

198637

198637



PROCEDE DE LA PATENTE DE INVENCION N° 395.986

Int. Cl.²: BOLD
-----------------

MEMORIA DESCRIPTIVA  
correspondiente a la solicitud de un

MODELO DE UTILIDAD

Solicitante: E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

Residencia: WILMINGTON, Delaware 19898, U.S.A.

Enunciado: UN ELEMENTO SEPARADOR POR PERMEACION,  
MEJORADO PARA SEPARAR LOS COMPONENTES  
DE MEZCLAS FLUIDAS.

Prioridad: De la solicitud de patente estadouni-  
dense n° 81.060 del 15 de Octubre de  
1.970.

-----

IN.-

198637



RESUMEN DE LA INVENCION

1 Un elemento mejorado para la separación selectiva  
por permeación (penetración a través de poros) de los com-  
ponentes de mezclas fluídas que comprende: (1) capas del-  
5 gadas de filamentos huecos sustancialmente paralelos sepa-  
radas por (2) materiales foraminosos delgados que restrin-  
gen el movimiento y evitan el alojamiento de los filamen-  
tos huecos durante el uso del elemento y (3) una estructu-  
ra laminar tubular resinosa que encapsula a una parte de  
10 los filamentos huecos, con extremos abiertos de los fila-  
mentos prolongándose a través de la estructura laminar tu-  
bular. Un dispositivo de separación por permeación incor-  
pora el elemento mejorado en una cápsula circundante con  
medios para introducir en su interior y sacar de la cápsu-  
15 la una mezcla fluída y medios para retirar los componentes  
separados de la mezcla desde los extremos abiertos de las  
membranas de filamentos huecos. Preferiblemente el dispositi-  
vo contiene también un tubo foraminoso en el centro con  
el material foraminoso y los filamentos huecos arrollados  
20 alrededor del tubo formando circunvoluciones. Estos dispo-  
sitivos son especialmente útiles para la desalinización  
por ósmosis inversa del agua.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

25 Esta invención se refiere a un dispositivo mejora-



1 do para la separación selectiva por permeación de los com  
ponentes de mezclas fluídas o soluciones. Más especialmen  
te, se dirige a un elemento mejorado de separación por per-  
meación en el que las capas de pequeños filamentos huecos  
5 están separadas por un material foraminoso y a un disposi-  
tivo que incorpora este elemento.

Descripción de la técnica anterior

10 Las membranas de tubos huecos son conocidas desde  
hace mucho tiempo por su utilidad en la separación selec-  
tiva por permeación y purificación de los componentes de  
las mezclas fluídas. En un proceso típico, una mezcla fluí-  
da se pone en contacto con una superficie de una membrana  
y uno o más componentes atraviesa la membrana debido a una  
diferencia de concentración, que puede ser debida a una  
15 diferencia de presión. La mezcla se separa en porciones en  
riquecidas y agotadas en aquellos componentes de la mezcla  
que son selectivamente permeables en la membrana. Se han  
puesto a punto varios aparatos y formas de dispositivos pa-  
ra la operación práctica de estos procesos. Una forma fre-  
20 cuentemente utilizada es similar a un cambiador de calor  
de tubo y cápsula, con membranas tubulares paralelas en el  
interior de una cápsula que se abren a través de estructu-  
ras laminares tubulares en un espacio superior como mínimo,  
con medios para introducir y sacar las mezclas fluídas en  
25 el espacio de la cápsula y en los espacios superiores. Así,



1 Lavender et al., describen en la patente estadounidense  
nº 3.522.885 un aparato hemodializador de flujo paralelo  
que comprende grandes tubos paralelos de celofán unidos  
5 en forma de láminas de tubos en el interior de una cápsu-  
la, en combinación con capas de soporte y separación de  
un material de malla no tejida que evita el contacto en-  
tre las membranas tubulares y proporciona pasajes para  
un flujo eficiente del fluido dializado a través y a lo  
10 largo de las longitudes de las membranas tubulares y con  
inserciones o cuñas en el interior de las membranas que  
aumentan la eficiencia de contacto de la sangre en las su-  
perficiees internas de las membranas.

También se sabe que los pequeños filamentos hue-  
cos de composición polimérica selectivamente permeable y  
15 estructura adecuada son membranas útiles en estos dispo-  
sitivos de separación. El contacto efectivo entre estas  
membranas de filamentos huecos y la mezcla fluida que ha  
de ser separada es igual y análogamente importante para  
la operación eficiente de estos dispositivos. Se han pro-  
20 puesto varias disposiciones de los dispositivos de membra-  
nas de filamentos huecos con diferentes grados de econo-  
mía y eficiencia de montaje y operación.

Así, Mahon describe en la patente estadounidense  
nº 3.228.877 un dispositivo en el que unos pequeños haces  
25 separados, sin soporte, de membranas de filamentos huecos



1 se prolongan a través del espacio de una cápsula entre es-  
estructuras laminares tubulares. Este dispositivo contiene  
una superficie de membrana relativamente pequeña en el vo-  
lumen de la cápsula utilizado y es relativamente ineficien-  
5 te en su funcionamiento debido a la pequeña diferencia de  
composición entre las mezclas fluídas introducidas en el  
espacio de la cápsula y las extraídas de la misma. Maxwell  
et al., describen en la patente estadounidense nº 3.339.341  
otro dispositivo en el que uno o más haces encerrados en  
10 fundas flexibles y conteniendo grandes superficies de mem-  
branas de filamentos huecos, están apretadamente empaque-  
tados en el interior de una cápsula para proporcionar un  
flujo más eficiente de una mezcla fluída a lo largo de la  
longitud de los filamentos. Tomsic indica en la patente  
15 estadounidense nº 3.503.515 que la eficiencia de contacto  
entre las superficies de la membrana y la mezcla que está  
siendo separada puede ser aumentada todavía más en este  
dispositivo introduciendo una materia inerte en partícu-  
las en los espacios comprendidos entre los filamentos hue-  
cos.

20 Smith describe en la patente estadounidense nú-  
mero 3.526.001 otro dispositivo en el que el flujo de la  
mezcla que ha de ser separada es radial a través de las  
membranas de filamentos huecos en lugar de ser axial a lo  
25 largo de las mismas. Este dispositivo incorpora un tubo



1 perforado en el centro de un gran haz de filamentos hue-  
cos y un espacio anular entre el haz y una cápsula, con  
medios para introducir una mezcla fluída en el tubo per-  
forado y el espacio anular y sacarla de los mismos y para  
5 separar el material permeado por los extremos abiertos de  
las membranas de filamentos huecos. Las perforaciones del  
tubo tienen un tamaño y están situadas de forma tal que  
provocan el flujo de la mezcla que está siendo separada de  
forma radial y uniforme a través de todas las partes equi-  
valentes del haz, de manera que provoca un contacto efí-  
10 ciente de la mezcla con todas las superficies de la mem-  
brana a través del haz.

El dispositivo descrito por Smith representa un im-  
portante avance sobre los dispositivos anteriores e ini-  
cialmente proporciona un contacto bastante eficiente entre  
15 las superficies de filamentos huecos y las mezclas que han  
de ser separadas. Sin embargo, se ha encontrado que su efi-  
ciencia disminuye durante el uso. Incluso cuando los haces  
de filamentos huecos están fuertemente sujetos y en el in-  
terior de una cápsula mayor para asegurar la presencia del  
20 espacio anular y situados en bandas para provocar un flu-  
jo radial equivalente de la mezcla que está siendo separa-  
da a través de todas las partes a lo largo de la longitud  
del haz, todavía el paso de la mezcla a través del haz da  
25 lugar a la migración de los filamentos hacia disposiciones



1 alojadas más estables que están menos abiertas al paso del  
fluido. Este movimiento y alojamiento de los filamentos da  
lugar a zonas dentro del haz en las que el paso del flui-  
do es restringido hasta que se produce una caída de pre-  
5 sión cada vez mayor. El caudal a través de estas zonas ba-  
jo la presión constante existente es reducido en consecuen-  
cia. Cuando el flujo a través de cualquier zona dentro del  
haz resulta considerablemente reducido, el paso continuado  
de más componentes permeables desde la mezcla fluída a tra-  
10 vés de las membranas en esta zona da lugar a una mayor con-  
centración de los componentes menos permeables y correspon-  
dientemente a un paso mayor de estos componentes menos per-  
meables a través de las membranas. Con ello se reduce la  
eficiencia de la separación obtenida con el dispositivo.  
15 En los casos extremos, los componentes menos permeables  
pueden precipitar de las soluciones saturadas y reducir to-  
davía más el flujo y la eficiencia de separación.

También se ha encontrado que la restricción del  
flujo causada por el movimiento y alojamiento de los fi-  
20 lamentos huecos aumenta en importancia durante el funcio-  
namiento continuado del dispositivo. Aparentemente, la res-  
tricción del flujo en una primera zona da lugar a mayores  
caudales en otras segundas zonas equivalentes y los cau-  
dales mayores aumentan la velocidad y la magnitud del mo-  
25 vimiento de los filamentos huecos en estas segundas zonas



1 y producen alojamientos similares de los filamentos en es-  
tas zonas al aumentar la velocidad y la intensidad. Even-  
tualmente el flujo puede resultar tan restringido en un  
grupo de zonas similares que la presión aumentada requeri-  
5 da y la menor eficiencia hacen impracticable el mantenimien-  
to de un caudal conveniente a través del dispositivo y  
la productividad del mismo. Además, si la restricción del  
flujo se produce en las zonas en las que la mezcla que ha  
de ser separada es introducida en primer lugar, la presión  
10 reducida en otras zonas reduce todavía más la productivi-  
dad del dispositivo.

Se han utilizado varias técnicas con anterioridad  
en los dispositivos de separación por permeación a base de  
membranas de filamentos huecos para restringir el movimien-  
15 to de los filamentos y determinar las trayectorias de flu-  
jo de la mezcla separada. Así, Strand describe en la pa-  
tente estadounidense nº 3.342.729 un dispositivo que com-  
prende una estructura reticular relativamente plana de mem-  
branas de filamentos huecos tejidos o entrelazados, fusio-  
nada por todos sus bordes en un bastidor, con los extremos  
20 abiertos de los filamentos terminando en las aperturas del  
bastidor, medios para hacer pasar una mezcla fluída a tra-  
vés de la estructura reticular plana y medios para reco-  
ger los componentes de la mezcla que atraviesa las mem-  
branas desde los extremos abiertos de los filamentos hue-  
25

198637



30

1  
5  
10  
15  
20  
25

cos. Los filamentos de este dispositivo están relativamen-  
te fijos en su sitio debido a que están tejidos entre sí o  
entrelazados. Este dispositivo es complicado, costoso e  
ineficiente debido al espesor requerido de los bastidores  
y a la pequeña superficie de membrana resultante que puede  
ser instalada en un dispositivo de un volumen dado. McLain  
describe en la patente estadounidense nº 3.422.008 otro  
dispositivo en el que las membranas de filamentos huecos  
están arrolladas en espiral, bajo tensión, alrededor de un  
núcleo cilíndrico en capas en direcciones alternantes, de  
forma que los filamentos de las capas adyacentes se encuen-  
tran formando una configuración en zig-zag. Durante la for-  
mación de las capas alternantes, se aplica una resina en-  
durecible adecuada cerca de por lo menos uno de los extre-  
mos curvados de la estructura. Solidificando esta resina  
y cortando a través de la misma y de las curvas del fila-  
mento a las que rodea, se abren los filamentos al paso del  
fluido. Los filamentos quedan en una posición relativamen-  
te fija debido a las capas alternantes tensadas. Las pare-  
jas de capas adyacentes contienen aperturas a través de  
las cuales el material que ha de ser separado puede fluir  
según trayectorias predeterminadas. La elección de las  
condiciones de arrollamiento puede garantizar la uniformi-  
dad de tamaño y la alineación adecuada de las aperturas  
en las parejas sucesivas de capas, para asegurar un flujo



1 uniforme de la mezcla que ha de ser separada a través del  
sistema y a través de los filamentos. Este dispositivo es  
de tamaño limitado debido a la dificultad de construcción  
5 de arrollamientos estables de gran diámetro de filamentos  
alrededor de un núcleo cilíndrico. Asimismo, el área de la  
membrana que puede ser montada en un volumen dado está li-  
mitada por la fracción del volumen arrollado que es ocupa-  
da por los filamentos huecos.

10 Por lo tanto, todavía existe la necesidad de un dis-  
positivo de separación selectiva por permeación que pueda  
ser montado económica y eficientemente y utilizado durante  
largos periodos de tiempo sin cambios marcados en la efi-  
ciencia de separación debidos a la migración y alojamiento  
de las membranas de filamentos.

15 El objeto de esta invención es proporcionar elemen-  
tos y dispositivos mejorados de separación selectiva por  
permeación, en los cuales el movimiento y alojamiento de  
las membranas de filamentos huecos han sido materialmente  
reducidos, con el correspondiente aumento en la eficiencia  
20 de separación debido al eficiente contacto entre la mezcla  
flúida y las superficies de filamentos huecos.

#### COMPENDIO DE LA INVENCION

25 En resumen, esta invención se dirige a un elemento  
separador por permeación, mejorado, que comprende:  
una multiplicidad de filamentos huecos de un material



1  
5  
10  
15  
20  
25

polimérico formando por lo menos dos delgadas capas discretas, en alineación sustancialmente paralela en una capa dada, teniendo cada filamento un diámetro externo comprendido aproximadamente entre 10 y 250 micras, un espesor de pared entre unas 2 y 75 micras y un extremo abierto;

un delgado material foraminoso que separa las capas de filamentos; y

una estructura laminar tubular resinosa de espesor relativamente pequeño en comparación con la longitud de los filamentos, hermética a los fluidos respecto a los filamentos, extendiéndose cada extremo abierto de los filamentos a través de una estructura laminar tubular.

El elemento separador puede estar dispuesto de forma que los filamentos sean sustancialmente perpendiculares a una estructura laminar tubular y el elemento puede estar rodeado por una vasija hermética a los fluidos respecto a una estructura laminar tubular y con dispositivos de conductos separados para permitir el movimiento del fluido desde el exterior de la vasija hasta una zona próxima a las paredes interiores de la misma, hasta un tubo foraminoso situado dentro del elemento, estando arrolladas las capas de filamentos alrededor del tubo y hasta una zona adyacente a una cara de una estructura laminar tubular.

Una realización preferida de esta invención es un

000000

198637



1 elemento separador por permeación preparado en la forma  
indicada en la Figura 1, tal que dos capas de filamentos  
son adyacentes a cada uno de los lados del material for-  
minoso en forma de velo que se encuentra presente entre  
5 cuatro capas de filamento.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista isométrica de un aparato  
para la fabricación del elemento separatorio por permea-  
ción preferido de esta invención.

10 La Figura 2 es una vista isométrica de una porción  
del aparato de la Figura 1, mostrando el alimentador del  
velo y el guía-velos.

La Figura 3 es una vista alzada mostrando el guía-  
velos y la rueda de la Figura 1.

15 La Figura 3A es una vista ampliada del guía-fila-  
mentos de la Figura 3.

La Figura 4 es una vista alzada de parte del apa-  
rato de la Figura 1, mostrando un aplicador de resina con  
mayor detalle.

20 La Figura 5 es una vista isométrica parcial de un  
guía-velos mostrando el velo plegado.

La Figura 6 es una vista isométrica parcial de un  
arrollador mostrando una cuchilla cortadora utilizada pa-  
ra separar una porción del velo.

25 La Figura 7 es una vista isométrica parcial de un



1

guía-velos mostrando un extremo en forma biselada.

5

La Figura 8 es una vista isométrica de una porción de un aparato similar al mostrado en la Figura 1, pero provisto de medios para alimentar y arrollar una capa adicional de un material en forma de velo.

10

La Figura 9 es una sección transversal longitudinal parcial esquemática de un elemento separador por permeación de esta invención, mostrando un tubo foraminoso en el centro y una estructura de resina sólida en un extremo solamente.

15

La Figura 10 es una sección transversal longitudinal parcial de un elemento separador similar al mostrado en la Figura 9, pero con una estructura de resina sólida en ambos extremos.

20

La Figura 11 es una sección transversal similar a la mostrada en la Figura 10, pero con los filamentos huecos cortados en ambos extremos y cerrados en un extremo con una estructura de resina sólida.

25

La Figura 12 es una sección transversal longitudinal esquemática de un dispositivo de permeación selectiva de esta invención.

La Figura 13 es una sección transversal longitudinal esquemática de un aparato de permeación similar al de la Figura 12, pero con direcciones diferentes del flujo de fluido.

198637

198637



1

DESCRIPCION DE LA INVENCION

5

10

Como ya se ha dicho, los dispositivos de separación por permeación de la técnica anterior han requerido generalmente que los filamentos huecos estén empaquetados fuertemente dentro de una camisa, con medios para la introducción de una alimentación fluída, tal como aguas salobres o salinas, en un punto próximo a un extremo del haz de filamentos, bajo presión. En estos casos, el agua atraviesa las paredes de los filamentos huecos más rápidamente que las impurezas disueltas y se obtiene agua purificada por los extremos abiertos de los filamentos mientras que la solución residual, enriquecida en impurezas, es extraída de los dispositivos a través de pórticos de salida.

15

20

25

En estos dispositivos, el flujo ideal de la alimentación fluída es el que permite el máximo contacto entre la alimentación fluída y la superficie del filamento. Sin embargo, en la práctica prevalecen condiciones considerablemente inferiores a las ideales. El flujo de la alimentación fluída tiene una persistente tendencia a obligar a los filamentos a migrar y alojarse ligeramente unidos en haces compactos. Esto reduce considerablemente la superficie de filamentos disponibles para el fluído de alimentación, ya que los haces son prácticamente impenetrables y el resultado es una marcada reducción en la eficiencia

70476

198637



1 del dispositivo permeador.

5 Estas dificultades son superadas en gran parte mediante esta invención, insertando entre las capas de los filamentos huecos una o más capas de un material en forma de velo foraminoso que separa y estabiliza la posición de los filamentos huecos pero no restringe materialmente el flujo de la alimentación fluída.

Filamentos huecos

10 Los filamentos huecos adecuados para uso en esta invención son los que, bajo las condiciones de operación, se sustentan a sí mismos con un flujo razonable. Así, el espesor de pared del filamento debe ser suficientemente pequeño para permitir un flujo práctico de fluído permeado a través de la pared y suficientemente grande para dar la relación de espesor a diámetro característica de los  
15 filamentos auto-sustentados. En términos generales, presentan diámetros externos del orden de 10 a 750 micras y preferiblemente de 15 a 300 micras. Su espesor de pared es alrededor de 2 a 250 micras y preferiblemente de 5 a 90  
20 micras. En general, los filamentos con diámetros externos menores deben tener paredes más delgadas de forma que la relación de área transversal del orificio interno del filamento a área transversal total dentro del perímetro externo del filamento esté comprendida aproximadamente entre  
25 0,12:1 y 0,75:1. Preferiblemente esta relación debe



1 estar comprendida entre 0,18:1 y 0,45:1 aproximadamen-  
te.

5 Las membranas de filamentos huecos adecuadas -  
pueden ser diferentes estructuras preparadas por téc-  
nicas apropiadas y especialmente adaptadas para los pro-  
cesos particulares de separación, como ya es sabido. -  
Pueden ser fibras poliméricas huecas preparadas por hi-  
latura en estado fundido, que ya han sido descritas, -  
por ejemplo por Breen et al. en la patente estadounidense  
10 se nº 2.999.296. Estos filamentos huecos pueden ser ex-  
traídos o tratados química o físicamente por otros méto-  
dos, para mejorar sus propiedades de membrana como se -  
describe, por ejemplo, en la patente estadounidense num.  
3.423.491 de Mahon y en la patente estadounidense núm.  
15 3.551.331 de Cescon et. al.. Otras membranas de filamen-  
tos huecos especialmente adecuadas para uso en los ele-  
mentos y dispositivos de esta invención son preparadas -  
por hilatura en solución, como describe Richter et al.,  
en la patente estadounidense número 3.567.632.

20 La composición de los filamentos huecos dependerá  
en gran parte de la composición del fluido que ha de ser  
separado y puede estar formada por tereftalato de polieti-  
leno, cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno,  
polioxametilenadipamida, copolímeros de tetrafluoretileno  
25 y hexafluorpropileno, acetato de celulosa, etikelulosa,

198637



1 poliestireno, copolímeros de butadieno y estireno, ésteres  
celulósicos, éteres celulósicos, acrilonitrilos, polivinil-  
formales y butirales, poliolefinas, poliuretanos, poliami-  
das y similares.

5 Las capas de filamentos, por lo menos teóricamente,  
pueden tener el espesor de un solo filamento, encontrándo-  
se todos los filamentos de una capa dada alineados de mane-  
ra sustancialmente paralela. En esta estructura, los fila-  
mentos deben estar suficientemente separados entre sí para  
10 permitir el flujo de la mezcla fluída que ha de ser separa-  
da, pero no tan lejos que produzcan un área superficial de  
la membrana por unidad de volumen antieconómicamente peque-  
ña y no tan cercanos que se reduzca la eficiencia del con-  
tacto entre la mezcla fluída y las superficies del fila-  
15 mento. Las aperturas entre los filamentos en esta disposi-  
ción tendrán, por lo tanto, unas anchuras comprendidas en-  
tre un mínimo de una fracción de micra y un máximo no supe-  
rior a tres veces el diámetro de los filamentos individua-  
les.

20 Sin embargo, en la práctica, las capas de filamentos  
son, conveniente y efectivamente, más gruesas que el espe-  
sor de un solo filamento. Por lo tanto, contienen filamen-  
tos que hasta cierto punto se cruzan y se ponen en contac-  
to con otros filamentos, a distancias a lo largo de sus  
25 longitudes que son sustanciales en comparación con sus diá-

198637

198637



30

1 metros, formando con ello conductos a través de los cuales  
puede fluir la mezcla fluída que ha de ser separada. Por  
ejemplo, las capas de filamentos están formadas conve-  
nientemente por hilos multifilamentos tal como los produ-  
5 cidos por las hileras de multifilamentos. Después de la ma-  
nipulación, estos hilos raramente están completamente exen-  
tos de torsiones o enmarañamientos, de manera que los fila-  
mentos dentro de estos hilos se encuentran alineados de  
forma sustancialmente pero no completamente paralela. Tam-  
10 bién tienen tendencia a formar cintas aplastadas en lugar  
de disposiciones redondeadas cuando se arrollan bajo ten-  
sión o cuando se comprimen, de manera que los filamentos  
de los hilos arrollados o depositados uno junto a otro se  
encuentran también formando una alineación sustancial pe-  
15 ro no completamente paralela.

Así, en la práctica, las capas de filamentos de los  
elementos separadores por permeación de esta invención  
pueden ser series de 1 a unos 25 hilos multifilamentos  
alineados superpuestos pero de manera sustancialmente pa-  
20 ralela. El máximo espesor útil de estas ordenaciones en  
estos elementos depende de la flexibilidad y de otras pro-  
piedades de los filamentos y su ordenación que determina  
la facilidad con la cual los filamentos experimentan mo-  
vimientos hacia las disposiciones alojadas indeseables du-  
25 rante el uso de los elementos en los procesos de sepa-



1 ración. En la práctica son útiles las ordenaciones con un  
espesor de hasta unas 0,25 pulgadas (6,3 mm) de filamen-  
tos huecos con las propiedades típicas de las fibras tex-  
tiles. Preferiblemente las capas de filamentos en los ele-  
5 mentos de esta invención están formadas por hilos multifi-  
lamentos que contienen de 50 a 250 filamentos y tienen un  
espesor efectivo comprendido aproximadamente entre 5 y  
100 veces el diámetro de los filamentos. En estas realiza-  
ciones preferidas, los filamentos y los hilos están dis-  
10 puestos de forma sustancialmente paralela, en la cual los  
filamentos se cruzan y se ponen en contacto con otros fi-  
lamentos a distancias sustanciales en comparación con los  
diámetros de los mismos y las aperturas entre los filamen-  
tos tienen las dimensiones más pequeñas que oscilan predom-  
15 mirantemente entre algunas micras y no más de tres veces  
el diámetro externo de los filamentos individuales.

#### Material foraminoso

Como se ha descrito, los elementos separadores de  
esta invención comprenden capas de separación entre capas  
de membranas de filamentos huecos. Estos materiales de se-  
20 paración foraminosos restringen el movimiento y el aloja-  
miento de los filamentos huecos adyacentes, mediante la  
evitación de su contacto y la reducción de su libertad de  
movimiento perpendicular a su longitud. Los materiales  
25 foraminosos comunican fricción entre los filamentos y los



198637



1

materiales y son resistentes a deformaciones tales como arrugado y desgarra. Preferiblemente el material foraminoso presenta superficies desiguales de manera que solamente toca a una pequeña fracción de las superficies de los filamentos adyacentes y con ello reduce solo insignificamente el área efectiva de la membrana. Además, el movimiento y alojamiento de los filamentos dentro de una capa de filamentos dada, que además separa los filamentos de un material de separación, puede ser restringido por compresión de la capa de filamentos. La compresión es producida por el material de separación foraminoso y la mayor fricción resultante entre los filamentos que se cruzan dentro de la capa.

5

10

15

20

25

Los materiales de separación foraminosos deben ser delgados, de manera que no reduzcan excesivamente la fracción del volumen de los elementos separadores disponible para las membranas de filamentos huecos y consecuentemente el área de membrana que puede conseguirse en un volumen dado. El espesor de estos materiales puede oscilar entre el diámetro de un filamento único y alrededor de 20 mils (0,51 mm). Preferiblemente su espesor efectivo está comprendido entre unas 2 mils (0,051 mm) y 20 mils (0,508 mm). Estos materiales foraminosos delgados también deben ser flexibles y pueden adaptarse a las formas de las capas de filamentos huecos y a las texturas de sus superfi-





198637



30

1 tan el acercamiento y el alojamiento de los filamentos en  
las caras opuestas del material de separación. Así, la di-  
mensión transversal efectiva de las aperturas puede estar  
5 comprendida aproximadamente entre 1 micra y 0,25 pulgadas  
(6,3 mm), entendiéndose por dimensión transversal la dimen-  
sión paralela a la dirección axial de los filamentos hue-  
cos. Preferiblemente las aperturas, cualquiera que sea su  
forma, tienen una dimensión transversal máxima que oscila  
10 entre unas 5 micras (0,2 mils) y unas 100 mils (0,1 pulga-  
das, 2,5 mm).

El material foraminoso adecuado para uso en los  
elementos separadores de esta invención puede ser cual-  
quier material que sea compatible con la mezcla fluida que  
ha de ser separada y con los materiales con los que están  
15 fabricadas las membranas de filamentos huecos. Así, los  
materiales adecuados son metálicos y no metálicos y cual-  
quier material no metálico puede ser de origen natural o  
sintético. Se prefieren los materiales poliméricos sinté-  
ticos debido a su bajo coste y facilidad de fabricación  
20 en formas y configuraciones adecuadas.

Estos materiales foraminosos pueden ser de cual-  
quier forma, dentro de los principios generales ya señala-  
dos. Así, pueden ser sólidos flexibles porosos tales como  
metales sinterizados o láminas plásticas porosas; materia-  
25 les fibrosos permeables como papel, tejido o materiales

198637

198637



1 textiles no tejidos; películas perforadas o cualquier  
otro material similar. Preferiblemente, las estructuras  
deben presentar una resistencia a la tracción apreciable  
5 en una dirección, para resistir a las fuerzas aplicadas  
durante la fabricación de un sistema permeador, pero no  
es necesario que presenten una resistencia a la tracción  
apreciable en la dirección que forma ángulo recto con la  
primera. Los materiales preferidos son en general del ti-  
10 po de velo, ya que se trata de estructuras flexibles de  
superficie relativamente grande comparada con su espesor,  
constituída por elementos fibrosos y con las propiedades  
generales del paño y del papel. Las estructuras especial-  
mente preferidas son las estructuras "ligadas por hilatu-  
15 ra" descritas por Shealy et al., en Textile Research Jour-  
nal, Volumen 35, págs. 322 a 329 (1965) y Volumen 38,  
págs. 7 a 15 (1968).

20 Son representativos de los materiales adecuados pa-  
ra uso como materiales foraminosos de separación los in-  
dicados en la Tabla I.

20

25

198637.

- 24 -

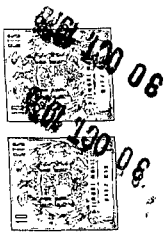


TABLA I

Composición y construcción	Apertura	Pesc básico on- za/yarda <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> )	Espesor mils (mm)
Hoja ligada por hilatura de polietileno	10 micras*	2,2 (81,8)	8 (0,203)
Hoja ligada por hilatura de polipropileno	300 micras*	2,5 (93,0)	10 (0,254)
Tul tricotado de nylon	20 x 20/pulgada hexagonal	-	5 (0,127)
Tul tricotado de nylon	9 x 9/pulgada hexagonal	-	9 (0,228)
Tul tricotado de nylon	27 x 27/pulgada <sup>2</sup>	-	5 (0,127)
Paño de cedazo tejido de nylon	32 x 32/pulgada	1,5 (55,8)	-
Paño de tabaco tejido de nylon	20 x 20/pulgada	1,0 (37,2)	-
Scrim cruzado no tejido de nylon	10 x 10/pulgada	0,5 (18,6)	-

\* Tamaño máximo de poro aproximado  
Pulgada = 2,5 cm.

1

5

10

15

20

25

30



1     Estructura laminar tubular

5     El elemento de separación por permeación de esta  
invencción comprende también una estructura laminar tubu-  
lar resinosa a través de la cual se extienden los cabos  
de las membranas de filamentos huecos. Esta estructura  
puede ser formada, por ejemplo, colocando los extremos de  
las membranas de filamentos huecos y opcionalmente el ma-  
terial de separación foraminoso asociado en un molde y  
"rellenando" con una resina endurecible, como describe  
10   Mahon en la patente estadounidense nº 3.228.877 o Maxwell  
et al., en la patente estadounidense nº 3.339.341, o por  
impregnación de capas alternantes de membranas de fila-  
mentos huecos y material foraminoso con una resina endu-  
recible, utilizando técnicas similares a las descritas  
15   por McLain en la patente estadounidense nº 3.422.008 o  
por Strand en la patente estadounidense nº 3.343.729. Una  
resina endurecible adecuada que proporciona buena resis-  
tencia es una mezcla de un polímero epóxido modificado  
con éter butilglicidílico, un aducto de amina alifática  
20   modificada y fosfito de trifenilo. Después de la solidi-  
ficación de la resina, la estructura laminar tubular co-  
lada puede ser cortada en rebanadas o partida si es ne-  
cesario para abrir los extremos de los filamentos huecos  
para que salgan de los mismos los materiales que atravie-  
san las membranas o para permitir la entrada a los fila-  
25



30

1           mentos huecos de la mezcla fluída que ha de ser separada.

Utilidad

5           Los elementos separadores por permeación aquí des-  
critos pueden ser utilizados para la separación de compo-  
nentes de mezclas fluídas, ya sean líquidos, vapores, ga-  
ses o combinación de éstos. Los procedimientos adecuados  
comprenden cualquiera de los procesos de separación común-  
mente conocidos, por ejemplo, como difusión en masa por  
permeación selectiva, difusión gaseosa, efusión molecular,  
10          diálisis, piezodialisis, termodialisis, ósmosis, ósmosis  
inversa, termoósmosis, ultrafiltración e hiperfiltración.  
En especial son adecuados para uso en la separación de una  
amplia variedad de sustancias de mezclas líquidas y acu-  
sas. Los componentes típicos que pueden ser separados de  
15          las mezclas líquidas que contienen agua utilizando estos  
elementos de separación de membranas de filamentos huecos  
son las sales inorgánicas que contienen aniones, como sul-  
fato, fosfato, fluoruro, bromuro, cloruro, nitrato, cromato,  
borato, carbonato, bicarbonato y tiosulfato y cationes  
20          como sodio, potasio, magnesio, calcio, ferroso, férrico,  
manganeso y cúprico; y sustancias orgánicas como glucosa,  
fenoles, aromáticos sulfonatados, lignina, alcoholes y co-  
lorantes. Entre las aplicaciones específicas de estos ele-  
mentos se encuentran la purificación de aguas salinas, salo-  
25          bres y residuales; recuperación de minerales del agua de



1 mar; ablandamiento de aguas; riñones artificiales; y con-  
 5 centración de alcaloides, glucosidos, sueros, hormonas, vi-  
 taminas, aminoácidos, proteínas, compuestos organometáli-  
 cos, soluciones de azúcares, leche y extractos de café y  
 té, así como otras muchas soluciones.

Fabricación

10 Los elementos de separación por permeación de este  
 invento pueden ser montados a máquina o a mano. Por ejem-  
 plo, se puede colocar a mano una capa de hilos de membra-  
 15 nas de filamentos huecos continuos en alineación sustan-  
 cialmente paralela sobre una lámina de tejido y el sistema  
 se cubre con otra lámina de tejido. La formación de una  
 estructura laminar tubular resinosa y el corte de las mem-  
 20 branas de filamentos huecos, si es necesario para abrir-  
 los para el paso del fluido, completa el montaje del ele-  
 mento de separación. Las membranas de filamentos huecos,  
 por ejemplo, pueden estar en forma de trozos cortados de  
 filamentos, segmentos en forma de horquilla, bucles alar-  
 gados o filamentos continuos dispuestos en zig-zag. Pue-  
 25 den montarse dos elementos al mismo tiempo formando una  
 serie de haces alargados de bucles sin fin de membranas de  
 filamentos huecos por los procedimientos indicados por  
 Maxwell et al., en la patente estadounidense nº 3.349.341,  
 extendiendo estos haces en alineación sustancialmente para-  
 lela entre capas de tejido, formando una estructura lami-



30 051

1 nar tubular como la descrita por McLain en la patente es-  
tadounidense nº 3.422.008 entre los extremos de los haces  
alargados y cortando a través de la estructura laminar tu-  
bular para abrir los filamentos en los sistemas de haces  
5 en dos partes para el paso del fluido.

En una variación de los procedimientos descritos,  
las membranas continuas de filamentos huecos pueden ser  
arrolladas sobre un material de separación en forma de ve-  
lo para obtener capas unitarias de filamentos sobre ambos  
10 lados del material. Entonces se pueden asociar dos o más  
de los sistemas resultantes y darles una estructura lami-  
nar tubular para fabricar un elemento de separación por  
permeación como el aquí definido. Este elemento puede con-  
tener entre cada pareja de capas de separación foramino-  
15 sas dos o más capas de membranas de filamentos huecos. Por  
ejemplo, se pueden formar capas unitarias separadas cuando  
los filamentos se arrollan alrededor del material de sepa-  
ración en forma de velo, formando un ligero ángulo espi-  
ral (5° o menos) de manera que los filamentos situados so-  
20 bre ambos lados del material de separación formen ángulos  
ligeramente diferentes con una dirección común, por ejem-  
plo uno de los bordes del material alrededor del cual los  
filamentos forman una horquilla. Se pueden apilar dos de  
estos sistemas de tal forma que los filamentos en las su-  
25 perficies de las dos capas se crucen entre sí formando un



1           ángulo pequeño y, por lo tanto, los filamentos están en  
alineación sustancial pero no totalmente paralela. Evi-  
dentemente, pueden utilizarse ángulos de espiral mayores  
pero son menos eficientes. Un aparato especial y un pro-  
5           cedimiento para el montaje de estas estructuras y de ele-  
mentos de separación por permeación que los contienen es-  
tán descritos más adelante con más detalle.

10           Las capas alternantes de membranas de filamentos  
huecos y material de separación foraminoso de los elemen-  
tos de separación por permeación de este invento pueden  
presentar configuraciones que no sean planas. Por ejemplo,  
pueden ser de configuración plisada o cilíndrica en dispo-  
sitivos que contienen medios para hacer pasar el fluido  
que ha de ser separado a través de la estructura atrave-  
sando las membranas de filamentos huecos. En una configu-  
15           ración preferida, las capas alternantes de membranas de fi-  
lamentos huecos y materiales de separación son arrolladas  
formando circunvoluciones alrededor de un espacio central que  
proporciona un conducto para la introducción o extracción  
del fluido que ha de ser separado y garantiza el paso de  
20           este fluido radialmente a través de la estructura arrolla-  
da formando circunvoluciones.

25           Estas y otras realizaciones de esta invención se-  
rán mejor comprendidas remitiéndonos a los dibujos. En  
una configuración especialmente preferida, las capas al-



1           ternantes de membranas de filamentos huecos y materiales  
de separación son arrolladas formando circunvoluciones alre-  
dedor de un tubo foraminoso central que soporta las capas  
internas del arrollamiento circunvolucionado. Este sistema,  
5           con una estructura laminar tubular asociada en un elemen-  
to de separación de esta invención, está indicado en la  
sección esquemática de la Figura 9, en la que la lámina  
tubular 19 contiene capas sucesivas de membranas de fila-  
mentos huecos 14, el borde del velo de material de separa-  
10           ción 31 arrollado formando circunvoluciones y el tubo hueco  
foraminoso 18. En esta realización, parte de la lámina tu-  
bular resinosa 19 y parte del tubo 18 han sido barrenadas,  
cerradas con los tapones 50 y rellenadas con resina lim-  
pia 19 para cerrar un extremo del tubo. El extremo opues-  
15           to del tubo 18 está unido a un conducto tubular impermea-  
ble 51 que está adaptado para introducir o sacar del tubo  
foraminoso 18 la mezcla fluída que ha de ser separada. Las  
porciones opuestas de los filamentos 14 en esta realiza-  
ción forman horquillas 52 que generalmente se prolongan al-  
20           rededor del borde doblado de los velos 31 y después se pro-  
longan a través del anillo formado en el lado opuesto del  
velo 31 y a través de la lámina tubular de resina curada  
19 de la cual emergen, de manera que el interior de los  
dos extremos de las membranas de filamentos huecos está  
25           abierto para el paso del fluído.



1  
5  
10  
15  
20  
25

Las Figuras 10 y 11 también muestran secciones parciales esquemáticas de elementos de separación por permeación de este invento, en las que unas capas alternantes de membranas de filamentos huecos y material en forma de velo de separación están arrolladas formando circunvoluciones alrededor de un tubo foraminoso central. El tubo central en este elemento es de un diámetro sustancialmente mayor que los filamentos huecos y puede ser de cualquier diámetro pequeño práctico, como 0,25-1,0 pulgadas (6,3-25,4 mm) en sistemas de algunas pulgadas de diámetro o puede ser mayor en sistemas mayores. Los orificios del tubo foraminoso están distribuidos uniformemente a lo largo de la porción del tubo dentro del arrollamiento circunvolucionado, con objeto de provocar el flujo de fluido que ha de ser separado de manera uniforme a través de todas las porciones del sistema. Los orificios pueden ser suficientemente pequeños y en un número tal que el tubo ofrezca mayor resistencia al paso del fluido que la estructura circundante de forma que, cuando el fluido pasa desde la estructura hacia el tubo, este último tiende a igualar el flujo a través de todas las porciones equivalentes de la estructura. El tubo foraminoso puede ser de cualquier material resistente al fluido que ha de ser separado, tal como un plástico inerte, fibra de vidrio reforzada con resina, cerámica o metal. En los dispositivos de separación por permeación



1 para uso en sistemas acuosos, un material especialmente  
preferido para estos tubos foraminosos es el polietileno  
poroso de gran densidad, en el que los poros tienen un  
diámetro efectivo de 5 a 100 micras.

5 En la Figura 10, el extremo superior de la lámina  
tubular es idéntico al de la Figura 9. Sin embargo, en el  
extremo inferior, las curvaturas del filamento 52, así  
como los bordes doblados del velo foraminoso 31, están incrus-  
tados en resina para comunicar una estabilidad algo ma-  
10 yor a la estructura. Como puede verse, la cara inferior  
de la resina no está maquinada y los filamentos no están  
cortados ni expuestos. En la Figura 11 también el extremo  
inferior está incrustado en resina, a excepción de que  
aquí los filamentos 14 son cortados antes de la encapsu-  
15 lación con resina. Por lo tanto, los extremos terminales  
de los filamentos están dispuestos dentro de los confines  
de la resina y los interiores huecos de los filamentos que-  
dan cerrados.

20 Cualquiera de las realizaciones aquí descritas de  
elementos de separación por permeación, arrollados formando  
circunvoluciones, es adecuada para uso en el dispositivo  
de separación por permeación de este invento mostrado es-  
quemáticamente en la Figura 12, que en general comprende  
una cápsula 53, habitualmente de forma tubular, cerrada en  
25 ambos extremos por las cabezas 53a y 53b, respectivamente.



1  
5  
10  
15  
20  
25

Las cabezas pueden estar fijadas a la cápsula 53 de cualquier forma convencional por ejemplo por soldadura, mediante anillos de resorte (mostrados en la figura) o mediante tornillos, realizándose el cierre hermético mediante juntas planas o anillos tóricos elastoméricos o similares. La estructura arrollada circunvolucionada es instalada en la cápsula 53 empleando un elemento de cierre hermético, por ejemplo una junta tórica 58, entre la resina curada 19 y la cápsula 53. El conducto impermeable 51 de la estructura se prolonga a través de una apertura adecuada situada en la cabeza 53a y unida a la misma herméticamente. Una apertura 57 en la cápsula 53 sirve para admitir el fluido de alimentación mientras que el fluido rechazado emerge del conducto 51. El producto o permeado pasa por el interior de los filamentos huecos 14 y desde aquí al espacio de cabeza 55 donde es recogido, saliendo del aparato a través de la apertura 56. En esta realización, se observará que el fluido de alimentación que entra en la apertura 57 fluye en general en dirección radial hacia el interior a través de capas sucesivas del velo 31 arrollado circunvolucionado y entre los filamentos 14 generalmente paralelos.

Si se desea invertir el flujo, es decir en dirección radial hacia afuera, puede utilizarse la realización de la Figura 13 que es estructuralmente idéntica a la Figura 12. Sin embargo, en la Figura 13 el fluido de aliment-



1 tación entra en el conducto 51, atraviesa el tubo foramino-  
so hueco 18 en dirección generalmente radial y hacia afuera  
y desde allí pasa entre los filamentos y a través de los ve-  
5 los para salir de la vasija por la apertura 57. El producto  
permeado fluye a través de los filamentos hasta el espacio  
de cabeza 55, como antes, siendo recuperado en la apertura  
56.

10 La cápsula de los dispositivos puede ser de cual-  
quier configuración de sección transversal adecuada y de  
cualquier material compatible adecuado de resistencia sufi-  
ciente. Por ejemplo, son satisfactorias las carcasas metá-  
licas cilíndricas de tubo de acero, que se pueden producir  
y montar con razonable facilidad. El tamaño de la camisa  
15 tubular puede variar desde menos de 1 pulgada (2,5 cm) has-  
ta muchas pulgadas de diámetro, por ejemplo 10 ó 14 pulga-  
das (25,4-35,5 cm) y su longitud puede oscilar entre 1 y va-  
rios pies, por ejemplo 10 ó 14 pies (3,0-4,3 metros).

20 Los métodos por los cuales se fabrican los elemen-  
tos de separación por permeación de este invento pueden ser  
comprendidos mejor refiriéndonos a los dibujos, donde la  
Figura 1 es un aparato para la fabricación de dispositivos  
permeadores preferidos de esta invención, que comprende ge-  
neralmente un bastidor 10, un alimentador de velo 11, una  
rueda 12 que transporta las bobinas arrolladas 13 de fila-  
25 mentos huecos 14, un rodillo propulsor 15, un aplicador de



30 de

1 resina 16 y un permeador parcialmente completado 35, todos los cuales serán descritos con más detalle.

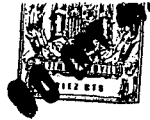
5 El bastidor de la máquina 10 soporta todo el aparato sobre una superficie generalmente horizontal a través de la cual se extiende una viga 20 que lleva una pareja de postes 21 que a su vez sostienen otra viga horizontal 22, formando así un bastidor abierto 27 que rodea a la rueda 12; esta última está apoyada en una pareja de rodillos rebordeados 23 que son arrastrados por los cojinetes montados sobre la viga 20, como indican las Figuras 1 y 3. Un rodillo similar 24 está montado sobre el lado inferior de la viga 22 y engrana con la parte superior de la rueda 12. Uno de los dos rodillos inferiores 23 es impulsado por una cadena 25 y un motor 26, cuya velocidad puede ser variada por medios no mostrados, haciendo así posible la propulsión de la rueda 12 y la variación de su velocidad.

10 Más allá del lado derecho del bastidor 27 y de la rueda 12 se encuentra el alimentador de velo 11 que comprende una pareja de postes 28 que soportan un eje giratorio 29 que, a su vez, soporta un rodillo arrollado circunvolucionado 30 de material en forma de velo antes descrito. El rodillo 30 gira en el sentido de las agujas del reloj como se ve en la Figura 1 para dispensar horizontalmente el velo 31 en un plano que pasa por el centro de rotación de la rueda 12. La rotación del rodillo 30 es resistida por una brida de

15

20

25



1 tejido 61 arrollada alrededor del rodillo 30 y que se ex-  
tiende sustancialmente a todo lo ancho de este rodillo. Un  
extremo de la brida 61 está sujeto a la parte superior de  
la viga 33a y el extremo opuesto, que pende verticalmente,  
5 lleva un peso 60 (véase la Figura 2). El velo es guiado me-  
diante una pareja de barras fijas 32a y 32b, montadas en  
voladizo y mejor expuestas en la Figura 2. Estas barras es-  
tán soportadas mediante una pareja de vigas horizontales  
33a y 33b que están fijadas por ambos extremos a los postes  
10 28 y situadas, respectivamente, ligeramente encima y lige-  
ramente debajo del velo horizontal 31, manteniendo así las  
barras 32a y 32b encima y debajo del velo, respectivamente.  
Cada una de las barras está provista de tirantes diagona-  
les 34, como muestra la Figura 3, para evitar que sean arras-  
15 tradas horizontalmente hacia el centro del velo. Las barras  
32a y 32b se prolongan completamente a través de la aper-  
tura central de la rueda 12 y sus extremos libres están bi-  
selados, como muestra la Figura 7. Estos extremos quedan  
muy próximos a la superficie externa del rodillo propulsor  
20 15. Extendiéndose generalmente entre las barras 32 se en-  
cuentra una mesa plana horizontal 62, mejor observada en la  
Figura 3, que soporta la parte central del velo 31. El ro-  
dillo propulsor 15 gira sobre unos cojinetes no mostrados  
situados en los postes 36, que descansan en el bastidor de  
25 la máquina 10. Estos postes también soportan una pareja de



1 brazos oscilantes 37 sobre los pivotes 38, cuyos brazos  
arrastran un eje giratorio que comprende un tubo hueco foraminoso 18  
y una transmisión con un motor péndulo 63, poleas 64 y correas  
5 65, estando adaptado el tubo 18 para recibir una estruc-  
tura arrollada formando circunvoluciones 35, como muestra  
la figura. El rodillo propulsor 15 es impulsado mediante  
una cadena 39 y un motor de velocidad variable 40.

10 El velo 31 tiene una anchura transversal superior  
en algunas pulgadas a la anchura tomada a lo largo de las  
superficies externas de las barras voladizas 32. Así, cuan-  
do el velo 31 es dispensado por el rodillo 30, los dos bor-  
des del velo se doblan unos 180° alrededor de cada super-  
ficie periférica externa de las barras 32, como se observa  
mejor en la Figura 3; el objeto de esto será discutido más  
15 adelante.

Colocado sobre una cara de la rueda 12 se encuentran  
las bobinas arrolladas 13 de filamentos huecos 14, obteni-  
das en operaciones convencionales de hilatura de fibras,  
como las descritas en la patente estadounidense nº 3.442.002.  
20 Los núcleos de las bobinas están sustentados, preferiblemen-  
te sin girar, en el interior de unos botes 67 abiertos por  
un extremo, sobre espigas o mandriles adecuados no mostra-  
dos en la figura, que son arrastrados por la rueda 12. Cer-  
ca de cada bobina 13 se encuentra un poste 41, sostenido  
25 por la rueda 12 y lleva un guía-hilos 42 separado del extre-

198637



30 Oct

1 mo de las bobinas, que permite el desarrollo por encima de  
los filamentos 14 cuando se aplica una tensión a los mis-  
mos. Se puede utilizar una bobina única 13 o una plurali-  
5 dad de bobinas, según la velocidad deseada de utilización  
o la disposición de los filamentos. Sobre cada poste 41 se  
encuentra un freno 66 del tipo de histéresis magnética para  
ejercer un grado preseleccionado de tensión en los filamen-  
tos a medida que avanzan alrededor de la polea 66a sobre el  
10 freno 66. Sobre las barras 32 se utilizan guía-filamentos  
fijos 70, de alambre redondo, como indican las Figuras 1,  
3 y 4. Como indica la Figura 3 y la sección ampliada de la  
Figura 3A, el pie del guía 70 está fijado a la cara interna  
de cada barra 32, separado del borde del velo 31. El resto  
del guía rodea a la barra 32 en unos 270° y después se pro-  
15 longa hacia adentro y hacia arriba siguiendo una línea ge-  
neralmente recta, estando esta última inclinada hacia atrás,  
es decir hacia el rodillo 30, formando unos 30° con la ver-  
tical, como se observa en la Figura 4. El borde de la iz-  
quierda de la porción del guía 70 que rodea a la barra 32  
20 está situado ligeramente a la izquierda del plano 71 barri-  
do por los filamentos 14 cuando se apartan de la polea 66a  
del freno 66. Así, el guía 70 está adaptado para disponer  
los filamentos en una posición conocida sobre las barras 32  
y el velo 31.

25 Extendiéndose transversalmente entre la izquierda



1 de los postes 36 se encuentra una viga horizontal 43 que  
soporta un aplicador de resina 16, formado por unos bra-  
zos oscilantes 44 montados a pivote que arrastran un ro-  
dillo corto 45, por ejemplo de 2 a 4 pulgadas (5 a 10 cm)  
5 y una cuchilla auxiliar 46 (véase la Figura 4). El borde  
inferior de la cuchilla auxiliar está separado del períme-  
tro del rodillo 45 y la cuchilla 46 y el rodillo forman un  
canal en V por el que pasa un material adhesivo viscoso 47,  
tal como resina epóxida sin curar. El rodillo descansa ini-  
10 cialmente sobre el tubo desnudo 18 y más tarde sobre la su-  
perficie de una estructura arrollada formando circunvolu-  
ciones a la que hace girar, estando adaptado así para lle-  
var una cantidad "medida" de adhesivo 47 en dirección con-  
traria a las agujas del reloj alrededor del perímetro del  
15 rodillo 45 para ser depositada sobre la estructura 35 si-  
tuada debajo.

Inicialmente el velo 31 es sacado del rodillo 30  
a mano en forma plana, es estirado entre las vigas 33, a  
través del interior de la rueda 12 y sobre la mesa 62 y a  
20 través de las barras-guía 32, donde los dos bordes del ve-  
lo están arrollados parcialmente alrededor de cada una de  
las barras-guía, como muestra la Figura 3, pero no menos  
de unos 180° sobre cada una. El velo se hace avanzar manual-  
mente hacia el tubo desnudo 18 y a medida que se aparta de  
25 los extremos terminales biselados de las barras-guía 32 es



1 doblado sobre sí mismo, como muestra la Figura 5, mante-  
niéndose doblado por el peso del tubo 18 que lo aprieta  
contra el rodillo propulsor 15. El borde de cabeza del ve-  
lo doblado es arrollado sobre el tubo 18, un poco más de  
5 una vuelta completa, con objeto de arrastrarlo y sujetarlo  
al mismo. El velo se mantiene tenso en la dirección de la  
máquina mediante el peso 60 y la brida 61. Si se desea evi-  
tar un espesor doble del material, como alternativa, el ve-  
lo 31 puede ser doblado sobre sí mismo en la forma descrita  
10 pero además puede ser cortado continuamente en la zona del  
doblez, mediante una cuchilla circular fija 48 situada con  
su filo cortante muy cerca del espacio que separa el tubo  
18, o estructura arrollada circunvolucionada, y la superfi-  
cie del rodillo propulsor 15. Una ventaja adicional de este  
15 sistema es que el adhesivo presente en el borde del velo 31,  
recibido del aplicador 16, puede tener tendencia a escurrir  
a través del velo y ser depositado sobre los rodillos pro-  
pulsores. Sin embargo, si el orillo 49 está debajo del ve-  
lo 31 en este punto, el adhesivo escurrido será recibido  
20 por el orillo y posteriormente descartado, como muestra en  
general la Figura 6, siendo arrastrado axialmente por un  
extractor no mostrado el orillo 49, alejándose así del ro-  
dillo propulsor. La cuchilla 48 puede ser sostenida y gi-  
rada por un eje sustancialmente vertical, por medios no  
25 mostrados en la figura.



1            Los filamentos 14 son depositados sujetando sus  
extremos de cabeza al velo, v.g. con un adhesivo, y des-  
pués haciendo girar la rueda 12, sacándolos así de las bo-  
binas 13 alrededor de la polea de los frenos 66. Los fila-  
5            mentos se depositan sobre el velo 31 transversalmente, en  
un tipo de trayectoria helicoidal, ya que el velo está  
siendo avanzado a una velocidad constante mediante los ro-  
dillos propulsores 15 ayudados por el motor de péndulo 63.  
Los filamentos pueden ser colocados uno junto a otro o se-  
10            parados o incluso superpuestos, según la velocidad relati-  
va previamente seleccionada de la rueda 12 y del velo 31.

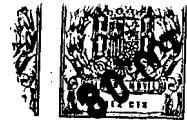
            Los filamentos se extienden alrededor de la por-  
ción curvada del borde del velo que está encima de las ba-  
rras 32 a lo largo de  $180^{\circ}$ , y de esta forma sustancialmen-  
15            te no están en contacto con estas barras, con lo que puede  
verse que se evita al mismo tiempo el deslizamiento de los  
filamentos longitudinalmente a lo largo de las barras 32 y  
los daños consiguientes producidos por este hecho. Como el  
velo 31 está arrollado en cierta forma de "S" alrededor de  
20            las barras 32 (Figura 3) y como los filamentos están siendo  
sometidos a un ligero efecto de tensión debido al uso de  
los frenos 66, cuya tensión es ejercida en la dirección que  
señalan las "colas" de la "S", se observará que los bordes  
del velo tienden ambos a ser obligados a girar en la direc-  
25            ción de las agujas del reloj alrededor de las barras respec-



1           tivas 32, haciendo de esta forma que el velo 31 esté tiran-  
te en la dirección transversal en el espacio comprendido en-  
tre las barras y manteniéndolo así en forma plana.

5           De lo que antecede se deduce que el filamento 14  
es depositado sobre la cara superior e inferior del velo 31  
que actúa a manera de cinta transportadora; los filamentos  
y el velo avanzan hasta el espacio comprendido entre el tu-  
bo foraminoso hueco 18 o el espacio comprendido entre la es-  
10           tructura arrollada formando circunvoluciones y el perímetro  
del rodillo propulsor 15, en cuyo espacio quedan atrapados,  
formando las sucesivas capas de estructura arrollada for-  
mando circunvoluciones, que son fijadas o encapsuladas en uno  
o más puntos por la resina adhesiva que está siendo deposi-  
tada mediante los aplicadores 16. La resina es aplicada so-  
15           bre una longitud limitada, por ejemplo de 2 a 4 pulgadas  
(5 a 10 cm) y a una velocidad tal que penetra completamente  
en los intersticios situados entre los filamentos 14 sobre  
dicha longitud, llenándolos por completo. Análogamente, son  
llenados los espacios entre los filamentos y el velo 31 y  
20           las aperturas dentro del velo foraminoso, formando una es-  
tructura "sólida" cuando la resina ha curado, excepto los  
espacios comprendidos dentro de los filamentos huecos en los  
que, naturalmente, no penetra la resina.

25           Cuando la estructura arrollada alcanza un tamaño  
deseado, se retira del aparato, después de lo cual se deja



1 curar la resina. A continuación, la estructura arrollada  
formando circunvoluciones, la resina y todos los materia-  
les encapsulados son maquinados para cortar y exponer las  
5 porciones interiores huecas de los filamentos, formando un  
tubo y una estructura laminar tubular como la mostrada en  
sección en la Figura 9.

10 Como ya se ha descrito, los filamentos 14 son depo-  
sitados transversalmente sobre el velo 31 mediante la rueda  
giratoria 12. Sin embargo, debido al movimiento del velo,  
la deposición de los filamentos no se realiza formando exac-  
tamente  $90^\circ$  sino que forma un ángulo cuya magnitud depende  
de la velocidad del velo relativa a la velocidad de la rue-  
da. Con una velocidad del velo constante, a medida que dis-  
minuye la velocidad de la rueda disminuye también el ángu-  
15 lo "A" indicado en la Figura 1, con el resultado de que los  
filamentos situados sobre la parte superior e inferior del  
velo 31 se depositan en dirección contraria formando un pe-  
queño ángulo, de  $2$  a  $5^\circ$  o más, uno con respecto a otro. El  
resultado es que los filamentos de las capas contiguas de  
20 la estructura arrollada 35 se cruzan entre sí formando apro-  
ximadamente el mismo ángulo. Aunque esto no es necesaria-  
mente de gran importancia, los cruzamientos de filamentos  
pueden producir daños a los mismos, especialmente si se de-  
sea una estructura 35 fuertemente arrollada. Esto puede ser  
25 evitado utilizando el aparato de la Figura 8, en el que se



1 introduce un velo adicional 31a cerca del rodillo propul-  
sor, se hace pasar alrededor de una rueda loca o rodillo-  
guía 59 situado debajo del velo 11 y de la capa inferior  
5 de filamentos y posteriormente es atrapado en el espacio  
comprendido entre el rodillo propulsor 15 y la capa infe-  
rior de filamentos. Así, en la estructura arrollada circun-  
volucionada 35, se observa que el segundo velo 31a esta si-  
tuado entre capas sucesivamente arrolladas de filamentos  
superiores e inferiores, separándolos así unos de otros. El  
10 uso de un velo adicional 31a también sirve para soportar la  
capa inferior de filamentos a medida que se aproximan a la  
separación del cilindro en la operación de arrollado, en el  
caso de que tiendan a combarse o en el caso de que el borde  
doblado del velo 31 y los filamentos 14 sean cortados, co-  
15 mo muestra la Figura 6 y como se ha descrito anteriormente.

Se comprobará que si se desea una velocidad diferen-  
te de deposición de los filamentos sin añadir o quitar bo-  
binas 13 a la rueda 12, la velocidad de deposición puede  
ser alterada simplemente modificando la velocidad de la  
20 rueda y manteniendo una velocidad del velo constante. Por  
ejemplo, es posible que se desee una mayor densidad de fi-  
lamentos en la porción exterior de la estructura arrollada  
35, en cuyo caso la velocidad de la rueda puede ser aumenta-  
da cuando se prepara la estructura.

25 Si se desea, se puede montar un contador de revolu-

00000000

198637



1 ciones 68 en la viga 22, o en otro punto adecuado, -  
que es accionado por una excéntrica 69 situada en la  
rueda 12. De esta forma se puede observar el número  
total de revoluciones de la rueda 12 como medida del  
5 número total de filamentos emplazados en un sistema -  
permeador dado. Por comodidad, el contador puede ser  
devuelto a la posición 0 manualmente.

Los siguientes ejemplos ilustran esta invención.

EJEMPLOS

10 Ejemplo 1

Se monta un elemento separador permeador utili-  
zando, como material del velo foraminoso, una lámina -  
de 30 pulgadas (75 cm) de anchura de género no tejido -  
de polipropileno ligado por hilatura, Style 3250, Typar <sup>®</sup>  
15 con un peso básico de 2,5 onzas/yarda<sup>2</sup> (93 g/m<sup>2</sup>) y un -  
espesor de 0,01 pulgadas (0,25 mm) y utilizando como -  
membranas unos filamentos huecos fabricados con una po-  
liamida aromática conteniendo grupos ácidos sulfónicos,  
por los procedimientos descritos por Richter et Al. en  
20 la patente estadounidense número 3567.632. Los filamen-  
tos se encuentran en forma de hilos de 150 filamentos  
y 3000 deniers. El equipo de la Figura 1 se hace fun-  
cionar durante 10 minutos a una velocidad del velo de  
12 pulgadas (30 cm) por minuto, durante las cuales los  
25 hilos de filamentos huecos procedentes de 12 bobinas -

2071430

198631



300

1  
5  
10  
15  
20  
25

son arrollados sobre el velo a una velocidad de la rueda de 18 revoluciones por minuto. El velo arrollado resultante se enrolla a medida que es fabricado sobre un tubo de polietileno poroso "Por-X" (fabricado por Forex Materials Corporation) de 32 pulgadas (82 cm) de longitud, con un diámetro interno de 0,4 pulgadas (1,0 cm), un diámetro externo de 1,0 pulgadas (2,5 cm) y uniformemente cubierto con poros de unas 10 micras de diámetro. El tubo poroso es cortado en un extremo del sistema enrollado y este extremo es tapado. Alrededor de este extremo del sistema se coloca un anillo limitador y el extremo se cubre con una resina epóxida viscosa para encapsularlo. Después de haber endurecido la resina, se corta el tubo por el otro extremo dentro del sistema arrollado. A continuación se suelda al extremo cortado un tubo de polietileno no poroso y este extremo es análogamente encapsulado en una resina epóxida. El extremo encapsulado que contiene el tubo tapado es cortado a través del material del velo para abrir los extremos de las membranas de filamentos huecos al paso del fluido. El elemento separador resultante tiene un diámetro externo de unas 3,9 pulgadas (9,9 cm), contiene alrededor de 600.000 filamentos, cada uno de ellos de una longitud efectiva de unas 25 pulgadas (63,5 cm) y con un área total de membrana de unos 1300 pies<sup>2</sup> (120,7 m<sup>2</sup>). Cuando se instala en una cápsula como la mostrada en la Figura 12, este ele-



1           mento desaliniza efectivamente las aguas salobres en con-  
          diciones de ósmosis inversa, durante un tiempo significa-  
          tivamente más largo que un elemento similar sin las capas  
          de material de velo foraminoso.

5

EJEMPLO 2

          Otros dos permeadores se montan de la siguiente  
          forma: Dos piezas de 30 pulgadas (76,2 cm) de anchura y  
          11 pies (335,3 cm) de longitud, de tul de poliamida nylon  
          conteniendo 20 aperturas hexagonales por pulgada (2,5 cm)  
10       e hilos de 5 mils (0,127 mm), se colocan paralelamente so-  
          bre el suelo, a una distancia de unas 10 pulgadas (25,4 cm).  
          Se arrollan 4 hilos paralelos del tipo descrito en el Ejem-  
          plo 1 unas 25 vueltas sobre una devanadora como la descri-  
          ta en la patente estadounidense nº 3.339.341. A una región  
15       de la madeja se aplica una resina epóxida. Se saca la ma-  
          deja de la devanadora y se estira para formar un haz de  
          más de 70 pulgadas (178 cm) de longitud, estando la resina  
          epóxida cerca del punto central. Este haz se deposita a  
          través de las dos piezas de paño, encontrándose la resina  
20       epóxida en el espacio comprendido entre las dos piezas,  
          sustancialmente en dirección perpendicular a los bordes de  
          los paños. Los hilos del haz se extienden uniformemente  
          sobre los paños para dejarlos en capas con un espesor de  
          1 a 3 hilos, dispuestos de forma sustancialmente paralela.  
25       De esta forma se preparan aproximadamente 100 haces de fi-



1 lamentos huecos y se extienden sobre los paños para cubrir  
prácticamente la totalidad de su superficie.

5 Dos tubos de polietileno poroso como los descritos  
en el Ejemplo 1, ambos tapados en un extremo, se arrollan  
con cinco capas de paño. Los dos paños y sus filamentos  
huecos asociados se enrollan sobre los tubos de polietileno  
10 cubiertos de paño, con los extremos cerrados de los tubos  
dirigidos hacia las porciones de los filamentos que  
contienen resina epóxida pero no entrando en las mismas y  
con los filamentos huecos sustancialmente paralelos a los  
tubos centrales. El sistema arrollado circunvolucionado re-  
sultante tiene un diámetro de unas 4 pulgadas (10,1 cm).  
Las membranas de filamentos huecos se cortan en la región  
15 cubierta de resina epóxida, separando el sistema en dos  
partes esencialmente equivalentes. Alrededor de los dos  
extremos de los haces de filamentos huecos cubiertos de  
resina epóxida se colocan unos anillos limitadores, se cu-  
bren los extremos abiertos de los filamentos con resina  
epóxida adicional y se endurece la resina. Los otros ex-  
20 tremos de los haces y parte de los extremos abiertos del  
distribuidor de polietileno poroso se cortan. Se inserta  
un tubo de polietileno no poroso en el distribuidor y se  
colocan unos anillos limitadores alrededor de los filamen-  
tos huecos y el tubo no poroso con los bordes del paño  
25 arrollado dentro de los anillos limitadores. Se aplica una



1 resina epóxida viscosa a los extremos de los filamentos y  
se deja endurecer. La resina epóxida, situada en el extre-  
mo de cada sistema que contiene el extremo tapado del tu-  
bo poroso, se corta para abrir los extremos de los filamen-  
5 tos huecos al paso del fluido. Los elementos separadores  
por permeación resultantes contienen cada uno de ellos al-  
rededor de 740.000 membranas de filamentos huecos, con un  
área efectiva de unos 1378 pies<sup>2</sup> (128 m<sup>2</sup>).

10 Estos elementos se enrollan entre las láminas de  
tubo epóxido con una malla de plástico poroso y se montan  
en los permeadores del tipo de la Figura 2. En los ensayos  
de ósmosis inversa con uno de estos dispositivos, se intro-  
duce en la cápsula agua conteniendo 1500 partes por millón  
de cloruro sódico, a una presión de alimentación de 400 psi  
15 (28 kg/cm<sup>2</sup>). Se obtienen, con un rendimiento del 50 %,   
1,61 galones (6,4 litros) por minuto (1,69 galones/pie<sup>2</sup>/día,  
68,8 l/m<sup>2</sup>/día) de agua, con una concentración de cloruro só-  
dico del 8,7 % relativa a la del agua de alimentación, con  
una caída de presión de 7 psi (0,49 kg/cm<sup>2</sup>) entre la cáp-  
20 sula y el tubo foraminoso hueco. Más tarde este permeador  
fue alimentado con un agua salobre natural conteniendo al-  
rededor de 1750 partes por millón de sólidos totales di-  
sueltos, principalmente en forma de cloruros, fosfatos y  
bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio. Durante más de  
25 1400 horas de funcionamiento a una presión de alimentación

20176

198637



30 DEC 1978

1 de unas 600 psi ( $42 \text{ kg/cm}^2$ ), se obtuvo un rendimiento de  
agua permeada del 75 % aproximadamente, conteniendo el  
agua permeada alrededor del 8 % de la sal del agua de ali-  
mentación. La solución permeada se obtuvo a una velocidad  
5 que fue disminuyendo gradualmente desde 1,8 a 1,2 galones/  
minuto (6,8 a 4,5 litros/minuto). Durante este periodo, la  
presión entre la entrada a la cápsula y la salida del tubo  
foraminoso permaneció esencialmente constante en un valor  
de 15 psi ( $1,0 \text{ kg/cm}^2$ ).

10 Habiendo descrito el invento, se considera como una  
novedad y, por lo tanto, reclamamos como de nuestra propie-  
dad lo contenido en las siguientes:

#### REIVINDICACIONES

1. Un elemento separador por permeación, mejorado  
15 para separar los componentes de mezclas fluidas que comprende:  
una multiplicidad de filamentos huecos de un material po-  
limérico en dos delgadas capas discretas como mínimo,  
alineados de forma sustancialmente paralela en una ca-  
pa dada, teniendo cada filamento un diámetro externo  
20 comprendido entre unas 10 y 750 micras, un espesor de  
pared comprendido entre unas 2 y 90 micras y un extre-  
mo abierto;  
un delgado material foraminoso que separa las capas de fi-  
lamentos y  
25 una estructura laminar tubular resinosa de espesor relati-  
vamente pequeño en comparación con la longitud de los



- 1 filamentos y siendo hermética a los fluidos con respecto a los filamentos, prolongándose cada extremo abierto de los filamentos a través de una estructura laminar tubular.
- 5 2. Un elemento separador por permeación según la reivindicación 1, en el que existen dos capas de filamentos huecos entre cada capa de material de separación foraminoso.
- 10 3. Un elemento separador por permeación según la reivindicación 1, en el que una estructura laminar tubular resinosa es sustancialmente perpendicular a los filamentos huecos.
- 15 4. Un elemento separador por permeación según la reivindicación 1, en el que las capas separadas de filamentos huecos y el material foraminoso de separación están arrollados formando circunvoluciones alrededor de un centro.
- 20 5. Un elemento separador por permeación según la reivindicación 4, en el que el centro de las capas arrolladas circunvolucionadas de filamentos huecos y material foraminoso de separación está ocupado por un tubo, de un diámetro sustancialmente mayor que los filamentos huecos y
- 25 foraminoso a lo largo de la longitud de la porción del tubo comprendida dentro de las capas arrolladas circun

29:1:76

198637



1 volucionadas.

5 6. Un elemento separador por permeación según la reivindicación 5, rodeado por una vasija que es hermética a los fluidos con respecto a una estructura laminar -  
5 tubular resinosa, conteniendo dicha vasija diferentes con-  
ductos para permitir el movimiento del fluido entre una -  
zona exterior a la vasija y  
una zona adyacente a las paredes interiores de la vasija,  
una zona dentro del tubo hueco y  
10 una zona adyacente a una de las caras de una estructura -  
laminar tubular resinosa a través de la cual se extien-  
den los extremos de los filamentos huecos.

15 7. Un elemento separador por permeación y una va-  
sija según la reivindicación 6, en los que  
la superficie externa de las capas arrolladas circunvolu-  
cionadas está separada de la superficie interna de la  
vasija y  
el tubo hueco es uniformemente foraminoso a lo largo de -  
aquella parte de su longitud que se encuentra dentro de  
20 las capas arrolladas circunvolucionadas.

8. Un elemento separador por permeación y una va-  
sija según la reivindicación 6, en el que existen dos ca-  
pas de filamentos huecos entre cada capa de material de -  
separación foraminoso.

25 9. Se reivindica por último, como objeto sobre el

29-1476

198637



1 que ha de recaer el Modelo de Utilidad que se solicita:  
UN ELEMENTO SEPARADOR POR PERMEACION, MEJORADO PARA SEPA-  
RAR LOS COMPONENTES DE MEZCLAS FLUIDAS.

5 Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente Memoria descriptiva, que consta de cincuenta  
y tres páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 14 de Octubre 1.971.

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

15

20

25

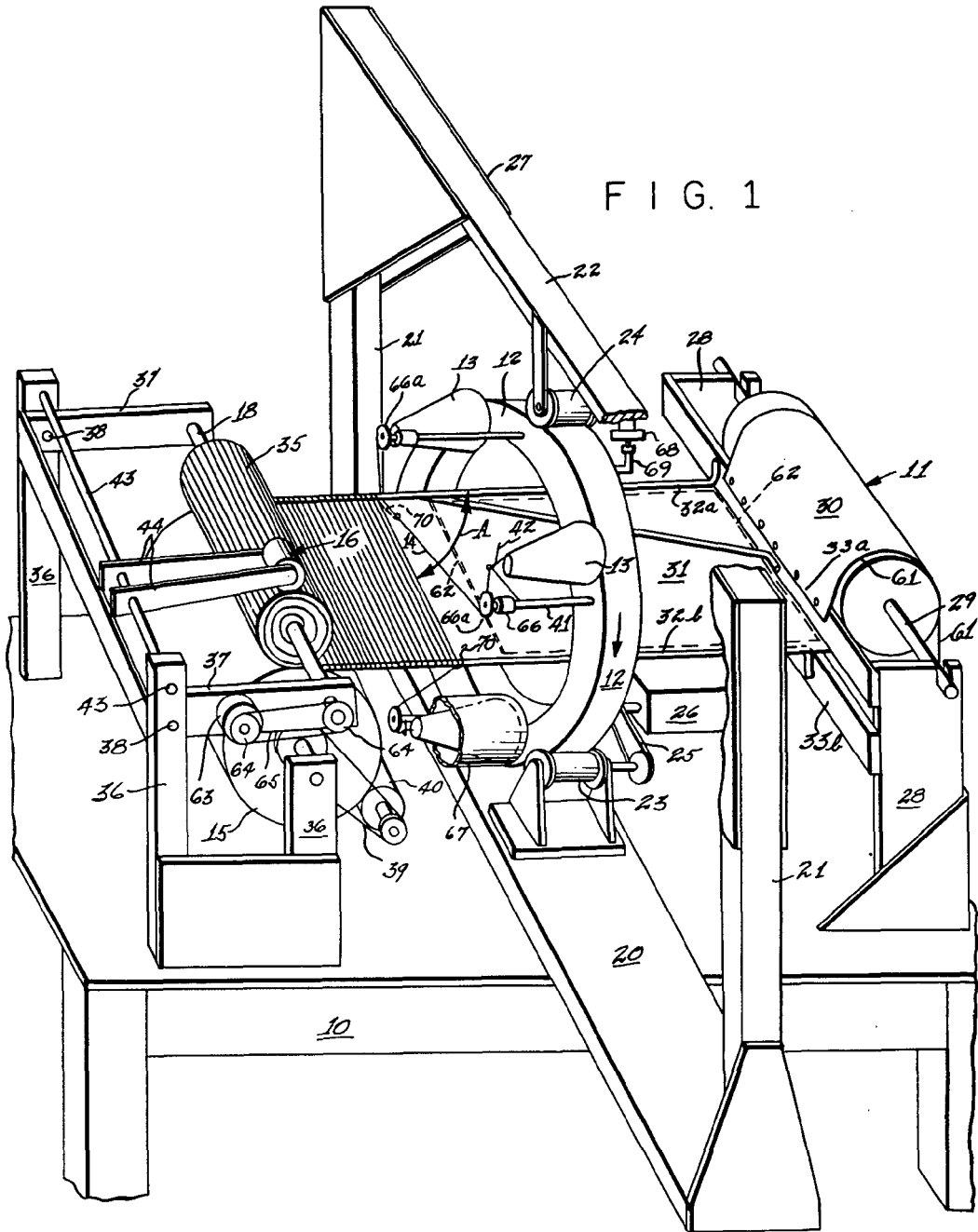
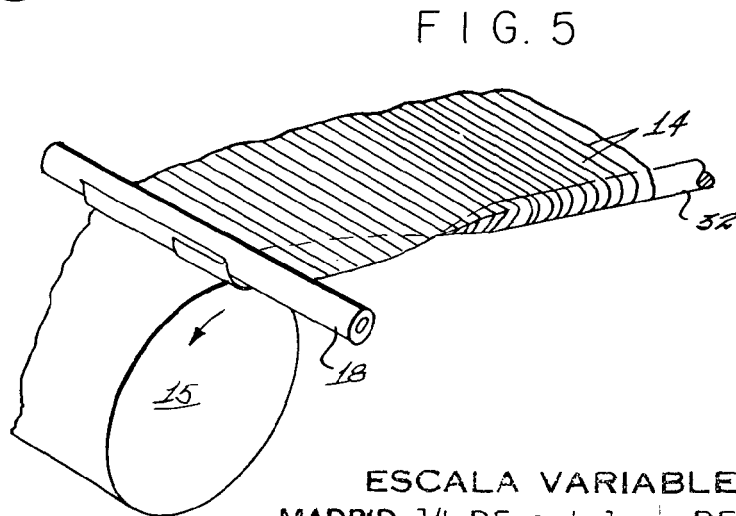
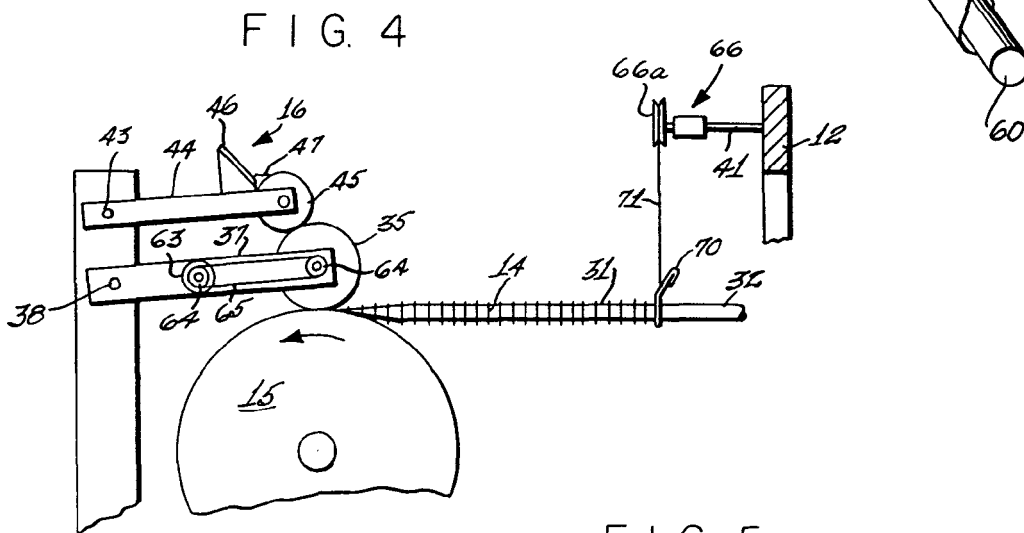
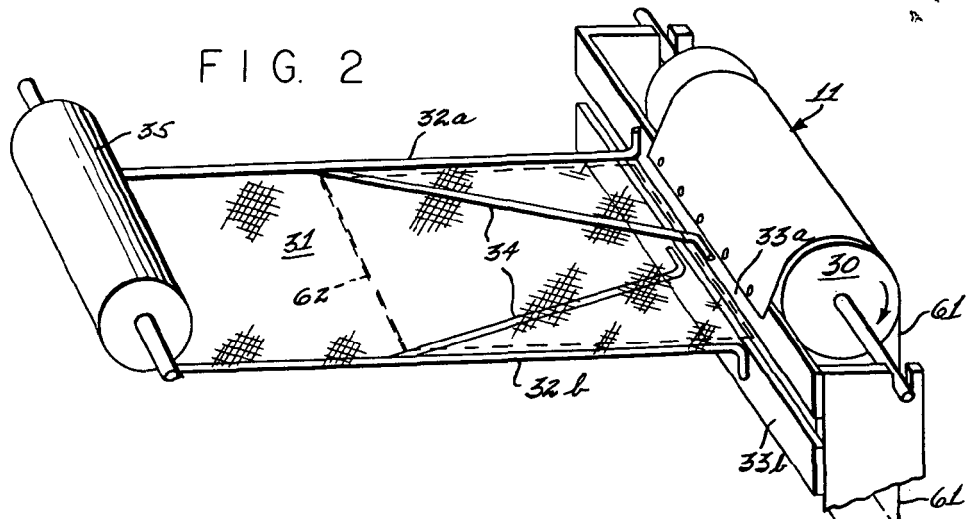


FIG. 1

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 14 DE octubre DE 1971  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 14 DE octubre DE 1971  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.

198057



FIG. 3

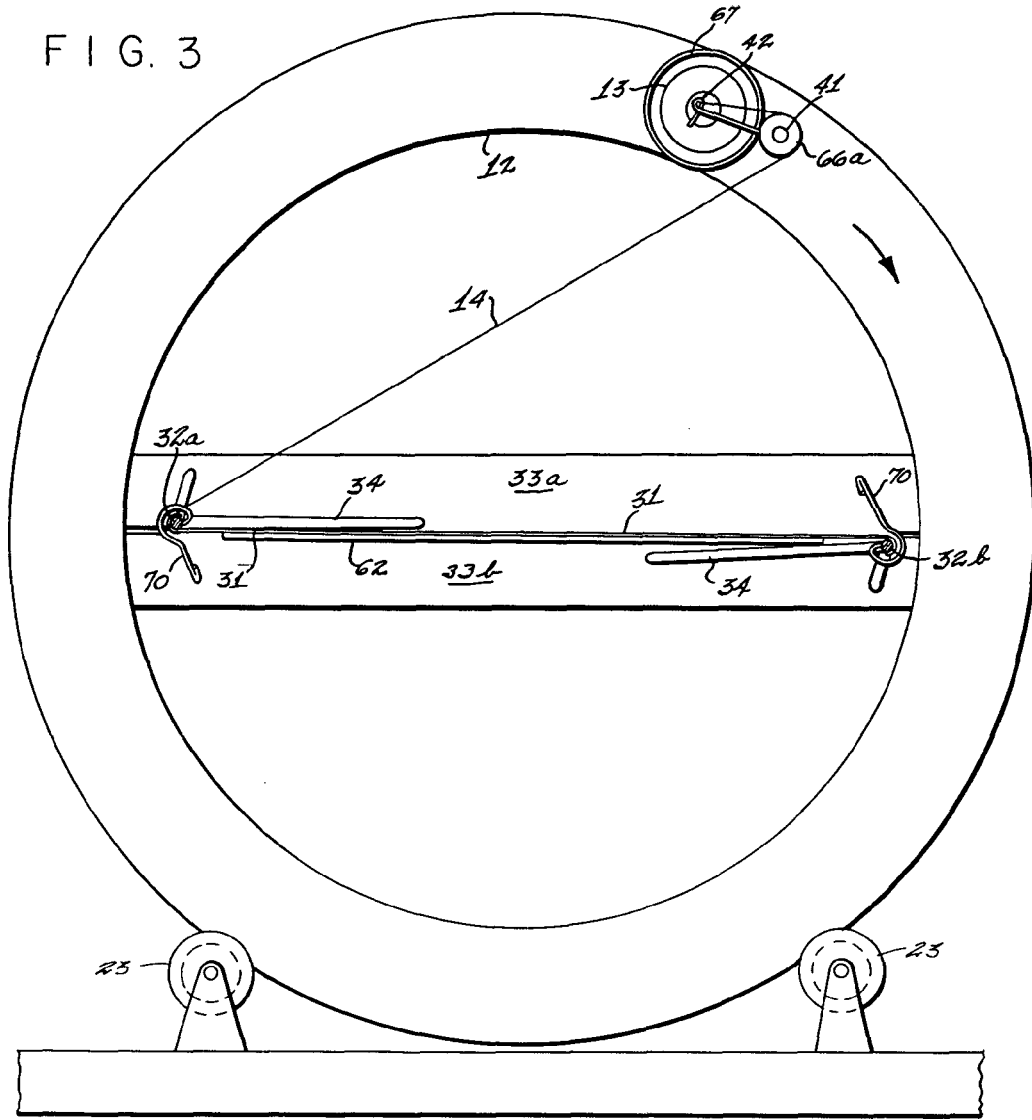
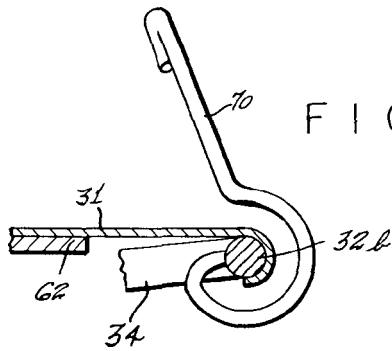


FIG. 3A



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 14 DE octubre DE 19 71  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.

*[Handwritten signature]*



FIG. 6

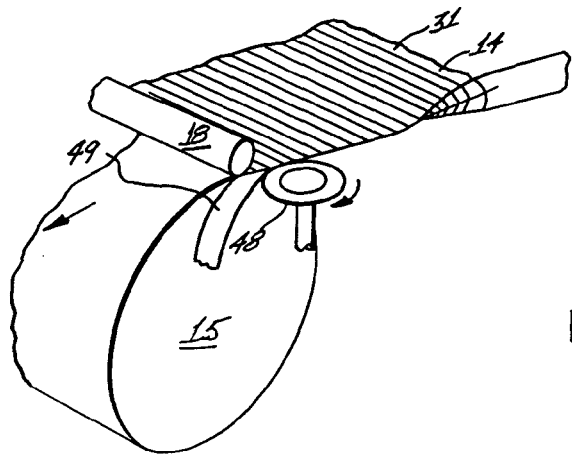
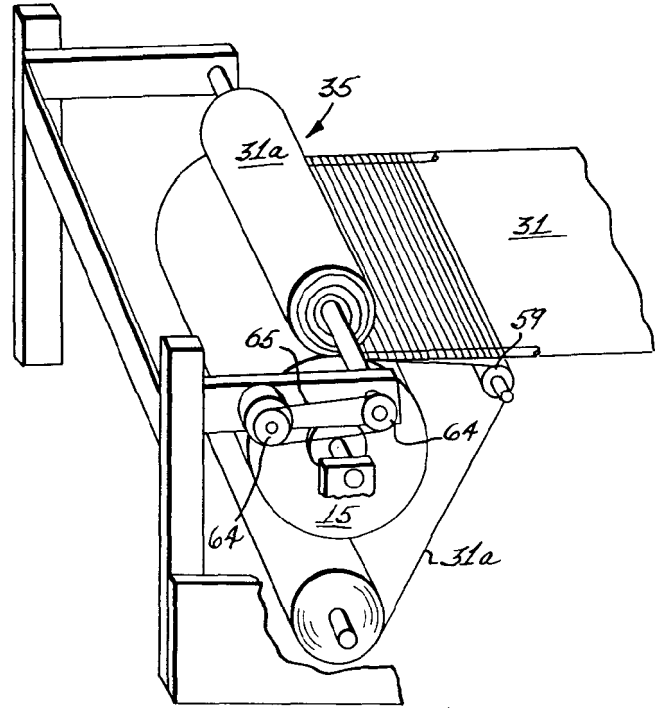


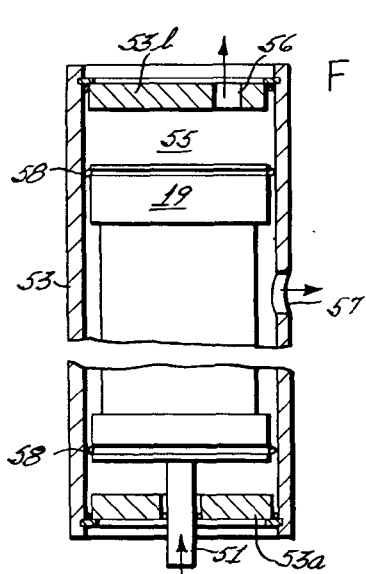
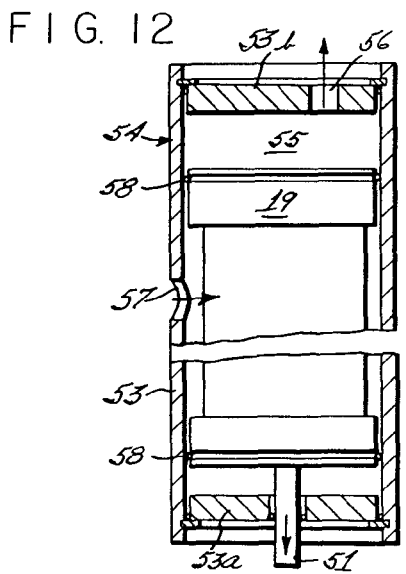
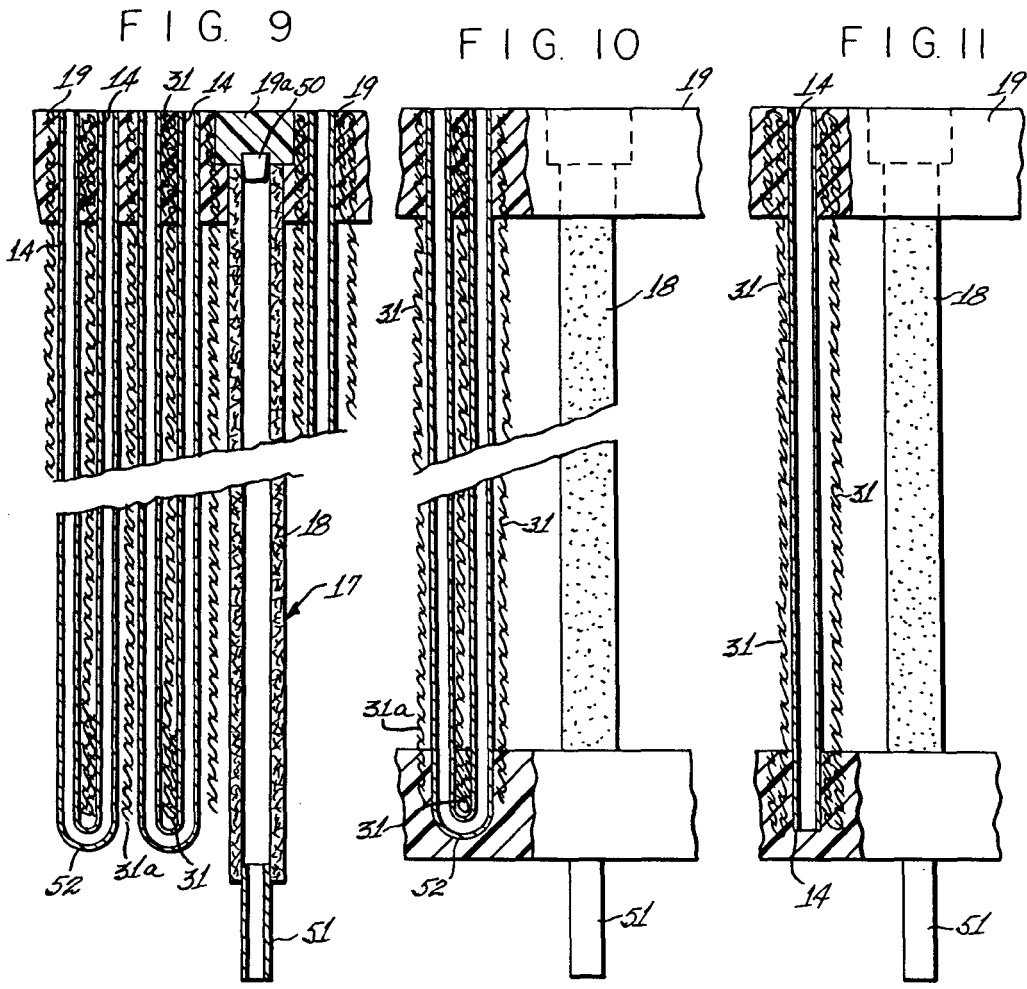
FIG. 7



FIG. 8



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 14 DE octubre DE 1971  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 14 DE octubre, DE 1971.  
 BERNARDO UNGRIA  
 P. P.