



ABR. 1930

17651

EB/. =

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de invención, por veinte años, por "PROCEDIMIENTO PARA PURIFICACION ELECTROLITICA DE DISOLUCIONES ACUOSAS" a favor de Don Jean BILLITER, residente en Wien XIX (Austria) Reithergasse, n° 12, de nacionalidad italiana. -

====

- 1 La separación de porciones disueltas (o suspendidas) en líquidos respecto a estos se ha realizado ya por método eléctrico, entre otros por la Siemens & Halske (Abel) en 1903, según la patente inglesa núm. 14.195 y casi al mismo tiempo por Morse y Pierce (elektrolyalise, Zeitschrift für Physicalische-Chemie XLV.....
- 2 p. 529). Ambos autores empleaban para ello aparatos tricelulares, esto es, recipientes subdivididos por dos diafragmas o membranas en dos cámaras electródicas exteriores y en una cámara central dispuesta entre los diafragmas. En la cámara central se introduce el líquido a purificar. El que tales aparatos tricelulares se empleaban ya antes para la purificación eléctrica (desalado) de jugos sacarinos, se indica por la Siemens Halske en la patente in -
- 3



ABR. 1930

117651 - 2. -

glesa arriba citada. El efecto de la corriente se funda según la descripción de esta patente en que el agua cargada positivamente se traslada por acción electro-osmótica junto con los cationes a

4 ✓ la cámara catódica, mientras que los aniones se fijan por vía química en la cámara anódica. Para este objeto el anodo se circunda por ejemplo con óxidos terreoalcalinos, como lechada de cal, encerrados en una membrana anódica permeable a la corriente. La acción de la electroosmosis se funda en que entre los líquidos y

5 los cuerpos sólidos, que se encuentran en contacto recíproco se establece una diferencia eléctrica de tensión y precisamente en los cuerpos sólidos en la mayor parte de los casos se cargan negativamente y los cuerpos líquidos positivamente. Las partes sólidas cargadas negativamente, por ejemplo, las paredes de los dia-

6 fragmas, son rígidas e inmóviles y las porciones de líquido cargadas positivamente, por ejemplo, el líquido contenido en los poros de los diafragmas y la capa de líquido que toca la pared exterior de la membrana, son móviles. Por este motivo siendo suficientemente grande la caída eléctrica de potencial, son arrastradas al catodo. Este movimiento aparece con especial claridad

7 cuando el potencial de la membrana es grande, la tensión aplicada elevada y además las superficies de contacto extensas y se impide el retroceso del líquido movido hacia el catodo. Las dos últimas condiciones se cumplen simultáneamente cuando el contorno

8 de los catodos se comunica por un diafragma de finos poros. La magnitud del potencial eléctrico de la membrana depende de la naturaleza del material del diafragma y de la composición del líquido y la magnitud de la caída de potencial se regula eligiendo la tensión que se aplica a los electrodos.

9 Mientras que el líquido empleando diafragmas cargados negativamente en el catodo se mueve desde la cámara central a la cámara catódica, empleando diafragmas también cargados negativamente en el lado anódico se transporta desde la cámara anódica a



ABR. 1930

117651

- 3. -

10 la cámara central. Así se impurificaría el líquido en la cámara central. Para oponerse a esto, emplea la Elektro-Osmose G. m. b. H., según su patente alemana número 291.672, diafragmas de potencial escalonado y prescribe en su patente alemana núm. 383,666 emplear diafragmas cargados positivamente en el lado anódico y diafragmas cargados negativamente en el lado catódico, de manera que tanto en el lado anódico como en el catódico se transporte el líquido por electromsmosis a las cámaras de los electrodos. Es -

11 tas condiciones de la carga de los diafragmas se ilustran esquemáticamente en la fig. 1.

12 Como ya se ha dicho, estos transportes electroosmóticos solo aparecen claramente cuando se aplican elevadas diferencias de tensión y dependen en alto grado de los potenciales de la membrana los cuales pueden influenciarse y variarse por la tensión aplicada, la alteración química de los líquidos durante el paso de la corriente y por otras muchas circunstancias difíciles de controlar.

13

Aún cuando se emplean diafragmas completamente descargados, estos pueden adquirir una diferencia de carga en el curso del proceso. En efecto, en la electrolisis el anolito se torna ácido y el catolito alcalino. Por consiguiente en la cámara anódica se encuentran cationes muy móviles (H^+) junto con aniones más perezosos, (por ejemplo SO_4^{--}) y en la cámara anódica inversamente aniones de movimiento más rápido (OH^-), junto con cationes de traslado más lento (por ejemplo, Na, Ca....., Mg....., etc). Como con la diferencia de potencial los aniones se alejan del catodo y los cationes del anodo, los diafragmas por el avance del ión más móvil se cargan más positivamente por el lado vuelto al anodo y más negativamente por el vuelto al catodo (como se ilustra esquemáticamente en la fig. 2), o sea en forma análoga a como lo harían electrodos bipolares intercalados. Este efecto resulta especialmente grande según la experiencia cuando los iones más perezosos son polivalentes, como ocurre en la práctica en la purifi -

14

15

16



11 ABR. 1930

N 17651

- 2. -

17 ficación de aguas (SO_4^{2-} , en la cámara anódica, Ca^{++}) en la cámara catódica. El efecto de carga de los iones polivalentes es sin embargo de por sí tan grande que los diafragmas de por sí negativos se pueden cargar positivamente por el lado vuelto al anodo y negativamente los diafragmas anódicos cargados de por sí positivamente.

18 Esta inversión relativa de la carga de los diafragmas, además de la relación de la movilidad de los iones, depende de la caída de tensión que se emplea, pues la velocidad de los iones es proporcional a esta caída de tensión. La diferencia de las velocidades de los iones y consiguientemente también el alcance de las cargas e inversiones subsiguientes de éstas, es también proporcional a la caída de tensión.

19 Ahora bien, para lograr independencia de las cargas y variaciones de las cargas de los diafragmas, de la magnitud y del sentido del potencial de la membrana, y por consiguiente de los efectos electroforéticos, se realiza según el siguiente invento el desalado por vía electrolítica en lugar de electrosmótica, lo
20 cual sirviéndose de diafragmas que presentan potenciales en la membrana los más pequeños posibles y permiten cargarse con dificultad, se consigue en su mayor parte gracias a que la purificación se realiza con pequeñas caídas de tensión - mucho más bajas que las que se han empleado hasta ahora - y porque eventualmente los
21 potenciales que a pesar de ello se presentan en la membrana se reducen por el hecho de que en las cámaras centrales el nivel se mantiene algo más alto que en las cámaras de los electrodos con el fin de que el líquido corra en parte a través de los diafragmas hacia los electrodos. Si la caída de potencia impele el líquido a
22 los electrodos, entonces un movimiento mecánico del líquido hacia éstos produce una carga inversamente dirigida de las membranas y actúa por consiguiente suprimiendo el potencial de las mismas.

Como es sabido, los procesos electrosmóticos no pueden separarse completamente de los electrolíticos, pues junto con la



ABR. 1930

117651

- 5. -

23

electroósmosis se realiza siempre una electrolisis. Sin embargo ambos procesos se diferencian esencialmente entre sí. En la electrosmosis el agua del hidrato se conduce con los iones a través de la membrana y esto en cantidades aproximadamente proporcionales, siendo estas (u) segun Helmholtz $U = -\frac{Q \cdot E \cdot e}{4 L K^2}$ (Q = sección

24

transversal de los espacios capilares, E = fuerza electromotriz e = diferencia de potencial de la doble capa, L = espesor del diafragma, K = constante del rozamiento interior), o sea proporcional a la tensión, proporcional al potencial de la membrana e inversamente proporcional al espesor del diafragma. Si el potencial de la

25

membrana cambia su sentido, entonces se invierte el efecto y en lugar de actuar ventajosamente se presenta un influjo perjudicial. Por el contrario en la electrolisis el rendimiento de la corriente es independiente del espesor del diafragma de la magnitud del potencial de la membrana y aún del signo del mismo. Si en la electrolisis se emplean diafragmas cuyo sentido de carga sea inverso

26

al que prescribe la Elektro-Osmose Ges. m. b. H., en la patente alemana n° 383,666 (empleando por tanto diafragmas anódicos negativos o catódicos positivos), entonces en conformidad con los resultados de las investigaciones de Donnam, de sus colaboradores etc., actuan unicamente de manera a como si en ellos se cambiase la movilidad de los iones, antes de que lleguen a los electrodos, donde se descarga. Por este hecho se podría variar entre otras cosas la resistencia y la intensidad de la corriente, pero este efecto, cuando no se emplean tensiones tan elevadas, como en la electroosmosis, es extraordinariamente pequeño y en la mayoría de los casos queda por debajo, del límite de observación o más pequeño que el error de medición. Se cubre por completo cuando se emplean diafragmas de filtros y el líquido se lleva a través de los diafragmas filtrantes hacia los electrodos, pues entonces no solo tiene lugar, como antes se ha advertido la supresión del potencial de la membrana, sino que también se presenta otra diferencia fundamental con el método electroosmotico. En este último la

27

28

29



ABR. 1930

117651

- 6. -

30 cantidad transportada de líquido, como ya se ha explicado, re -
sulta (permaneciendo igual el potencial de la membrana) propor -
cional a la tensión y se transporta la capa de líquido cargada
esto es, la situada inmediatamente a la membrana, en los poros
de ésta, etc., mientras que en la electrolisis el movimiento del
líquido se determina por una variación completamente independien -
te, la presión hidrostática, la cual puede regularse como se quie -
ra e impele al líquido a través de los puntos de menor resistencia
31 de rozamiento, o sea preponderantemente por el centro de los po -
ros de canales, mientras que las capas delgadas de líquido apoya -
das directamente en la membrana y que en la electroosmosis son
los vehículos del movimiento, quedan ahora prácticamente inmóvi -
32 les.

Por consiguiente las leyes que siguen la electroosmosis
y la electrolisis son diversas y por lo mismo el proceso que se
desarrolla es completamente distinto, si se hace preponderar la
electrolisis á la electroosmosis. Como la electrolisis, según es
33 sabido, comienza al momento que se sobrepasa la tensión de des -
composición (que ^{en} las disoluciones acuosas se halla generalmente
en los límites de 1,66 - 2,4 volt.), mientras que el desplazamien -
to electroosmótico o el desgarré (de la doble capa) solo comien -
za sensiblemente a tensiones mucho más elevadas, empleando ten -
34 siones bajas predomina con mucho la electrolisis y solo con ten -
siones más elevadas se hace sensible la osmosis. El límite es im -
preciso y depende también de la naturaleza de los diafragmas y
de las sales, de las concentraciones salinas del líquido, etc.,
pero se halla aproximadamente en la región de 30-50 volt. y solo
35 predomina por encima de 50 volt. bien claramente la electroosmo -
sis y de hecho en la práctica se realiza también la osmosis con
tensiones que pasan de 50 volt. (Según Illig Zeit Schrift für
angew. Chemie XXXIX. 1085/1926 por ejemplo con tensiones medias
de unos 38 volt., pues la tensión de 4 x 220 volt. = 880 volt., se



ABR. 1930

117651

- 7. -

36 reparte entre 10 celdas).

Wiebelitz, que intenta desendurecer las aguas de alimentación de las calderas por vía electrolítica según la patente alemana n° 306,102, pero que al mismo tiempo hace actuar la electroforesis (véase línea 15 y ss., nota 3 y ss.,) emplea según estp
37 también a conciencia tensiones más elevadas (24 volt.) aún cuando solo utiliza un diafragma. Este proceso no puede compararse con el aquí descrito, pues empleando solo un diafragma no se puede pretender ni conseguir más que un desendurecimiento, pero no una privación de sales. Pero se comprueba nuevamente por ello
38 que ala electroforesis solo aparece sirviéndose de tensiones más elevadas. Naturalmente que esta tensión se debe escoger más elevada empleando más diafragmas que empleando unicamente uno, pues según la ley de Ohm, se reparte a los puntos de máxima resistencia, que son precisamente los diafragmas.

39 Pero también con tensiones relativamente elevadas, o sea con 30 - 50 volt. y superiores se puede hacer preponderar la electrolisis, o por lo menos hacerla actuar junto con la osmosis en una proporción grandísima, cuando se trabaja con diafragmas filtrantes y movimiento contrario del electrolito hacia los electrodos, o sea cuando se emplean sobrepresiones hidrostáticas y
40 dado el caso se utilizan diafragmas filtrantes de diversos grados de permeabilidad en el lado anódico y en el catódico o en el caso límite solo uno de estos dos diafragmas se construye como diafragma filtrante.

41 Las ventajas que el empleo de la electrolisis presenta frente al método electroosmótico, son muchas e importantes. En primer lugar se tiene independencia del potencial de la membrana y no existe por tanto tanta limitación para elegir el material de los diafragmas, pudiendo por ejemplo emplearse sustancias negativas, por ejemplo asbesto como diafragmas anódicos.
42

Además el consumo de energía que hay que aplicar para el desalado se puede reducir considerablemente y esto hasta un



ABR. 1930

117651

- 8. -

tercio, y aún una décima de la que se necesita en la electroosmosis, pues el aprovechamiento de la energía no solo crece proporcionalmente con la reducción de la tensión, sino también más rápidamente, ya que los rendimientos de la corriente con tensiones inferiores a 30 volt, son mejores que con tensiones mayores. Este hecho sorprendente que no permitía preverse, encuentra quizás su aplicación en que el exceso de energía empleado a tensiones más elevadas y que se transforma en energía térmica, produce probablemente torbellinos perjudiciales y corrientes térmicas. Sin duda se presentan aquí movimientos análogos en el líquido a los que han descrito por ejemplo Coahn y M. Schnurmann, en su trabajo "Cargas libres del espacio en electrolitos, Zeitschrift für Physik XLVI. t. 5 y 6 (1926). En efecto estas corrientes hacia y desde los electrodos de puntos que se designan como "dardo" o "retrodardo" se hacen sensibles al momento que se presenta una mayor diferencia de potencial en disoluciones muy diluidas, agua, o agua completamente purificada. Los extremos de los hilos de corriente mejor conductores del contenido de los poros de los diafragmas, que se compone de líquido electrolítico relativamente buen conductor y por fuera limita con el agua purificada (mala conductora) son iguales a aquellos electrodos de puntos.

47 Qué aparatos se hayan de emplear para llevar a la práctica el procedimiento descrito, es cuestión secundaria. Puede emplearse un aparato tricelular (o un aparato con electrodos conectados bipolarmente), cuando el líquido a desalar está encerrado por ambos lados mediante un diafragma, preferentemente mediante diafragmas filtrantes.

48 Si en el desalado electrolítico, se conduce el agua, como es usual en los aparatos de la Elektro - Osmoso G. m. b. H. (véase Illäg. l. c.) a través de varias cámaras de agua sucesivamente, entonces naturalmente, la tensión es distinta de una cámara a otra. Pero especialmente cuando se emplean mayores cel-



ABR. 1930

117651 - 9. -

50

51

tas) se puede dividir la corriente de líquido y hacer correr cada una solo por una cámara. Si la subdivisión del agua a purificar en corrientes parciales se realiza de manera que a través de cada una de las cámaras conectadas electricamente en serie se haga pasar una corriente de agua dirigida paralelamente y de igual velocidad entonces en cada cámara de agua es la tensión aproximadamente la misma. Por efecto del decrecimiento de la conductibilidad del agua con la progresiva purificación entonces la densidad de la corriente en cada cámara será mayor ciertamente en el punto de entrada que en el de salida, pero la tensión se reparte uniformemente sobre toda la superficie.

52

53

54

55

Resumiendo, según el presente invento la electroosmosis, reduciendo el potencial de la membrana, se disminuye en cuanto es posible en favor de la electrolisis. La reducción tiene lugar por el hecho de que no solo se emplean preferentemente membranas ya de por sí descargadas, sino que su carga originada eventualmente por el paso de la corriente según la fig. 2, se dificulta empleando una tensión de electrolizador y dado el caso se suprime en cuanto es posible por un movimiento mecánico del líquido. Este último movimiento del líquido es eficaz según el invento cuando tiene lugar a través del diafragma en la misma dirección en que se movería el líquido si se hubiese de favorecer la carga espontánea de las membranas, como se hace en el proceso electroosmótico. Como en las membranas que de por sí no están cargadas, por los motivos antes explicados tienden a presentarse en la mayoría de los casos diferencias de potencial según el esquema de la fig. 2, se combatirá fácilmente según el invento su formación en general gracias al movimiento mecánico del líquido a través de las membranas en la dirección contra los electrodos, pues con esta dirección del movimiento el ión más rápido y que se acelera por la atracción de los electrodos (en la dirección hacia el cátodo, el catión, y en la dirección hacia el ánodo el anión, la diferencia de potencial de la fig. 2 se compensa o se suprime).



ABR. 1930

117651

- 10. -

N O T A =

56 Descrito suficientemente el presente invento lo que se
declara como de novedad é invención propia, son las siguientes
reivindicaciones;

57 1. = Procedimiento para la purificación electrolítica
de disoluciones acuosas o de líquidos por vía eléctrica, caracte-
rizada porque se efectúa por electrolisis suprimiendo lo más
posible la electromósmosis, lo que se consigue empleando dife-
rencias de tensión media inferiores a 20 volt. (con preferencia
de 8 - 16 volt.), por cámara de agua.

58 2. = Una forma de ejecución del procedimiento reivin-
dicado en el punto 1. caracterizado porque los potenciales de la
membrana se debilitan o suprimen mediante movimientos del líqui-
do dirigidos convenientemente a través de los diafragmas filtran-
tes, gracias a que el líquido mediante una sobrepresión (obteni-
da por diferencia de nivel en las cámaras) y mediante la selec-
59 ción de diafragmas filtrantes de conveniente grado de permeabi-
lidad para el líquido, se encarga de que la sobrepresión hidros-
tática impela al líquido p través de los diafragmas en la misma
dirección en que tendería a mover al potencial de la membrana.

60 3. = " PROCEDIMIENTO PARA LA PURIFICACION ELECTROLITICA
DE DISOLUCIONES ACUOSAS " según se describe y reivindica en esta
memoria descriptiva y se ilustra con los planos que a la misma se
acompañan. Consta esta descripción de diez hojas foliadas y es-
critas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 11 de abril de 1930. -

Leocadio López y López. =

P.P.=

Fig.1

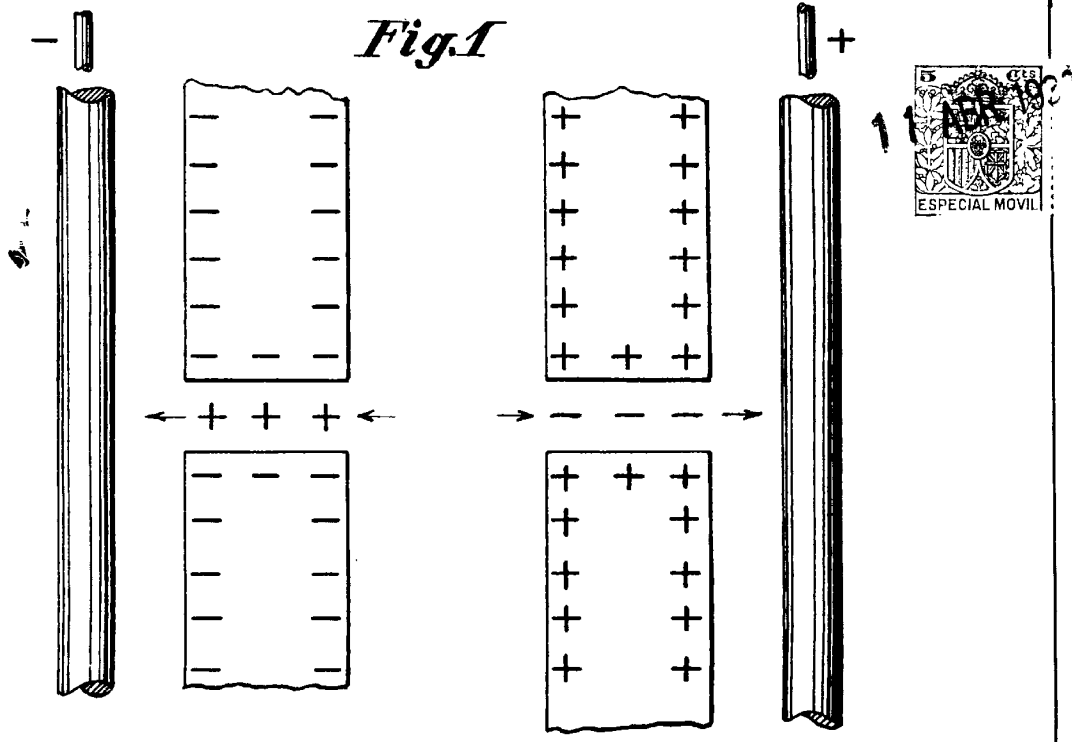
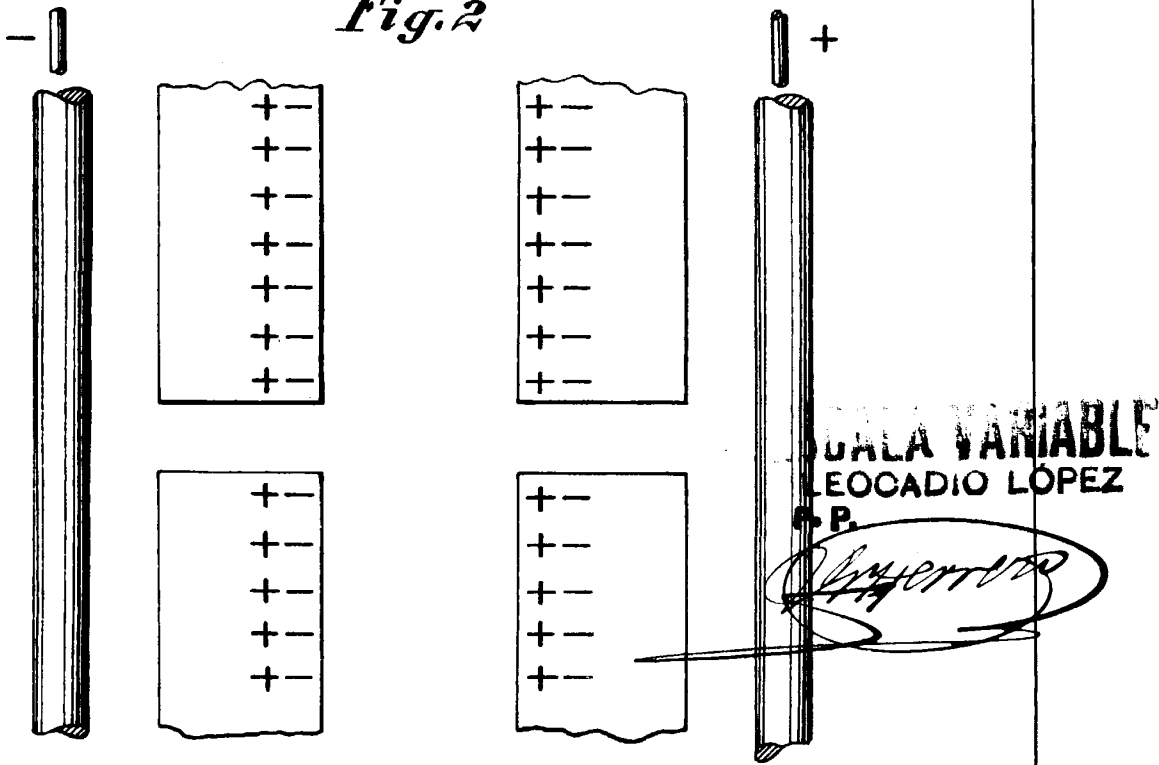


Fig.2



ESPECIAL MOVIL

AGALIA VARIABLE
LEOCADIO LOPEZ
S.P.

[Handwritten signature]