



11
192473

192.73

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a una solicitud de PATENTE DE INVENCION, por veinte años para España y sus Posesiones, por: "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA ELECTRODIALISIS DE LIQUIDOS", a favor de la R.S. Nederlandse Centrale Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek, de nacionalidad holandesa y residente en THE HAGUE (Holanda) Koningskade, 12.-

Este invento se refiere a un nuevo método y aparato para electrodializar líquidos, particularmente a un método y aparato perfeccionados, con relación al modo en que el líquido que ha de ser electrodializado es conducido a través de pila de electrodiálisis.

5

La electrodiálisis trata de la eliminación de materias disueltas de líquidos. En algunos casos el objeto de la electrodiálisis es obtener agua pura de agua impura; esto, empero, no constituye el objeto del invento.

10

El procedimiento según este invento es aplicable para el tratamiento de soluciones con objeto de separar

11 ABR



192473

15

substancias no o lentamente dializables de substancias que consisten en compuestos ionizables contenidos en dichas soluciones. Estos compuestos ionizables son substancialmente extraídos por medio del procedimiento y de la solución remanente pueden ser recuperados las substancias no o lentamente dializables en estado puro.

20

Sin embargo, en muchos casos, dichas substancias no o lentamente dializables son expuestas a transformaciones indeseadas cuando el pH de la solución varía en un grado considerable, verbigracia azucar en solución se presta a invertirse, soluciones que contienen coloides, por ejemplo: proteínas, tales como leche, suero etc., tienden a formar moho. Al formarse un gel de estas formaciones de moho, los poros de las membranas se obstruyen y la extracción de los compuestos ionizados es substancialmente restringida.

25

30

Una aplicación económica de la electrodiálisis requiere que las pilas estén construidas lo más estrechamente posible, debiendo procurar particularmente que la distancia entre las membranas sea lo más pequeño posible. Además la condición de que el pH ha de ser constante en toda la pila, la cantidad total del líquido que ha de ser tratada exige una mezcla intensa del líquido puesto que la práctica ha demostrado que el paso de la corriente sobre la superficie relativamente ancha de la membrana en un líquido estancado, origina cambios locales de pH que son causa de fenómenos indeseables tales como coagulación de partes macromoleculares, descomposición, etc.

35

40

Al principio el inventor intentó evitar estas desventajas aplicando un agitador mecánico en el centro de la pila, más en este caso resulta extremadamente di-



45

ficil reducir la distancia entre las membranas de manera suficiente, tanto más como las membranas preferentemente están hechas de material delgado y por tanto frágil, ver bigracia: pergamino, vejiga de cerdo, celofán, colodio etc.

50

Con una anchura más reducida de la pila neutra, es decir menos de 10 mm. preferentemente 5 a 3 mm. o con una superficie comparativamente ancha de los diafragmas, éstos se encorvarán tanto para originar el peligro de destruir los diafragmas el agitador mecánico, y entrar en contacto los diafragmas con los electrodos, resultando cambios invigilables en la concentración -ion- H en la pila de electrodiálisis, Además, empleando un agitador se tropezará con dificultades constructivas aún mayores.

55

60

Como resultado del movimiento recíproco de un agitador en una pila delgada, también se produce un movimiento periódico del líquido en la pila de la electrodiálisis, cuyo movimiento es transmitido a los diafragmas. Estas desviaciones en las dimensiones de las tres pilas impiden un relativo control de la concentración H de iones en la pila de la electrodiálisis.

65

70

Por tanto, uno de los objetos de este invento reside en un procedimiento y aparato para la electrodiálisis, donde el líquido en la pila de electrodiálisis es mezclado a fondo de modo que dicho líquido tenga sustancialmente la misma composición en cualquier parte de la pila, no excediendo la distancia de las membranas 10 mm, preferentemente como máximo 5 o incluso 3 mm.

75

Otro objeto consiste en conducir el líquido a través de la pila de electrodiálisis en flujo turbulento, originando la turbulencia una mezcla íntima del líquido en la pila para evitar cambios del pH en cualquier parte



192473¹¹A

de la pila que pudiera ocasionar fenómenos indeseables tales como coagulación, descomposición etc.

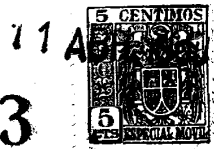
80 Otro objeto reside en decrecer el voltaje aplicado en el procedimiento de electrodiálisis, por el empleo de pilas estrechas y aumentar al propio tiempo la densidad de la corriente a cantidades de aproximadamente 100 m A/cm² y hasta 300 m A/cm² y más por conducción continua del líquido en la pila intermedia a un grado tal que el flujo en la pila sea turbulento, siendo reducida la duración del tratamiento en la pila evitando con 85 ello un aumento indeseable de la temperatura de dicho líquido.

Otro objeto del invento se basa en establecer un aparato de diálisis que permita tratar una mayor cantidad de líquido que lo ha sido con sistemas anteriores pero con menos consumo de energía. 90

Finalmente se pretende crear un tipo de aparato para electrodiálisis sencillo, eficiente, efectivo y económico. 95

En conformidad con el invento, el aparato para la electrodiálisis comprende una pila de ánodo que contiene un ánodo siendo lavada mediante un líquido de lavado; una pila de electrodiálisis, separada de la pila anódica por una membrana permeable; un sistema de bomba para el flujo del líquido a través de esta pila provocando un flujo turbulento; una pila catódica, separada de la pila de electrodiálisis por medio de una membrana permeable, dotada de un cátodo, siendo esta pila también lavada con un líquido apropiado. 100

Una norma para el grado de flujo en la pila media la constituye "el número Reynolds" (que en lo sucesivo se expresará por "Re"). Cuando en un tubo ligeramen 105



192473

110 te redondo con un diámetro d un líquido con gravedad específica C y una viscosidad η fluye a una velocidad lineal V , Re importa $\frac{VdC}{\eta}$.

115 Si la sección del tubo no es circular sino rectangular y si una dimensión es más ancha que la otra, el diámetro es sustituido por el llamado "diámetro efectivo d' ", que es conectado directamente con el ancho del canal, estrecho en una dimensión siendo aproximadamente el doble de este ancho.

120 Ahora, el flujo del líquido siempre es laminar a un valor de Re debajo de 1.700 y siempre turbulento a un valor de Re encima de 4.000. Entre Re 1.700-4.000 la turbulencia puede ocurrir, es decir debido a la aspereza de la pared o a obstáculos que se encuentran en el flujo del líquido. La turbulencia también es estimulada si el líquido es obligado a cambiar su dirección. Por lo tanto, este límite más bajo (llamado a continuación " Re_{cr} ", es decir el valor crítico de Re) es distinto en cada aparato, pero varía entre 1.700 y 4.000.

130 Con el procedimiento según este invento se establece un grado de flujo tal que para el aparato en cuestión Re es más ancho que Re_{cr} . Según se observa de lo que antecede, esto puede ser realizado, en primer término, aplicando un grado de aspiración apropiado. Por otra parte, el Re_{cr} puede ser influido (aunque dentro de límites reducido) por la elección de la configuración geométrica de las superficies interiores en la pila de la electrodiálisis. Se citan algunos ejemplos en el cuerpo de la memoria.

135 Especialmente al electrodiálizar soluciones coloidales es de importancia de cuidar de operar encima de Re_{cr} , pues de otro modo se forman precipitaciones en

192473^{11A}



140 los diafragmas.

Procediendo según el invento, la dimensión de las pilas de electrodos en dirección de la corriente electrica, pueden ser reducidas, por ejemplo 10 mm. o incluso 5-3 mm., que resulta muy económico en cuanto al consumo de energia eléctrica.

145

En algunos casos es aconsejable disponer telas en el lado de los electrodos para soportar las membranas; dichas telas pueden ser de lona, algodón o cayón, pero han de ser resistentes a los contornos de las cámaras que los llevan fijados.

150

La pila delgada, a través de la cual es conducido a un grado elevado el líquido que ha de ser electro-dializado, tiene además la ventaja de que densidades de corriente elevadas pueden ser aplicadas sin diferencia de temperatura demasiado grande entre la carga y descarga de dicho líquido. Según las necesidades, el referido líquido puede ser conducido a través de una o más pilas y ser refrigerado a la temperatura de entrada en un refrigerador, después de lo cual el líquido puede ser conducido nuevamente a través de una o más pilas, sean o no las mismas mencionadas antes.

155

160

Para la ejecución satisfactoria del presente procedimiento, pueden ser aplicados aparatos de diversas formas constructivas.

165

Se puede elegir una pila de electrodiálisis de sección transversal rectangular sin más dispositivos siempre que se aplique el debido grado de acción de la bomba. Este grado acertado también provoca una sobrepresión en la pila de electrodiálisis con relación a la cámara de los electrodos con lo cual es evitado el contacto mútuo de las membranas o diafrágmás.

170

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

7 -

11 AB

192473



175 Las pilas pueden adaptar la forma de bastidores planos de cualquier material apropiado dieléctrico o mal conductor, verbigracia: resina o caucho, o de metal aislado.

180 Tratándose de dimensiones grandes, es ventajoso construir los bastidores para el compartimento de los electrodos de metal; electricamente aislados con una capa superficial de laca o resina aislante; el bastidor de la pila de electrodialisis puede consistir en un material no conductor, verbigracia una resina sintética o caucho.

185 Para reducir el Re.cr. se puede fijar un enrejado con barras para dividir la pila de electrodialisis en un número de secciones separadas que en conjunto forman el volumen total de dicha pila.

190 En este caso, se puede fijar también un enrejado en cada una de las cámaras, por ejemplo, con el mismo perfil que el de la cámara intermedia con el resultado que la encorvadura de los diafragmas o membranas puede ser limitada a un grado elevado, ya que estas pueden moverse libremente, solo en superficies reducidas.

195 Las barras de los enrejados deben ser provistas de perforaciones de modo que las secciones en cada cámara resulten mutuamente conectadas. El curso de la corriente del líquido a través de las cámaras respectivas puede ser regulado a voluntad perforando las barras en conformidad.

200 En ambas cámaras de electrodos las barras del enrejado también pueden ser provistos de los canales de entrada de los líquidos de lavado y de los agujeros para distribuir estos líquidos sobre las cámaras de lavado.

Los enrejados están hechos preferentemente en forma de marcos para constituir un conjunto con la pared ex-



192473¹¹A

205

terior de la cámara. También se pueden aplicar enrejados arrugados combinados con superficies arrugadas de los electrodos en lugar de enrejados planos. Los enrejados pueden consistir en cualquier material dieléctrico o mal conductor apropiado, preferentemente de resina sintética o caucho.

210

El líquido que ha de ser electrodiálizado puede circular a través de una pila de electrodiálisis o sucesivamente a través de un número de pilas separadas formando parte cada pila de electrodiálisis de un aparato de tres cámaras.

215

Las características antes mencionadas y objetos de este invento y la manera de conseguirlos serán más evidentes y el invento propiamente dicho será mejor entendido refiriéndose a la descripción siguiente con ayuda de los dibujos que se acompañan, en los cuales

220

la figura 1 es una vista esquemática de un aparato de electrodiálisis con flujo continuo de líquido a través de las tres cámaras.

225

La figura 2 es una vista esquemática de una ejecución sencilla de un aparato de electrodiálisis según este invento.

La figura 3 es una vista en perspectiva de uno de los compartimentos exteriores del aparato según la figura 2, y

230

la figura 4 es una vista en perspectiva del compartimiento intermedio según la figura 2.

235

La figura 5 representa una vista en perspectiva de un aparato semi-técnico consistente en la unión de seis pilas de electrodiálisis alternado con una pila de cátodo y una de ánodo, con las bombas, conductos etc, inherentes.

192473

11



La figura 6 ilustra una proyección de los elementos de la pila de la figura 5, en una posición en la que los bastidores no están presionados uno contra otro.

240 La figura 7 indica una proyección en dos distintos planos del bastidor de una pila de electrodiálisis de la figura 6.

La figura 8 muestra una proyección en dos diferentes planos del bastidor de una pila de electrodo, según la figura 6.

245 Las figuras 9 y 10 representan vistas en planta de varias formas de ejecución de bastidores para una pila del electrodiálisis y

la figura 11 también representa un bastidor para una pila de electrodiálisis.

250 La figura 12 es una sección parcial de un bastidor para una cámara de electrodo inherente al bastidor de la pila de electrodiálisis de la figura 11.

255 La figura 13 es una vista y parcialmente una sección de un aparato de tres cámaras con pila intermedia muy estrecha.

La figura 14 indica una sección por la línea XIV - XIV de la figura 10.

La figura 15 es una vista de una pila de lavado de un aparato según la figura 13.

260 La figura 16 indica una sección por la línea XVI - XVI de la figura 15, mientras la figura 17 representa una vista esquemática de un aparato técnico.

265 La figura 1 muestra un esquema de un pequeño aparato de electrodiálisis. El líquido que ha de ser tratado o purificado es empujado por la bomba 1 a través del tubo 11 dispuesto en la camisa de agua 10 con entrada de agua 12 y salida 13, para llegar a la pila de electrodiálisis.

192473



270 lisis 20. De acuerdo con el invento, la distancia entre
las membranas 22 - 23 ha de ser menor de 10 mm. y el gra
do de flujo del líquido a través de la pila 20 tal que
el líquido esté con movimiento turbulento. La membrana
22 separa la pila intermedia de la pila del cátodo 25.
Esta pila tiene una entrada 30 y salida 31 para el líqui
do de lavado. El cátodo está indicado por 27 y una conec
275 xión 29 que pasa con anillo hermético y aislante a tra
vés de la pared, sirve para conectar con la corriente eléc
trica. Desde la pila de electrodiálisis 20 el líquido es
conducido a través del tubo 41 al depósito de expansión
40 abierto en la parte superior o a lo menos está en con
280 tacto con el aire libre. En este depósito se alojan ins
trumentos para medir el pH y la conductividad. Desde es
te recipiente el líquido vuelve a través del tubo 42 a
la bomba 1 siendo nuevamente empujado a través de la pi
la. Habiendo suficientemente progresado el proceso de
285 reducción de la ceniza, el líquido purificado puede ser
extraído a través del conducto 2 abriendo la válvula 3.

El procedimiento también puede ser llevado a ca
bo de modo continuo añadiendo con regularidad una peque
ña cantidad de líquido bruto, verbigracia, a través del
290 conducto 43 y válvula 44, quitando una cantidad igual de
líquido purificado del depósito de expansión.

Las figuras 2, 3 y 4 representan formas de eje
cución de una pila de electrodiálisis preferidas y muy
sencillas de acuerdo con el invento.

295 Se compone de tres bastidores, representando 52
la pila del ánodo con entrada 60 y salida 61 para el agua
de lavado, y 55 el ánodo con conexión 56 montado de modo
aislante y hermético en la pared. La membrana 54 está aga
rrada entre el bastidor 52 y el 50 cuyo último forma la



192473

300

pared de la pila intermedia. La membrana 53 separa la pila intermedia y la pila del cátodo estando asegurada entre el bastidor 50 y el 51 representando la pila del cátodo. Esta pila del cátodo presenta una entrada 63 y salida 64 para el líquido de lavado, y un cátodo 58 con conexión 57.

305

La abertura 59 existente en el bastidor 52 sirve para suministrar el líquido a la pila intermedia, formando la abertura 62 en el bastidor 51 la salida para dicho líquido.

310

En la figura 5 el bastidor 140 comprende un refrigerador 141 y una combinación de seis pilas de electrodiálisis 142 separadas por un compartimiento de ánodo y cátodo. El líquido que ha de ser purificado es empujado en circuito por la bomba 143 impulsada por el motor 144 a través de un conducto 145, refrigerador 141 aparato de electrodiálisis 142, tubo de conducción 146, recipiente de expansión 147, volviendo a la bomba por el tubo 148.

315

320

El líquido de lavado del ánodo es puesto en circulación por la bomba 162 impulsada por el motor 163 a través del tubo 164, las cámaras de los ánodos del aparato de electrodiálisis 142, tubería 165, recipiente de expansión 166, volviendo a la bomba por el conducto 161. Líquido fresco es continuamente suministrado a través del tubo 160 de los depósitos 149 conteniendo un ácido diluido y 150 conteniendo una solución de sal ionizable en cantidad regulada por los reguladores 156 y 157. El excedente es recogido por la derivación 167 de dicho recipiente de expansión 166.

325

330

El líquido de lavado del cátodo es puesto en circulación por la bomba 170 impulsada por el motor 171, a

192473

11



335 través del conducto 172, las cámaras de cátodo del aparato de electrodiálisis 142, conducto 173 recipiente de expansión 174 volviendo a la bomba a través del tubo 175. Líquido fresco es suministrado continuamente por medio del tubo 176 de los depósitos 150 conteniendo una solución de sal ionizable, y 151 conteniendo una solución de un alcali en cantidad regulada por los reguladores 158 y 159. El excedente es recogido por las derivaciones 167.

340 El suministro de corriente a los ánodos es representado por el hilo 183, tirita de cobre 182 y tornillos 181. El suministro de corriente a los cátodos y a los tubos refrigeradores de agua para el refrigerador 141 no son visibles en la figura.

345 152, 153, 154 y 155 son grifos de cierre entre los depósitos 149, 150, 151 y los reguladores 156 - 159.

350 La figura 6 representa una proyección de todos los elementos de la pila de electrodiálisis de la figura 5, dispuesta aparte por fines de conveniencia 190 - 193 son las cámaras de cátodos conteniendo cada una un cátodo, siendo 194 - 196 las cámaras de ánodos, conteniendo cada una un ánodo, y 197 - 202 ilustran las pilas de electrodiálisis. Las membranas 203 son apretadas entre una pila de electrodiálisis y una pila de electrodo al ser montado el aparato.

355 La figura 7 es una proyección en dos planos de una pila de electrodiálisis 214 representa el bastidor con abertura 210 para suministrar el líquido de lavado del cátodo y la abertura 211 para la salida de dicho líquido; sirviendo las aberturas 212 y 213 para suministrar y dar salida al líquido de lavado del ánodo.

360 La figura 8 ilustra una proyección de una pila de cátodo y una sección por la línea A-A 220 indica el

11 ABR



192473

365

bastidor, 223 el suministro del líquido para la pila de electrodiálisis, siendo 221 la abertura para la salida del mencionado líquido.

370

En la figura 9, 70 indica un bastidor de material dieléctrico o mal conductor preferentemente un material aislante de electricidad, que puede ser fácilmente prensado o moldeado, verbigracia resina sintética o caucho. Los enrejados están indicados por 73, y los agujeros 74 conectan las respectivas cámaras. El líquido es suministrado a la pila en 71 siendo distribuido en tres ramas paralelas indicadas con líneas interrumpidas, siendo expulsado de la pila en 72.

375

La figura 10, representa un bastidor parecido 80 en el que el líquido entra en 81 y 82 y fluye a través de dos ramas paralelas a los descargadores 83 y 84. La figura 11 indica una forma de ejecución de un bastidor 90 para la pila de electrodiálisis. El líquido entra en 91 y 92 y sale en 93 y 94.

380

La figura 12, muestra un bastidor 100 perteneciente al de la figura 11, para la cámara de electrodos. El líquido de lavado es suministrado y dividido por un conducto 101 sobre los cuatro canales interiores 102, 103, 104 y 105. Desde estos canales el líquido de lavado es suministrado a las cámaras de electrodos 106 por medio de agujeros 107 siendo expulsado nuevamente por 108 y 109.

385

Las membranas están aseguradas entre el bastidor de la pila intermedia según la figura 11 y las partes correspondientes de los bastidores de las cámaras de los electrodos según la figura 12. Con esto se evita o limita a un grado elevado que se doblen o cambien las membranas ya que solo pueden moverse libremente por superficies reducidas.

390

395

192473



400

Las figuras 13-16 ilustran otra modificación de un aparato simple. La figura 13 indica la pila intermedia 110 de dimensiones reducidas en la dirección de la corriente eléctrica estando provisto en el lado inferior y superior de una parte más ancha 111, 112 con abertura de entrada 113 y de salida 114. 115 y 116 indican pilas de lavado y 117 los diafragmas.

405

En la figura 14 con 120 y 121 se representan los electrodos, siendo 122 y 123 las clavijas de contacto para la corriente; 124 y 126 muestran la entrada y salida del líquido de lavado de la primera cámara de electrodos, siendo 125 y 127 la entrada y salida de la segunda cámara 128 representan enrejados con agujeros para el suministro de los líquidos de lavado.

410

En la figura 15 se representa el conducto 131 a través del cual es suministrado el líquido a la pila de lavado, el enrejado 128 con los tubos, provisto de agujeros 130 para la distribución del líquido de lavado en toda la pila, así como una apertura 132 para la descarga del líquido de lavado juntamente con el gas generado.

415

En la figura 17, con 300, 320 y 340 se designa una batería de pilas de electrodiálisis con 20, 35 y 70 pilas respectivamente. En cada grupo las pilas son paralelas tanto las del líquido que se ha de purificar como para la corriente eléctrica, estando los tres grupos eléctricamente en serie.

420

425

El líquido que ha de ser purificado es suministrado a través de la tubería 301 y empujado mediante la bomba 302 a través del refrigerador 303 a la batería 300 y a través de la tubería 304 desde las pilas al recipiente de expansión 305.

Desde este recipiente parte del líquido es condu-



192473

MALA REPRESENTACION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL
306 a un recipiente de

430 cido a través de la válvula 306 a un recipiente de ex-
pansión 321 de la batería 320, y la parte remanente, mez-
clada con líquido fresco, es conducido a la bomba 302.

435 La batería 320 está acondicionada de un modo si-
milar con una bomba 322 y un refrigerador 323; se diferen-
cia del grupo primero en que el líquido que fluye desde
las pilas a través de la línea 324 primero entra en un
recipiente de expansión 325 desde donde parte de aquel
es conducido por la válvula 326 y línea 327 a un recipien-
te de expansión 341 del tercer grupo, pasando la parte
restante a través de la línea 328 al recipiente de ex-
pansión 321.

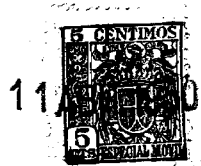
440 El tercer grupo consta del recipiente de expan-
sión 341, bomba 342, refirgerador 343 pilas de electro-
dialisis 340 y un recipiente de expansión 345 del cual
el líquido purificado, desalado es extraido a través de
la válvula 346 y tubería 347.

445 Los líquidos de lavado de los electrodos son su-
ministrados por las tuberías 307, 308 a cada uno de los
tres grupos de pilas, teniendo cada grupo una bomba para
la circulación de cada líquido de lavado, indicadas por
309, 310, 329, 330 y 349, 350. El excedente del líquido
450 de lavado es separado de los circuitos de circulación
por las tuberías 311, 312, 331, 332 y 351, 352.

El agua de refrigeración para los refrigeradores
es suministrado por las líneas 313, 333 y 353 y extraido
por las líneas 314, 334 y 354.

455 A continuación se dan algunos ejemplos de purifi-
cación por electrodiálisis en aparatos de la clase des-
crita y en conformidad con el método del presente inven-
to.

Ejemplo I. El jugo de prensado, resultante de



192473

460 la producción de harina de pescado procedente de pescado de mar contiene aceites y grasas y una fase de agua. Esta fase de agua contiene aproximadamente 8% de proteínas solubles y 6% de cenizas. 6 l de este "agua melosa" han sido electrodiálizados durante 5 horas en un aparato según la figura 1, siendo la superficie de las membranas 16 x 37 cm² y la distancia 21 de las membranas de 4 mm.

465 El voltaje aplicado al principio era de aproximadamente 6 V; al final éste aumentó a aproximadamente 15 voltios en conformidad con el decrecimiento de la conductividad de la solución. La corriente era de aproximadamente 70 amperios al principio, es decir 140 m. amp. por cm² del area de membrana; el consumo total de energía 3.0 kWh. El agua melosa ha sido impulsada a través de la

470 pila con una velocidad de bomba de aproximadamente 2.000 l por hora, siendo el número Reynolds de aproximadamente 3.200 con una viscosidad del líquido de aproximadamente 2.2 c. Poise. Cada líquido de electrodo es impulsado a una velocidad de unos 120 l por hora; el líquido de lavado del ánodo es refrescado mediante adición continua de

480 6 l de agua fresca y una solución de 1-3 l O. 4 n Na₂ SO₄ por hora y el líquido de lavado del cátodo por adición de 6 l de agua por hora. El producto resultante contenía aproximadamente 8% de proteína y 0.6% de ceniza; el pH del líquido en la pila de electrodiálisis podía ser mantenido variando la adición de solución de 0.4 n Na₂ SO₄ al líquido de lavado, del ánodo dentro de los límites del pH 6,7 a 7,5 y a este pH no se presentaba ninguna viscosidad de proteína. Al concentrar el líquido purificado resultante se produce un colapaz de excelente calidad.

490 Ejemplo II. Una malasa de azucar de remolacha corriente se diluye para formar un producto con contenido



192473

sólido de 40.8% y un contenido en ceniza de 3.9%. Este producto se electrodiáliza en un aparato según las figuras 5 y 6 con una corriente que varía de 350 a 250 amperios y a una tensión fluctuando entre 14 - 30 voltios, siendo el consumo total medio de energía por hora algo menos de kWh. La melasa purificada resultante tiene un contenido en ceniza de solo 0.7% y un contenido en azúcar de aproximadamente 35%; la capacidad es de aproximadamente 8 Kg. por hora. La distancia entre las membranas es de aproximadamente 0.25 cm; y la superficie de cada membrana $37 \times 16 \text{ cm}^2$. La densidad de la corriente varía de 70-100 m. A m p/cm². La melasa es impulsada a una velocidad de aproximadamente 15.000 l por hora. La viscosidad del líquido es de aproximadamente 3.0 c. Poise y el número Reynolds de aproximadamente 2.900 Re. Los líquidos de lavado de los electrodos son impulsados en circuito a una velocidad de aproximadamente 300 l por hora. El líquido de lavado del ánodo es renovado con una cantidad de 0.06 n H₂ SO₄, fluctuando entre 0-25 l por hora y una cantidad de 0.5 n Na₂ SO₄ también de 0-25 l por hora de acuerdo con el cambio del pH en las melazas, El líquido de lavado del cátodo es refrescado por adición continua de 24 l 0.02 n NaOH por hora. De esta manera el pH de la melaza podía ser mantenido a aproximadamente 7 sin temor a alteración. Después de la decolorización y concentración del producto obtenido mediante este procedimiento, resulta un jarabe en perfectas condiciones para el consumo humano.

520 Ejemplo III. En un aparato similar al del ejemplo II, pero con membranas de $16 \times 50 \text{ cm}^2$ en vez de $16 \times 37 \text{ cm}^2$, se electrodiálizan 30 Kg del jarabe líquido resultante de la extracción de azúcar de leche de suero concen-



192473

525

trado, es decir melaza de azucar de leche. Después de la diluición, esta melaza de azucar de leche contiene aproximadamente 35% de materia sólida y un 10% de ceniza, siendo los demás componentes principalmente azucar de leche y albumina. La corriente importaba aproximadamente 700 amperios, el voltaje de 8-15, siendo el consumo de energía para una operación de tres horas de 23 kWh y la densidad de la corriente de 146 m. amp. por cm².

530

La velocidad de impulsión ha de ser a lo menos 20.000 l por hora; la viscosidad del líquido es de aproximadamente 4.2 c. Poise y el número Reynolds de $Re = 2700$.

535

La velocidad y composición de los líquidos de lavado del electrodo son idénticas a las del ejemplo anterior; el pH de la melaza es mantenido a aproximadamente 7.5.

540

Al cabo de tres horas el contenido en ceniza es reducido a 3.7%, siendo el porcentaje de materias sólidas 28%. Después del secado, se obtiene un producto de proteína que contiene azucar de leche apropiado para un componente de nata de cocer como sustituto de huevo en polvo en artículos de bollería etc.

545

Ejemplo IV. Se electrodiáliza un suero concentrado con un contenido de sólidos de unos 40% en un aparato según la figura 17. El rendimiento por hora es de unos 100 Kg y la reducción en ceniza es de a lo menos 80%.

550

El número total de las pilas de electrodiálisis es de 125, estando dispuestas estas pilas en un grupo primero de 20, un segundo de 35 y un tercero de 70. La corriente es de 2.000 amperios; la tensión de los grupos es de 12, 12 y 15 voltios respectivamente y el consumo de energía para la electrodiálisis es de 78 kWh por hora.

555

La velocidad de impulsión del suero en los tres grupos

192473

- 19 -



1950

560

es de 60.000 l, 100.000 l y 200.000 l por hora y la viscosidad de 3.8 c. Poise; la superficie de las membranas $15 \times 40 \text{ cm}^2$, la distancia entre las membranas de unos 0,25 cm, siendo el número Reynolds aproximadamente 2.900, 2.700 y 2.700. La densidad de la corriente en los tres grupos asciende a 166, 95 y 48 m. amp/cm². Los líquidos de lavado de los electrodos son impulsados en los tres grupos en cantidades de 1.000, 1.500 y 3.000 l por hora respectivamente. En todos los grupos la cantidad de líquidos frescos suministrados a las pilas de cátodos es de 100 l de solución 0,01 n alcalina por hora; a las pilas de ánodos de 100 l de 0.02 n ácido sulfúrico por hora y una cantidad de solución 0.5 n Na₂ SO₄ variando de 0 a 400 l por hora, requerido para mantener un pH entre 6.8 y 7.2 del suero.

565

570

575

Después de secado por esparcimiento, 100 Kg del producto desalado dan 40 Kg de un polvo de suero con un contenido en albúmina de 13% y en lactosa de aproximadamente 85% apto para el consumo humano. El consumo total en energía eléctrica para el procedimiento de electrodiálisis y accionamiento de las bombas, asciende a aproximadamente 2 kWh por Kg de producto seco.

580

585

Ejemplo V. Lecha agriada puede ser vuelta en buenas condiciones sometiendo a electrodiálisis. En un aparato según el ejemplo I, 50 l de leche de 26° D pueden ser llevados a 16° D por hora, aplicando una corriente de 60 amperios y una tensión de aproximadamente 50 voltios. La velocidad de impulsión de la leche no debe ser inferior a 1.800 l por hora. La velocidad de impulsión de los líquidos de lavado es de 100 l por hora; el suministro para el líquido del cátodo importa 4 l de solución 0.02 n Na OH por hora y el suministro para el líqui-



192473

590 do del ánodo 12 l de solución 0.5 n Na Cl. El pH de la
leche agriada es llevado nuevamente al valor del pH de
leche fresca de aproximadamente 6.9 - 7.0.

- - - - -

595 NOTA.- Descrito suficientemente cuanto precede, solo res-
ta consignar que lo que se declara como de propia y nue-
va invención de la entidad solicitante, es lo contenido
en las siguientes

REIVINDICACIONES

600 1.- Un aparato de tres cámaras para la electro-
dialisis de líquidos, y procedimiento consistente en mez-
clar intimamente el líquido en la pila intermedia condu-
ciendo dicho líquido a través de la referida pila en mo-
vimiento turbulento, manteniendo de este modo en dicho
líquido substancialmente la misma composición en cualquier
parte de la pila.

605 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1,
en el que el número de Reynolds entre las membranas es
mayor que el número crítico de Reynolds.

610 3.- Un procedimiento según la reivindicación 1,
en el que la dirección del flujo del líquido entre las
membranas es variada con objeto de reducir el número crí-
tico de Reynolds.

615 4.- En un aparato para la electrodiálisis de lí-
quidos con pilas lavadas para ánodos y cátodos y pilas
dispuestas alternativamente entre aquellas para contener
el líquido que ha de ser purificado, separadas de las pi-
las de electrodos por medio de diafragmas, comprendiendo
el procedimiento el lavado de la cámara de los electro-
dos con un líquido de lavado de una composición y velo-
cidad de flujo determinadas, circulando el líquido que ha
de ser purificado a través de la pila intermedia con flu-

192473



620 jo turbulento, y conduciendo una corriente eléctrica a través del líquido de aproximadamente 100 mA por cm² de la superficie del diafragma.

625 5.- Un procedimiento según la reivindicación 4, en el que la corriente eléctrica por cm² de la superficie de los diafragmas fluctúa entre 100 y 300 m A.

630 6.- En un procedimiento según la reivindicación 5, el método de conducir el líquido que ha de ser purificado alternativamente a través de una pila para electrodiálisis y un refrigerador cuyo último reduce la temperatura de dicho líquido en un grado tal que en el paso siguiente a través de la pila de electrodiálisis la temperatura no puede subir a un grado en que puedan producirse reacciones indeseadas.

635 7.- En un aparato para la electrodiálisis de líquidos con pilas lavadas para ánodos y cátodos habiendo dispuesto alternativamente entre estas pilas para el líquido que ha de ser purificado, separadas de las pilas de los electrodos por membranas permeables, el procedimiento que comprende el lavado de cada tipo de cámara de electrodos con un líquido de una composición determinada a una velocidad de flujo bajo control, circulando el líquido que ha de ser purificado a través de las pilas intermedias con movimiento turbulento, conduciendo una corriente eléctrica a través de dicho líquido de aproximadamente 640 100 m A por cm² de la superficie de las membranas; añadiendo continuamente líquido bruto para ser purificado en el sistema, y extrayendo el líquido purificado del sistema.

650 8.- En un aparato para la electrodiálisis de líquidos con pilas de electrodos lavadas, entre cuyas pilas hay dispuestas, para el líquido que ha de ser purificado,



192473

655 que ha de ser purificado, pilas separadas de las de los
electrodos, por medio de membranas permeables; el proce-
dimiento que comprende la purificación continua de líqui-
do impuro con compuestos disueltos ionizables, impulsan-
do dicho líquido alternativamente a través de pilas de
purificación con movimiento turbulento, y a través de re-
frigeradores con objeto de reducir la temperatura con lo
cual las cámaras de los electrodos son lavadas con un lí-
660 quido de composición determinada y con una velocidad de
flujo controlada para mantener constante el pH del líqui-
do que ha de ser purificado, y aplicando una corriente
eléctrica a través de dicho líquido de aproximadamente
100 m A por cm^2 de la superficie de los diafragmas.

665 9.- Procedimiento según la reivindicación 4, en
el que el líquido de lavado del ánodo está compuesto de
una solución acuosa de una sal y un ácido, consistiendo
el líquido de lavado del cátodo en una solución acuosa
de una sustancia alcalina.

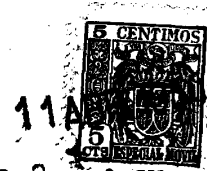
670 10.- Procedimiento según la reivindicación 4, en
el que el líquido de lavado del ánodo está compuesto de
una solución acuosa de una sal y un ácido, consistiendo
el líquido de lavado del cátodo en una solución acuosa de
una sustancia alcalina y una sal.

675 11.- Aparato para la electrodiálisis de líquidos
acuosos que comprende pilas para electrodos y pilas para
la electrodiálisis, dispuestas alternativamente y separa-
das por medio de membranas permeables, y un sistema de
bomba para provocar un flujo turbulento del líquido a
680 través de las pilas de electrodiálisis cuyas últimas
tienen una distancia entre las membranas de menos de 10
mm.

12.- Aparato según la reivindicación 11, en el

192473

- 23 -



que la distancia entre las membranas es de 2 - 4 mm..

685

13.- Aparato para la electrodiálisis de líquidos que comprende pilas de electrodos y pilas de electrodiálisis dispuestas alternativamente y separadas por medio de membranas; una bomba para provocar la circulación de un flujo turbulento de líquido que ha de ser purificado a través de las pilas de electrodiálisis y refrigeradores en los que dicho líquido es refrigerado, presentando dichas pilas de electrodiálisis una distancia entre las membranas de menos de 10 mm.

690

695

14.- Una pila para electrodiálisis de tres cámaras consistente en bastidores metálicos planos, eléctricamente aislados por una capa superficial, para los compartimientos de electrodos, y un bastidor plano de material no conductor de electricidad para la pila de electrodiálisis, separada de las pilas de electrodos por medio de membranas, conteniendo las pilas de los electrodos un ánodo y cátodo respectivamente, pasando la entrada y salida de la pila de electrodiálisis a través de los bastidores de las pilas de los electrodos.

700

705

15.- Aparato según la reivindicación 11, en el que en las pilas intermedias hay fijados órganos para realizar cambios de dirección en el flujo del líquido para reducir el número crítico de Reynolds.

710

16.- Aparato según la reivindicación 15, en el que dicho órganos consisten en bastidores planos con enrejado de la forma exterior, formando la parte interior del bastidor la pared exterior de la pila intermedia, estando compuestos de material no conductor de electricidad, provistas las barras del enrejado de perforaciones estableciendo así la conexión de las secciones en cada cámara.

715



720

17.- Aparato según la reivindicación 16, en el que en los compartimientos de los electrodos hay dispuestos órganos de forma correspondiente, y las membranas para su soporte están aseguradas entre el enrejado de una pila intermedia y un enrejado correspondiente en un compartimento de electrodos.

725

18.- Aparato para la electrodiálisis de líquidos que comprende algunos grupos de pilas, conteniendo cada grupo pilas de electrodos y pilas de electrodiálisis dispuestas alternativamente y separadas por membranas permeables, una bomba para hacer circular el líquido que ha de ser purificado con movimiento turbulento a través de cada grupo de pilas y a través de refrigeradores en los que dicho líquido es refrigerado, y una bomba para hacer circular cada líquido de lavado de los electrodos de cada grupo, cuyas pilas de electrodiálisis tienen una distancia entre las membranas de 2 - 4 mm.

730

19.- "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA ELECTRODIÁLISIS DE LIQUIDOS".

Todo según queda descrito en la presente memoria que consta de veinticuatro hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara con setecientas treinta y cuatro líneas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 11 de Abril de 1.950

P.A.

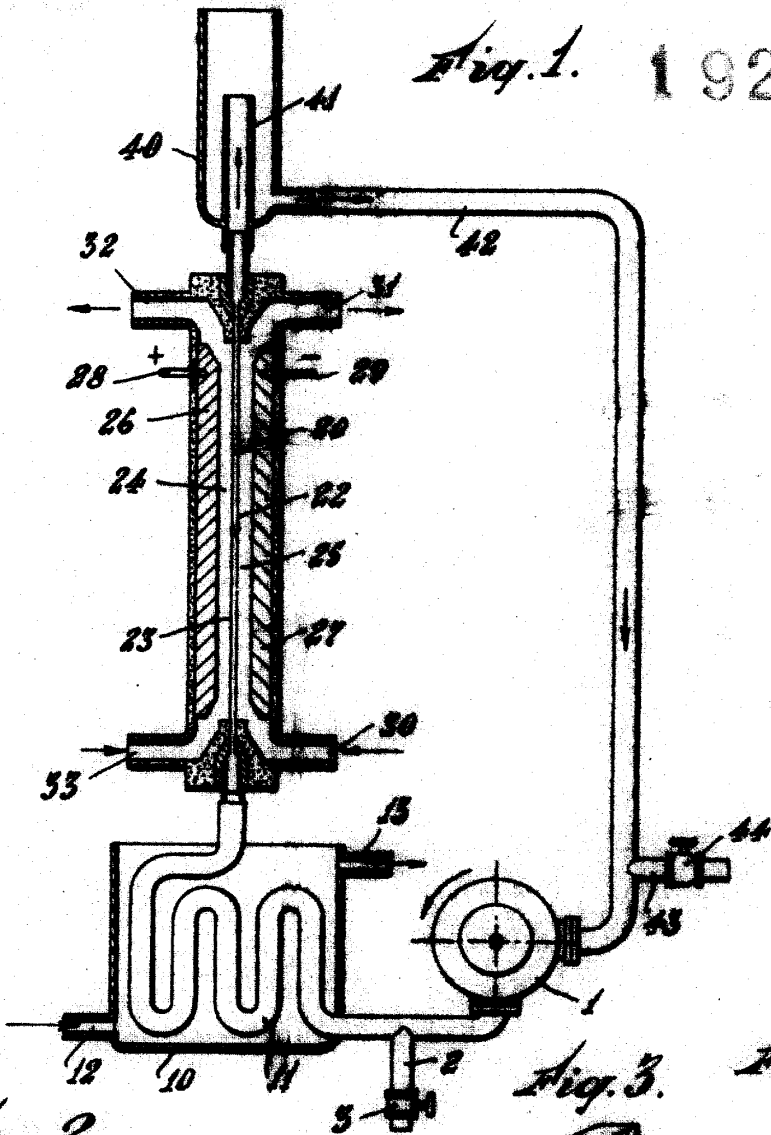
C. Marañón
EL AGENTE OFICIAL.-

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



Fig. 1. 192473

11ABP



192473

Fig. 2.

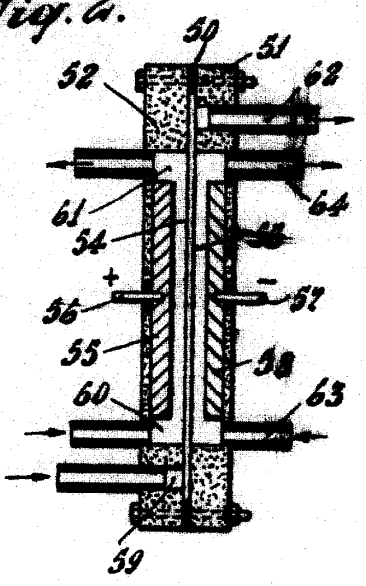


Fig. 3.



Fig. 4.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

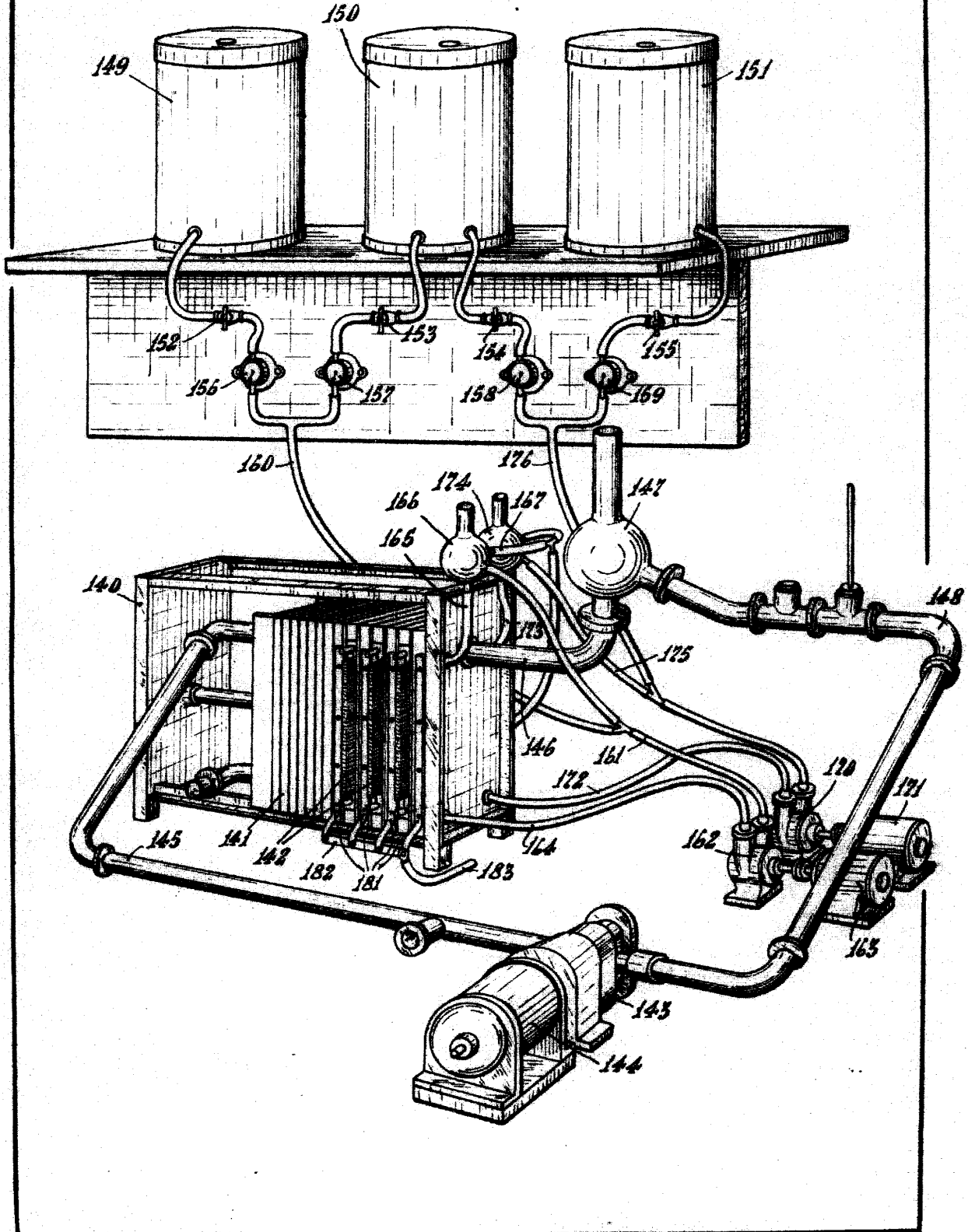
C. Varayo

192473

11ABP



Fig. 5.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

Cherchez

192473



Fig. 7.

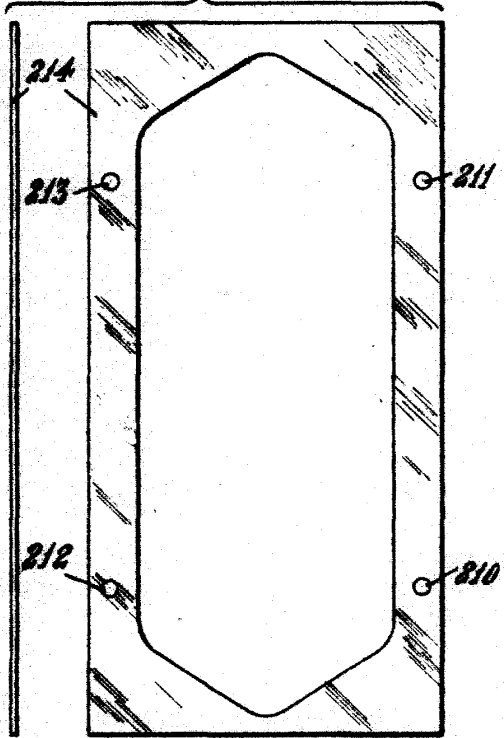


Fig. 8.

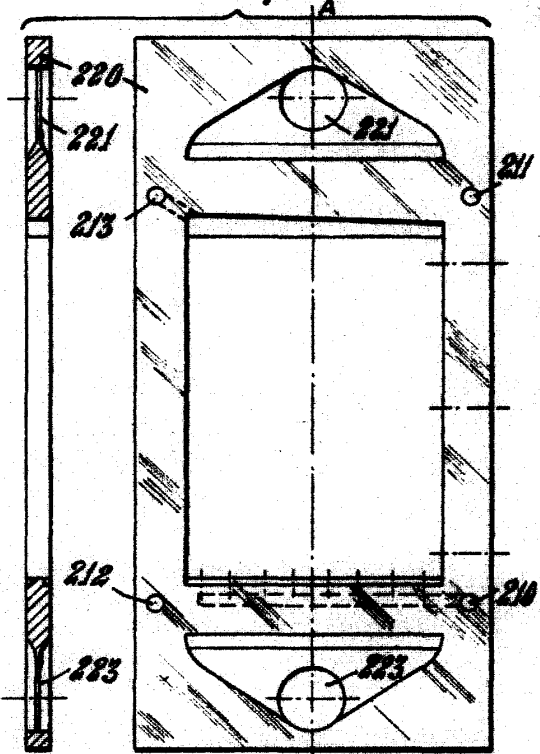
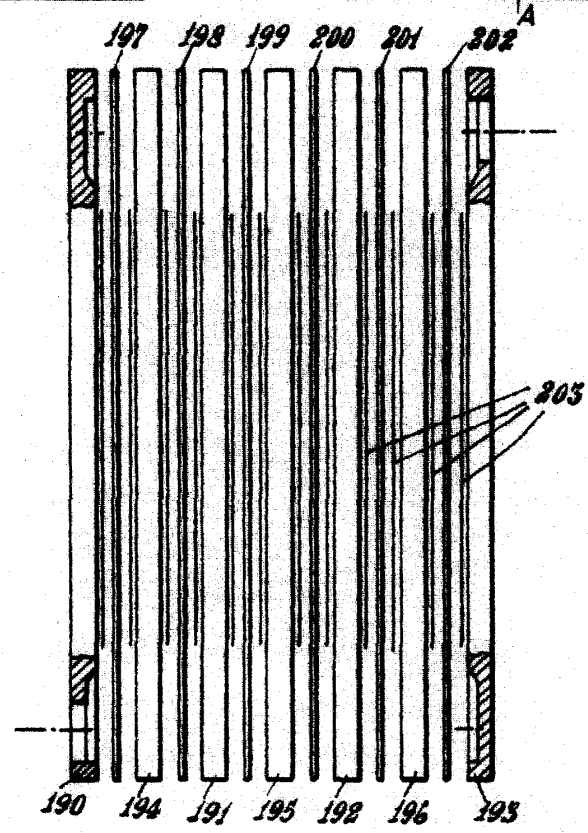


Fig. 6.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

Alvarez

192473

11AE



-80

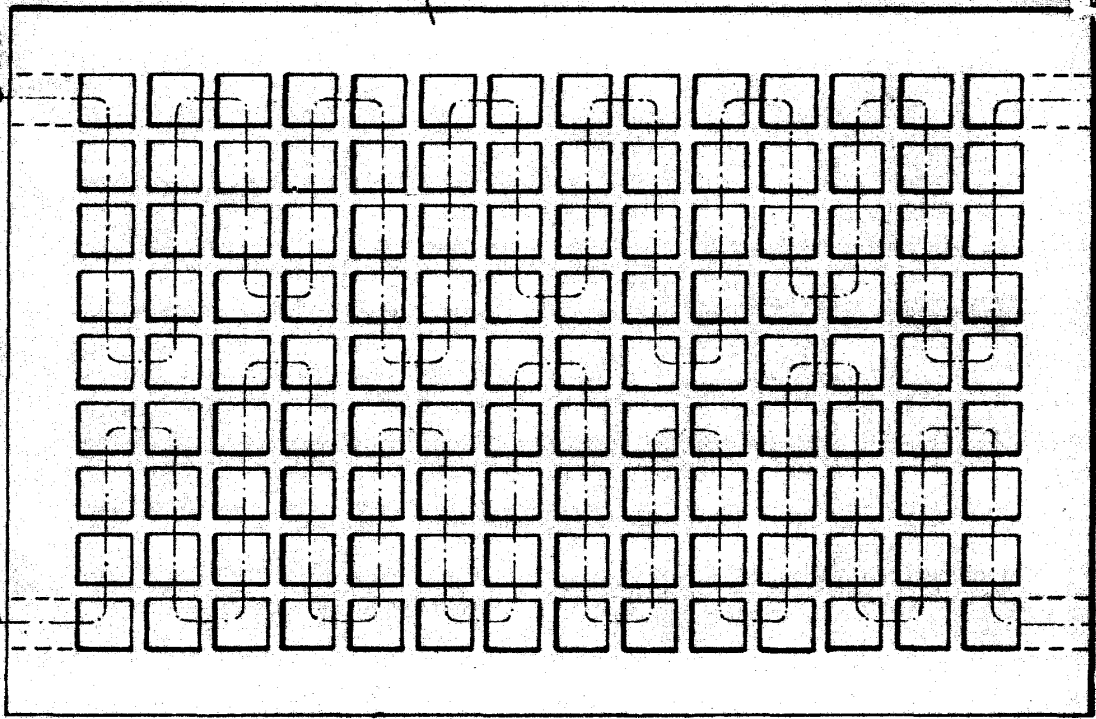
84

83

82

81

Fig. 10.



74

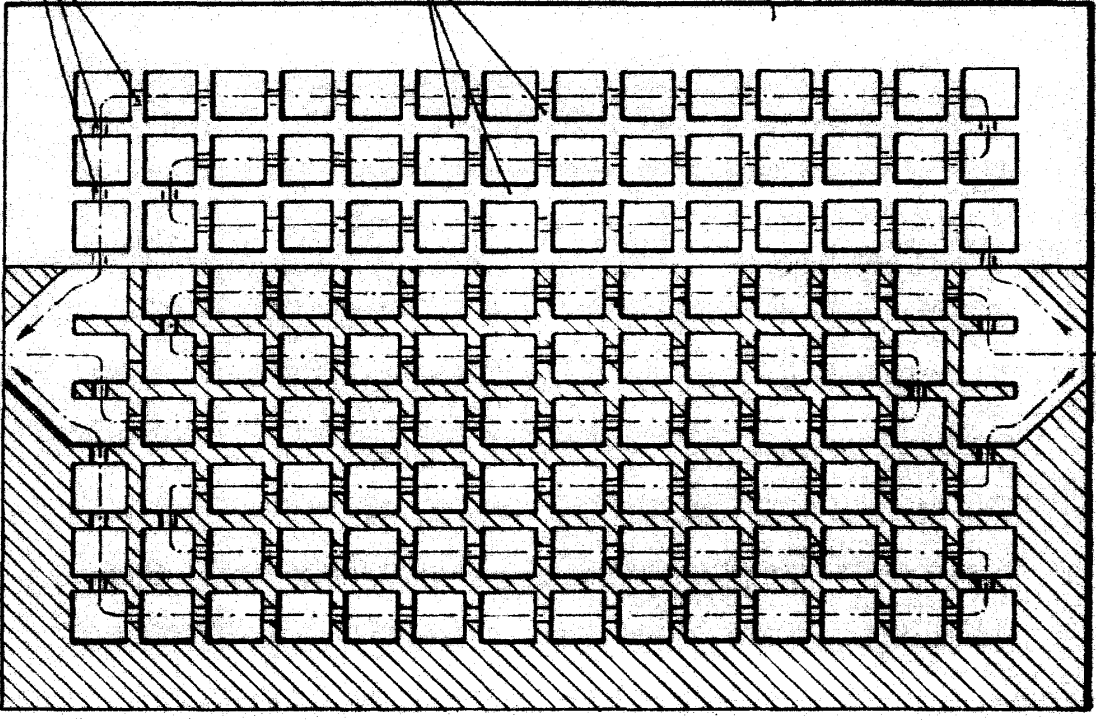
73

-70

72

71

Fig. 9.



LOCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

C. Morano

192473



Fig. 12.

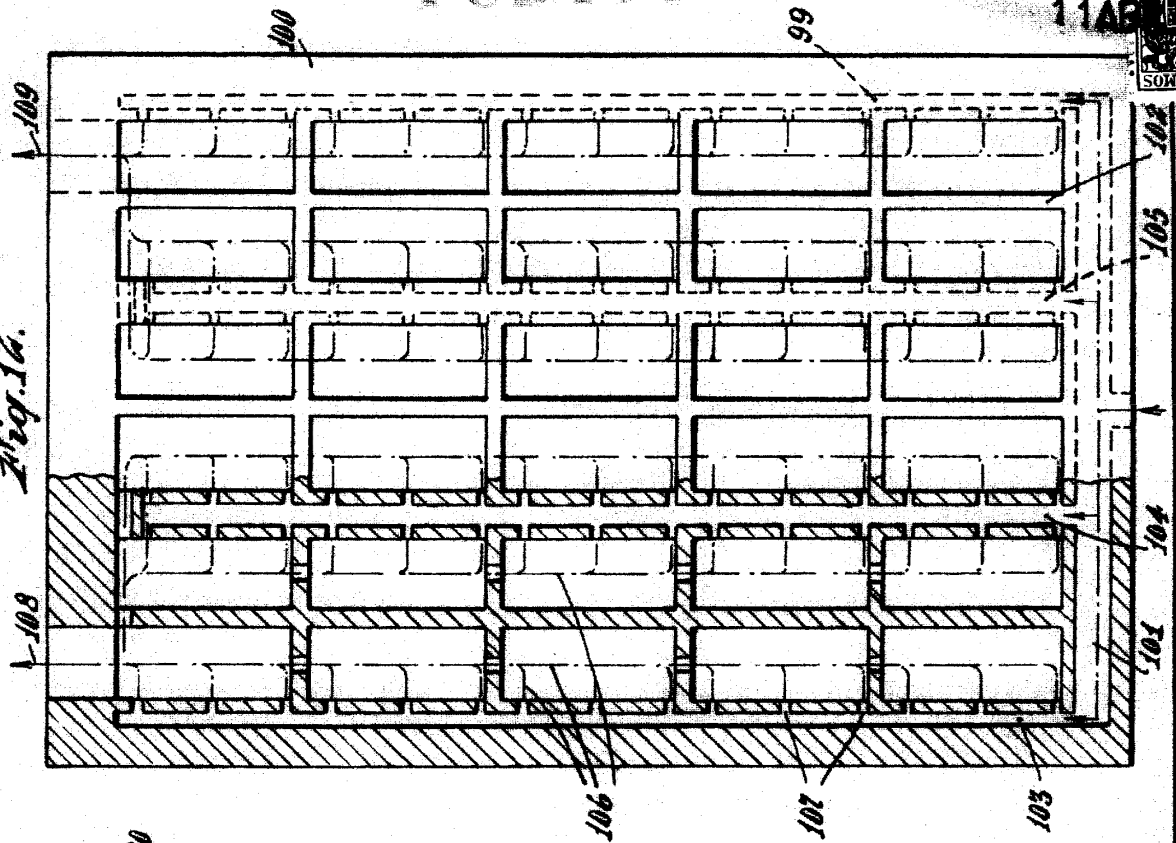
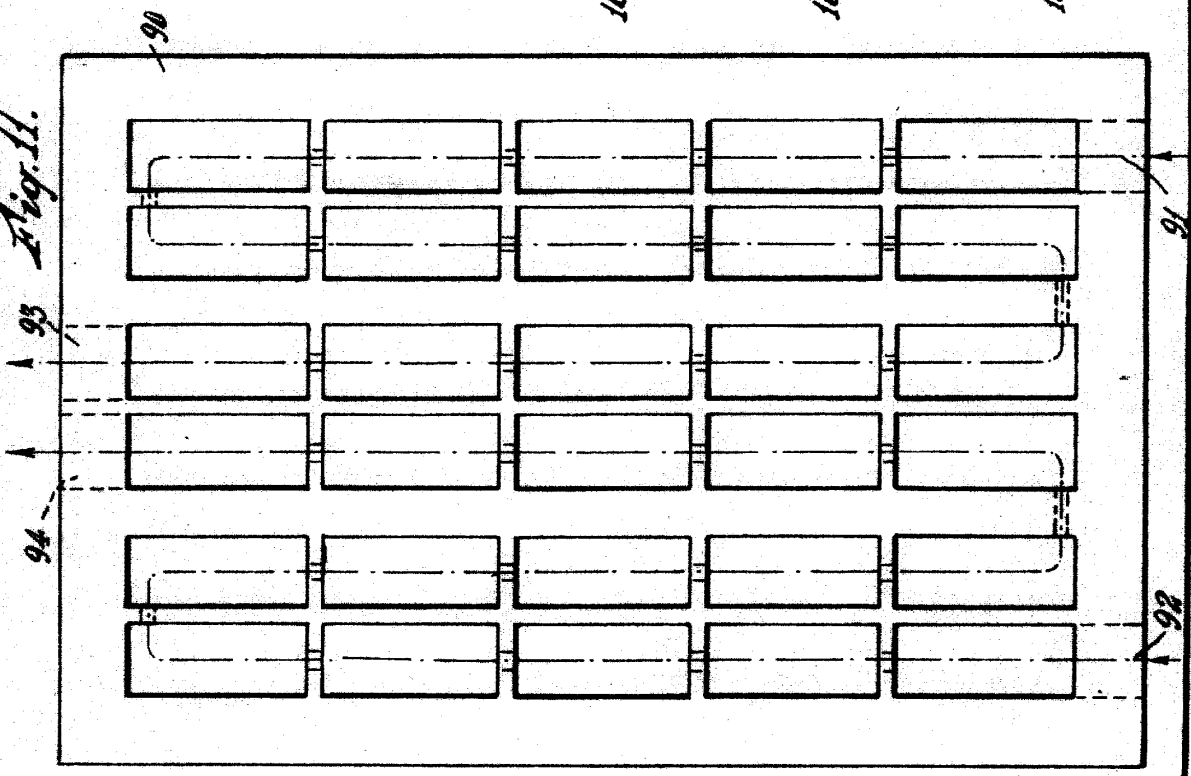


Fig. 11.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

C. A. ...

192473



Fig. 13.

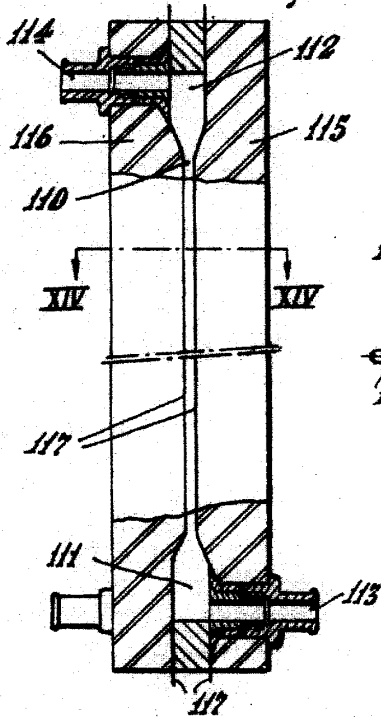


Fig. 14.

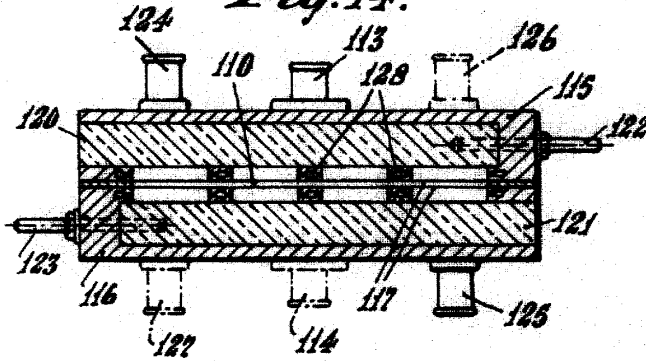


Fig. 15.

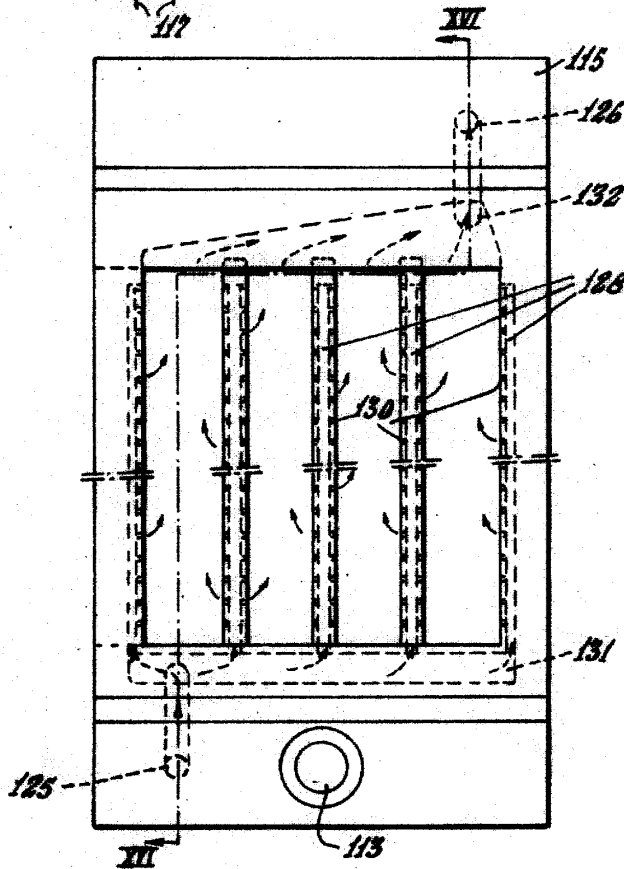
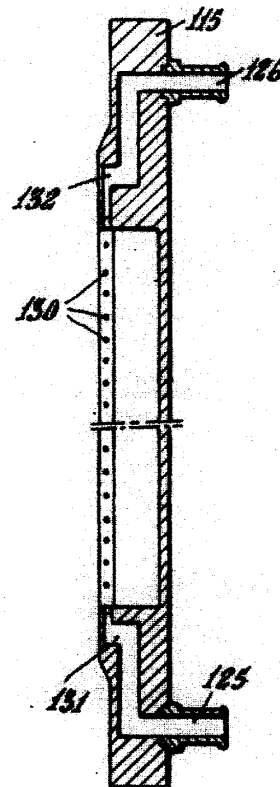


Fig. 16.



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 Abril 1950

H. Prunje



192473



Fig. 11.

