disposición según el Punto 1 en que dichas hojas similares a láminas, de material de respaldo, se extienden dentro de dicho mandril.

25
6.- Una disposición según cualquiera de los Puntos precedentes, en que dos al menos de las hojas están formadas por una capa de material de respaldo que se extiende transversalmente a través de dicho mandril.

30
7.- Una disposición según el Punto 5 en que dichas hojas se extienden dentro de dichos medios de paso axial en dicho mandril.

324436



8.- Una disposición según el Punto 6 ó el Punto 7 en que dicho mandril está formado de una pluralidad de segmentos de mandril.

5 9.- Una disposición según el Punto 8 en que dichos segmentos de mandril son secciones de un tubo.

10.- Una disposición según el Punto 8 en que dichos segmentos de mandril son de forma tubular individualmente.

10 11.- Una disposición según el Punto 10 en que dichos segmentos de mandril son tubos porosos individuales de sección transversal triangular en general.

12.- Una disposición según el Punto 11 en que dichos tubos triangulares en general tienen perforaciones en al me nos una pared lateral de los mismos.

15 13.- Una disposición según cualquiera de los Puntos 6 a 12 en que dicha lámina adyacente de membranas semipermeable se extiende además transversalmente a través de dicho mandril.

20 14.- Una disposición según el Punto 13 en que se han provisto un par de láminas de membranas semipermeables en relación de flanqueo con dicha primera capa de material de respaldo, y en que las partes de dichas láminas de flanqueo de membranas dentro de los límites de dicho mandril están perforadas.

25 15.- Una disposición según el Punto 6 en que al menos dos capas de material de respaldo se extienden transversalmente a través de dicho mandril y hay dispuestas dos láminas de membranas semipermeables entre hojas adyacentes de dichas capas de material de respaldo, y una capa de material separador que proporciona paso de alimentación está dispuesta
30 entre cada uno de dichos pares de membranas de dos láminas.

324436



últimamente mencionados.

5 16.- Una disposición según el Punto 15 en que dichas dos láminas de membranas y dicha capa intermedia de material separador se extienden además transversalmente a través de dicho mandril entre dichas capas de material de respaldo.

17.- Una disposición según el Punto 16 en que dicho mandril está formado de una pluralidad de segmentos de mandril que son de forma tubular individualmente.

10 18.- Una disposición según el Punto 1 en que dicho mandril contiene una pluralidad de cavidades que se extienden axialmente que cada una está abierta en la periferia lateral de la misma y en que hay dispuesta una pieza inserta o inserción alargada dentro de cada una de dichas cavidades, estando dispuesta la parte de dichas hojas de material de respaldo que se extiende dentro de dicho mandril, entre dichas piezas insertas y las paredes laterales de dichas cavidades.

15 19.- Una disposición según el Punto 18 en que cada una de dichas piezas insertas o inserciones incluye un taladro que se extiende en sentido axial cuyo taladro está en comunicación de fluido con la superficie lateral de dicha pieza inserta.

20 20.- Una disposición según los Puntos 18 ó 19 en que cada una de dichas piezas insertas o inserciones es una parte de un subconjunto integral que incluye un estratificado compuesto de una capa de dicho material de respaldo y una lámina generalmente de igual extensión de membrana semipermeable plegada sobre sí misma en torno a dicha inserción en relación circundante lateralmente con ella, con dicho material de respaldo adyacente a la superficie lateral de dicha

25
30

324436



inserción.

5 21.- Una disposición según cualquiera de los puntos 18 a 20, en que una capa de material separador poroso que proporciona paso de alimentación está dispuesta junto a una de dichas hojas de membrana y está conectada como una parte de cada subconjunto, y en que los bordes de dicha capa de material de respaldo están obturados para impedir el flujo de fluido a su través, y están además unidos a los bordes de dicha lámina de membrana semipermeable.

10 22.- Una disposición de módulo de membrana para uso en un aparato para separar un primer componente fluido de una mezcla del primer componente fluido y de un segundo componente, cuya disposición comprende un mandril central que tiene una cavidad que se extiende en sentido axial provista en el mismo, cuya cavidad se abre a la periferia lateral de dicho mandril, y un sub-conjunto integral, una parte del cual ajusta dentro de dicha cavidad, cuyo subconjunto incluye una inserción alargada que está dispuesta al menos parcialmente dentro de dicha cavidad, una capa de material de respaldo conectada a dicha pieza inserta que tiene una parte que se extiende dentro de dicha cavidad de mandril y está dispuesta entre dicha inserción y la pared lateral de dicha cavidad, constituyendo el resto de dicha lámina de respaldo una hoja que se extiende radialmente en general hacia fuera desde dicho mandril central, una lámina de membrana semipermeable dispuesta junto a una superficie de dicha hoja radial de respaldo, una capa de material separador poroso que proporciona paso de alimentación dispuesta junto a la superficie opuesta de dicha lámina de membrana, estando dicha capa de respaldo y dicha lámina de membrana y dicha capa de

15

20

25

30

324436



separador enrollados en espiral sobre dicho mandril, de manera que dicha capa separadora proporciona pasos de alimentación entre arrollamientos en hélice adyacentes de dicha membrana semipermeable.

5 23.- Una disposición según el Punto 22 en que un estratificado compuesto de dicha lámina de membrana semipermeable y de dicha capa de material de respaldo, está plegado sobre sí mismo en torno a dicha inserción en relación
10 circundante lateralmente con ella, estando dicho material de respaldo adyacente a la superficie lateral de dicha inserción.

15 24.- Una disposición según cualquiera de los Puntos 22 ó 23, en que dicha inserción incluye un taladro que se extiende en sentido axial, cuyo taladro está en comunicación de flúido con la superficie lateral de dicha inserción alar
gada.

20 25.- Una disposición según cualquiera de los Puntos 23 ó 24, en que una dimensión de la sección transversal de una parte de dicha inserción es de tamaño suficiente para que la inserción junto con su estratificado compuesto circundante, no puede ser retirada radialmente desde la abertura periférica de dicha cavidad sin deformación de dicho mandril.

25 26.- Una disposición según cualquiera de los Puntos 22 a 25 en que la forma de sección transversal de dicha inserción es sustancialmente la misma que la forma de la sección transversal de dicha cavidad.

30 27.- Una disposición según el Punto 26 en que dicha forma de sección transversal es generalmente la de una lágrima.

324436



28.- Una disposición de módulo de membrana para uso en un aparato separador.

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.

La presente memoria consta de cincuenta hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

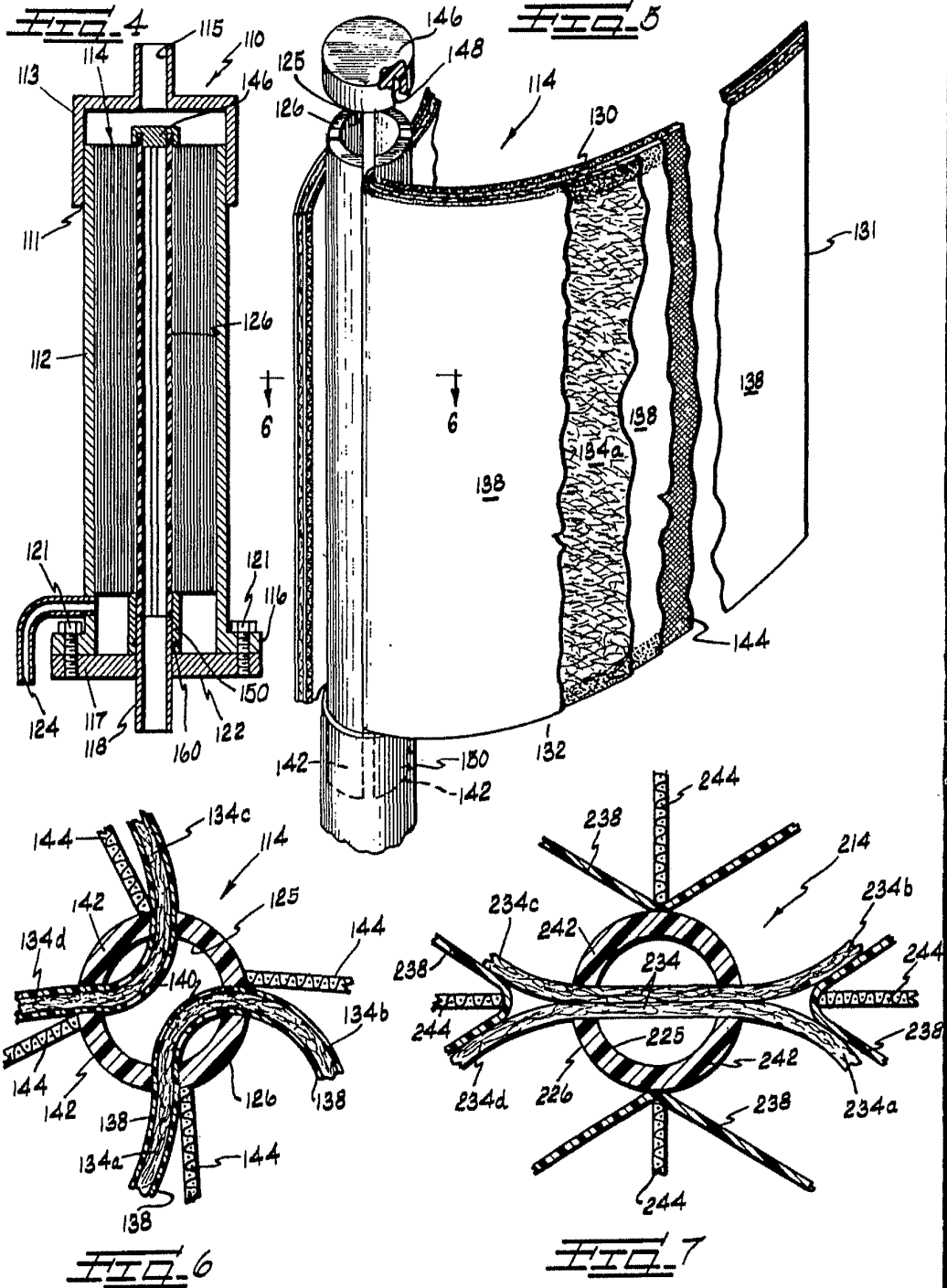
30 NOV. 1966

P. A.

[Handwritten signature]
Alberto de Elzaburu
Pon. Ponente



324436



Circle



324436

FIG. 8

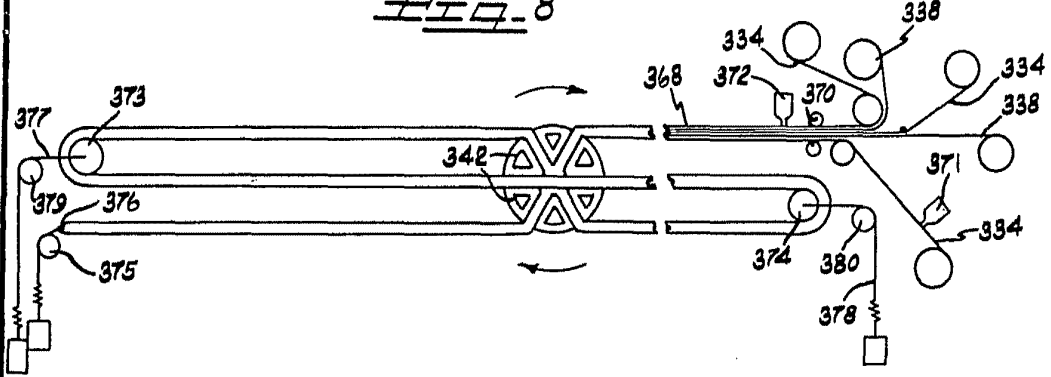


FIG. 9

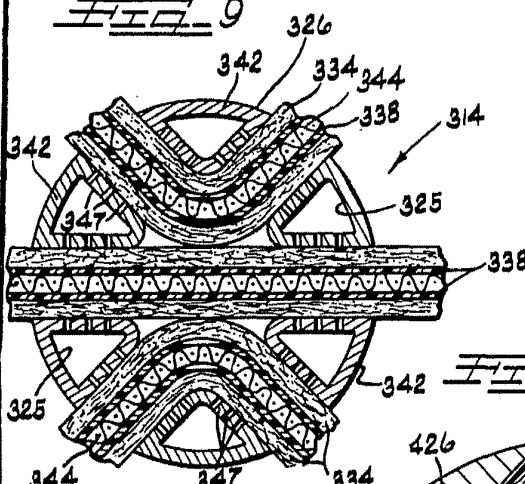


FIG. 10

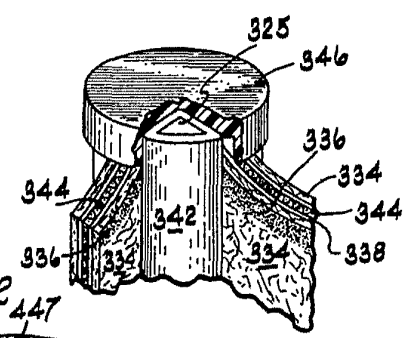


FIG. 12

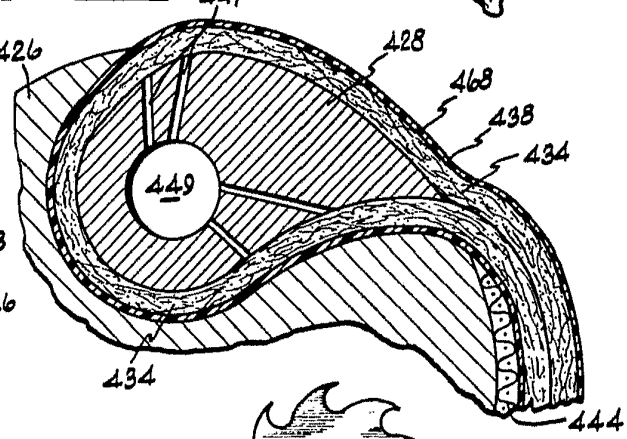


FIG. 11

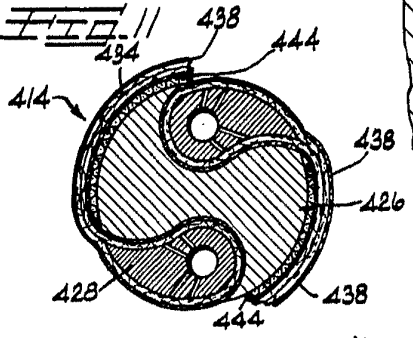


FIG. 14

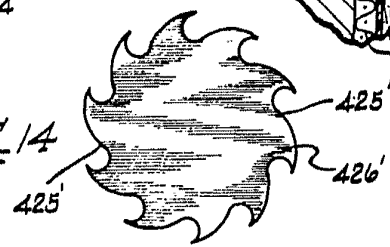
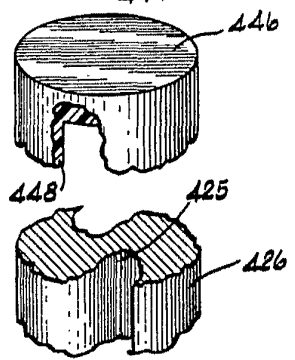


FIG. 13



Alfred C. Elwood
Inventor