

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES (19) (11) (21) (22)

NUMERO	471.599
FECHA DE PRESENTACION	10 Julio 1978

(10) A1

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
817.952	22 Julio 1977	U.S.A.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	BOLD	- - -

(54) TITULO DE LA INVENCION

"Mejoras en las estructuras de celda para la depuración de líquidos y similares"

(71) SOLICITANTE (S)

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

161 East 42nd Street, New York, New York 10017, U.S.A.

(72) INVENTOR (ES)

Philip J. Grant

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

M. Curall Sufiel

Case 4188 B&W  
EX-US-III

UNE A - 4 MOD. 3106

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

BAD ORIGINAL

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

por VEINTE años

5. solicitada en España a favor de THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, de nacionalidad norteamericana, domiciliada en 161 East 42nd Street, New York, New York 10017, U.S.A., por "Mejoras en las estructuras de celda para la depuración de líquidos y similares", con prioridad de la solicitud norteamericana 817.952 de fecha 22 Julio 1977. - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

10. ANTECEDENTES DE LA INVENCION  
CAMPO DE LA INVENCION

15. Esta invención se refiere a técnicas de depuración de fluidos y, más particularmente, a una combinación de aparatos de intercambio iónico y electrodiálisis para procesar agua procedente del bucle de enfriador primario de una planta de energía nuclear, y cualquier otra corriente cargada de cationes y aniones que requiere depuración y concentración.

DESCRIPCION DE LA TECNICA ANTERIOR

Para controlar la energía generada en un reactor

nuclear, es la costumbre disolver el boro absorbedor de neutrones en el agua de enfriamiento que fluye a través del núcleo del reactor. Los núcleos de los átomos de boro absorben algunos de los neutrones que se generan en los procesos de fisión dentro del núcleo del reactor, regulando de esta manera la energía que el núcleo producirá mediante una reducción controlada de la población neutrónica dentro del núcleo. Como incidente de este proceso de absorción de neutrones, además, aquellos núcleos de boro que han absorbido neutrones suelen decaer en núcleos de litio o isótopos de litio, cada uno con un número de masa atómica resultante de 7 (litio-7).

Para controlar la corrosión del núcleo del reactor, también es la costumbre añadir hidróxido lítico al agua en el bucle primario de enfriador del núcleo del reactor. El isótopo de litio escogido para este uso es aquél isótopo con el número de masa 7, porque contrario a la función de boro arriba citada, este isótopo lítico específico normalmente absorberá menos neutrones y producirá cantidades menos peligrosas de tritio. Además, en este respecto, hay una carencia de este isótopo lítico determinado en una forma que esté altamente enriquecida respecto de los otros isótopos de litio. - -

Para variar la concentración de boro en el enfriador primario para ajustar el rendimiento en energía del reactor y para controlar la concentración de hidróxido lítico en el enfriador del núcleo, ha sido la práctica utilizar cierto número de técnicas algo complicadas. Típicamente estos proce-

5. nos han utilizado evaporadores, cristalizadores, grupos de precipitación y barrido y similares. El rendimiento de estos sistemas ha sido insatisfactorio y, frecuentemente, se han limitado las operaciones de la central nuclear y se han emprendido extensas modificaciones. El gasto y pérdida de uso de equipo incurridos a causa de la inadecuación de estos sistemas es una evidente carga y hay claramente una necesidad para una mejora importante. - - - - -

10. Como consecuencia adicional de la exposición a neutrones dentro del núcleo del reactor, a menudo se produce el tritio, un isótopo pesado de hidrógeno. Hay riesgos sanitarios y ambientales asociados con esta sustancia y en las centrales nucleares existentes se dedica un esfuerzo considerable para retirar esta "agua tritiada" de la planta. - - -

15. Se ha dedicado investigaciones a la aplicación de las tecnologías de intercambio iónico y electrodiálisis al tratamiento de aguas residuales radiactivas. En breves palabras, esta investigación incorpora una disposición normalizada de celda de electrodiálisis en la que se recogen y se concentran las sales en compartamentos especificados y el agua fresca se produce por medio de transporte iónico a través de membranas selectivamente permeables. A los efectos de la electrodiálisis, se ha encontrado que ciertos materiales o membranas son selectivamente permeables a los cationes y otras membranas permeables a los aniones. En las circunstancias,
- 20.
- 25.

- si se interpone una membrana catiónica entre un agua rica en iones y un cátodo cargado negativamente, los cationes cargados positivamente migrarán a través de la membrana al cátodo. La membrana, no obstante, bloqueará efectivamente el transporte de los aniones cargados negativamente a través de la membrana hacia el cátodo. Hay de la misma manera, una membrana aniónica permitirá la migración de los aniones cargados negativamente hacia un ánodo cargado positivamente mientras que al mismo tiempo presenta una barrera al paso de cationes en la misma dirección. Se utilizan resinas de intercambio iónico de lecho mixto en las corrientes de agua de producto para facilitar la eliminación y transporte de iones. Se recogen las corrientes de residuos concentrados y se solidifican para su eliminación. Esta disposición consiste en departamentos alternos de concentrados y agua resultante emparedados entre un par de electrodos. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.

Respecto de la química y los fenómenos químicos que se producen, cabe decir lo siguiente. En breves palabras, muchos ácidos y muchas bases se disocian en agua y en iones componentes. Así, el ácido bórico en una solución acuosa se disgrega en un ión de borato cargado negativamente y un ión de hidrógeno cargado positivamente. Todos los iones con carga negativa se llaman "aniones" y todos los iones con carga positiva se llaman "cationes". - - - - -

20.

Se ha encontrado, además, que ciertos tipos de re-

25.

5. resinas tienen una afinidad para aniones y otras resinas tienen una afinidad para cationes. Se ha aprovechado esta ciencia para eliminar materia ionizada del agua. Así, se hace pasar un agua rica en iones a través de un lecho mixto de resinas aniónicas y catiónicas, eliminando la resina aniónica los aniones del agua y eliminando las resinas catiónicas los cationes del agua. - - - - -

10. Por otra parte, la electrodiálisis es un procedimiento totalmente diferente. Normalmente un par de electrodos están inmersos en agua rica en iones y se les dan cargas eléctricas opuestas a estos electrodos, y los aniones de carga negativa tienden a migrarse hacia el ánodo cargado positivamente. Conversamente, los cationes cargados positivamente tienden a migrarse hacia el cátodo cargado negativamente. -

15. RESUMEN DE LA INVENCION

A título de ilustración, se coloca un lecho de resina catiónica entre la membrana catiónica y el cátodo cargado negativamente y se coloca un lecho de resina aniónica entre la membrana aniónica y el ánodo cargado positivamente.

20. Para completar esta estructura ilustrativa, se añaden otras dos membranas a la combinación. Por ejemplo, hay una membrana catiónica interpuesta entre el lecho de resina aniónica y el ánodo cargado positivamente. Conversamente, hay una membrana aniónica colocada entre el lecho de resina catiónica y

25. el cátodo cargado negativamente. Esta característica estruc-

5. tural de la invención proporciona no sólo una corriente continua de agua desionizada muy pura del lecho de resina mixta, sino también genera corrientes continuas de ácido concentrado procedentes del departamento de anolito que alberga el lecho de resina aniónica y alcalis concentrados del departamento de catolito que alberga el lecho de resina catiónica.

10. Esta producción continua de ácido y base es, naturalmente, en fuerte contraste a los esfuerzos anteriores de combinar los métodos de intercambio iónico y electrodiálisis que continuaban los aniones y cationes para producir una corriente concentrada de sales en agua. - - - - -

15. Más específicamente, una realización típica de la invención aplicada a los problemas de la depuración del agua de enfriamiento de núcleos de reactores produce no sólo agua pura así como ácido bórico concentrado e hidróxido lítico si no también tiene el efecto altamente beneficioso de salvar el litio<sup>-7</sup> que se produce por desintegración del núcleo de boro<sup>-10</sup> a continuación de la absorción de neutrones y la recuperación de este isótopo raro que se introduce como material raro. Por medio de la adición de material apropiado a esta estructura celular, además, puede extraerse preferencialmente el tritio del agua por el material para su eliminación subsiguiente en forma concentrada. - - - - -

20. Así, se proporciona de acuerdo con los principios de la invención una técnica que procesa continuamente un flui

do de alimentación de entrada rico en iones hasta un líquido desionizado, un ácido concentrado y un álcali concentrado. Utilizado en combinación con el agua de enfriamiento del núcleo de un reactor nuclear, el sistema que caracteriza esta invención produce los beneficios adicionales de la recuperación del litio<sup>-7</sup> y la eliminación del tritio. - - - - -

Los distintos aspectos de novedad que caracterizan la invención se señalan de modo particular en las reivindicaciones anexas que forman parte de esta memoria. Para una mejor comprensión de la invención, de sus ventajas operativas y de las finalidades específicas logradas por su uso, debe hacerse referencia a los planos anexas y materia descriptiva en los que se ilustra y se describe una realización preferida de la invención. - - - - -

15. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema que ilustra los principios de la invención; y - - - - -

la Figura 2 es un diagrama que ilustra los fenómenos que, se cree, caracterizan la invención. - - - - -

20. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Para una apreciación más completa de la invención, se atrae la atención a la Figura 1 que ilustra una disposi-

5. ción de cuatro celdas 10, 11, 12 y 13. Las celdas 10 y 12 son idénticas en cuanto a sus características principales y las celdas 11 y 13 son similares una a otra si bien son diferentes, en cuanto a la disposición relativa de sus componentes estructurales, de las celdas 10 y 12, tal como se describirá más adelante. - - - - -

10. La celda 10 tiene un ánodo 14 en un departamento 15 de ánodo. Tal como se ilustra, el ánodo 14 está acoplado eléctricamente a una fuente de energía apropiada (no ilustrada) para producir una carga positiva en la superficie del electrodo. - - - - -

15. El departamento 15 de ánodo está separado de un departamento de cátodo 16 por medio de una membrana catiónica 17. Tal como se ha citado antes, las membranas catiónicas permiten la migración de los cationes cargados positivamente desde un lado de la membrana al otro. No obstante, una membrana catiónica no permitirá la migración de un anión cargado negativamente desde un lado de la membrana al lado opuesto de dicha membrana. Ilustrativamente, se citan algunas membranas catiónicas típicas en las páginas 17-53 de Chemical Engineers' Handbook, quinta edición, Perry, y otros, McGraw-Hill Book Company, Nueva York, 1973. Se ha encontrado además, que la membrana catiónica 61-CZL-183 de la Ionics, Inc. es apropiada para los efectos de la invención. - - - -

25. El departamento 16 de cátodo contiene un lecho 20

de resina aniónica que está formado en un volumen prismático subetencialmente rectangular en el que uno de los lados del prisma está formado por la membrana catiónica 17. El lecho 20 de resina aniónica es en general una masa de cuentas esféricas apretadas de material resinoso que preferiblemente absorbe los iones contaminantes y libera los iones más preferidos. Típicamente la resina aniónica IRN-78 "Amberlite" de Rohm and Haas es apropiada para su uso en la invención. Una membrana aniónica 21 que está espaciada de la membrana 17 y paralelamente con la misma forma otro de los lados del departamento 16 de molito. Los lechos resinicos que absorben únicamente materia aniónica o únicamente materia catiónica a menudo se denominan lechos de intercambio monoiónico. Tal como se puede esperar, las membranas aniónicas permiten la migración de los iones cargados negativamente desde un lado de la membrana al otro. Las membranas aniónicas, no obstante, no permitirán la migración de un catión cargado positivamente desde un lado de la membrana al lado opuesto de dicha membrana. Cierta número de membranas aniónicas está relacionada también en las páginas 17-53 del Chemical Engineers' Handbook, y la membrana aniónica 103-P2L-065 de Ionics, Inc. puede utilizarse en el sistema del que se trata. - - - - -

Un lecho mixto 22 de resina llena el volumen de un departamento 23 de entrada de alimentación con forma prismática rectangular. Las resinas en el lecho mixto 22 son de un tipo más apropiado para el fluido que se procesa. En todo ca

no, el lecho 22 de resina mixta tiene una afinidad para cationes y aniones y retira ambos materiales de la solución. Tal como se ilustra en la Figura 1, el lecho mixto 22 de resina está separado entre la membrana aniónica 21 y una membrana catiónica 24. La resina IRI-150 "Amberlite" de lecho mixto vendida por Rohm & Haas, puede utilizarse a los efectos descritos. - - - - -

Es la membrana catiónica 24, además, que forma el tabique que separa el departamento 23 de entrada de alimentación de un departamento 25 de catolito. Dentro del departamento 25 de catolito, un lecho 26 de resina catiónica con forma de prisma rectangular de cuentas de resina apretadas o similar, intercambia los cationes contaminantes por cationes preferidos en el departamento 25. La resina catiónica IRI-77 "Amberlite" de Rohm & Haas es una resina típica que produce unos resultados aceptables. - - - - -

Un cátodo 27 cargado negativamente, acoplado eléctricamente a una fuente de energía apropiada (no ilustrada) está separado del departamento 25 de catolito por medio de una membrana aniónica 30 y está espaciado de la membrana catiónica 24 por medio del lecho 26 de resina catiónica. De esta manera, la membrana 30 forma un tabique para el departamento 25 de catolito que es paralelo a la membrana catiónica 24. - - - - -

Se recordará que la celda 12 es de construcción

idéntica a la celda 10. Consiguientemente, la celda 12 tiene un ánodo cargado positivamente 31 que está espaciado de un lecho 32 de resina aniónica en un departamento 33 de anolito por medio de una membrana catiónica 34. El departamento 33 de anolito, además, está separado del lecho 35 mixto de resina en un departamento 36 de alimentación a través de una membrana aniónica 37. - - - - -

El departamento 40 de catolito está separado del departamento 36 de alimentación por medio de una membrana catiónica 41, emparejando de esta forma un lecho 42 de resina catiónica entre la membrana catiónica 41 y una membrana aniónica 43. La membrana 43 también está posicionada entre el lecho 42 de resina catiónica y un cátodo 44 cargado negativamente. - - - - -

La celda 11, no obstante, tiene una disposición relativa de los componentes estructurales algo diferente. Así, el cátodo 27 de carga negativa está separado de un lecho 45 de resina catiónica por medio de una membrana aniónica 46. Una membrana catiónica 47 establece otro tabique entre el lecho 45 de resina catiónica en un departamento 50 de catolito y un lecho mixto 51 de resina en un departamento 52 de alimentación. Un departamento 53 de anolito está formado junto al departamento 52 de alimentación por medio de una membrana aniónica 54 que actúa como tabique entre el departamento 52 de alimentación y el departamento 53 de anolito emparejando

de esta forma el lecho 53A de resina aniónica. El ánodo 31 con carga positiva, además, está separado del departamento 53 de anolito por medio de una membrana catiónica 55. - - -

5. La celda 13 está dispuesta de una manera similar a la celda 11. Ilustrativamente, la celda 13 tiene un departamento 56 de catolito que contiene un lecho 57 de resina catiónica separado del cátodo 44 de carga negativa por medio de una membrana aniónica 60. El departamento 61 de alimentación está establecido entre el departamento 56 de catolito y un departamento 62 de anolito. El departamento 61 de alimentación alberga un lecho mixto 63 de resina que está separado del departamento 56 de catolito por medio de una membrana catiónica 64 y está separado del departamento 62 de anolito por medio de una membrana aniónica 65. Además en este respecto, en el departamento 62 de anolito un lecho 66 de resina aniónica está separado entre la membrana aniónica 65 y una membrana catiónica 67. Es la membrana catiónica 67 que separa el lecho 66 de resina aniónica de un ánodo 70 de carga positiva. - - - - -

20. Normalmente se purgan los departamentos de electrodo por el uso de un electrolito diluido tal como el ácido nítrico. No obstante, se ha demostrado la adaptabilidad de este aparato incorporando un lecho mixto de resina en cada uno de los departamentos de electrodo y purgando con la corriente de agua desionizada efluente de la celda. Un conducto 71

25.

de enjuague de electrodo establece una comunicación de fluidos entre una entrada 72 de enjuague, los ánodos 14, 31, 70 y los cátodos 27, 44 y una descarga 73 de enjuague para balancear los contaminantes, gases y similares en las estructuras de ánodo y cátodo y de esta forma ayudar a mantener la eficacia del sistema. -----

Se admite el fluido de alimentación a la estructura a través de una entrada 74 de fluido de alimentación para fluir en la dirección indicada por medio de una flecha junto a la entrada 74 a través de una trayectoria que incluye el departamento 23 de entrada de alimentación, un conducto 75, el departamento 52 de alimentación, un conducto 76, el departamento 36 de alimentación, un conducto 77, el departamento 61 de alimentación y un conducto 80 de descarga de fluido de alimentación. -----

El fluido de molito, en el ejemplo ilustrativo de la invención que se ilustra en la Figura 1, penetra en el sistema por medio de un conducto 81 de entrada de molito y fluye en la dirección de la flecha junto al conducto 81 a través del departamento 62 de molito, un conducto 82, el departamento 33 de molito, un conducto 83, el departamento 53 de molito, un conducto 84, el departamento 16 de molito y fuera del sistema a través de un conducto 85 de descarga de molito. -----

La trayectoria para el catolito comienza en un con

5. ducto 86 de entrada de catolito y continua en la dirección de la flecha junto al conducto 86 a través del departamento 56 de catolito, un conducto 87, el departamento 40 de catolito, un conducto 90, el departamento 50 de catolito, un conducto 91, el departamento 25 de catolito y fuera del sistema por vía de un conducto 92 de descarga de catolito. - - - - -

10. La disposición de flujo en serie con una configuración de celdas múltiples pueda diseñarse según el grado de factores de concentración de productos químicos deseados en las respectivas corrientes de anolito y catolito. De igual modo el grado de pureza deseada de afluente del departamento de lecho mixto determinará el número de disposiciones de departamentos en serie necesario. Conversamente, puede diseñarse una disposición de flujo paralelo según las exigencias de capacidad de flujo del proceso. - - - - -

20. Para una comprensión mecánica más detallada del funcionamiento y del mecanismo de transporte iónico de un sistema típico que realicen los principios de la invención, se llama la atención a la Figura 2 que ilustra una parte del departamento 23 de entrada de alimentación, el departamento 25 de catolito, el departamento 16 de anolito, el cátodo 27 y el ánodo 14. El lecho 22 de resina mixta que está confinado entre la membrana aniónica 21 y la membrana catiónica 24 comprende un grupo de cuentas 93 substancialmente esféricas de resina catiónica y cuentas 94 de resina aniónica de forma

25.

5. similar. Dentro del departamento de anolito, además, y de acuerdo con una característica de la invención, el lecho 20 de resina aniónica, que está constituido de una masa de cuentas 95 de resina aniónica, está emparedado entre la membrana aniónica 21 y la membrana catiónica 17. - - - - -

10. El departamento 25 de catolito también incluye una disposición de cuentas 96 de resina catiónica que forman el lecho 26 de resina catiónica para este departamento. Tal como se ha citado anteriormente, el lecho 26 de resina catiónica está emparedado entre la membrana catiónica 24 y la membrana aniónica 30 que separa el departamento 25 de catolito del cátodo 27 de carga negativa. - - - - -

15. En servicio, respecto de una ilustración específica de la invención de que se trata, el fluido de alimentación que contiene el ácido bórico ionizado,  $H_3BO_3$ , y el hidróxido de litio<sup>-7</sup> ionizado,  $Li^7OH$ , fluye en el departamento de entrada de alimentación en la dirección de la flecha 97. En este estado ionizado el fluido de alimentación contiene cationes positivamente cargados de hidrógeno ( $H^+$ ) y de litio ( $Li^+$ ), y aniones cargados negativamente de borato ( $BO^-$ ,  $BO_3^-$  y  $B_3O_3^-$ ) y de hidróxido ( $OH^-$ ). - - - - -

20.

25. Parece que se eliminan los iones de borato de la solución desplazando los iones de hidróxido sobre las cuentas 94 aniónicas. De modo similar, el litio ionizado desplaza los iones  $H^+$  sobre las cuentas catiónicas 93. En la unión

100 entre las cuentas 93 de resina catiónica y la membrana aniónica 21, y la unión 103 entre las cuentas 94 de resina aniónica y la membrana catiónica 24, respectivamente, se disocian moléculas de agua produciendo iones de  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$ . En estas circunstancias, los iones  $\text{OH}^-$  migran hacia el ánodo 14 cargado positivamente. A su vez los iones de  $\text{H}^+$  migran hacia el cátodo 37 cargado negativamente. - - - - -

10. Durante esta migración, estos iones desplazan sus iones homólogos de litio y borato de las cuentas 93, 94 de resina, según procede, regenerando de esta forma electrolíticamente las respectivas resinas. El catión de litio desplazado llevará parte de la corriente eléctrica a través de la cadena de cuentas de resina y a través de la membrana catiónica 24 para concentrarse en el departamento 25 de catolito.

15. Los iones de hidróxido, generados en la reacción catódica entre el agua y el cátodo 27, además, migran a través de la membrana aniónica 30 desde un fluido de baldeo que sumerge el cátodo 24. Estos iones de hidróxido se concentran en el departamento 25 de catolito que, tal como se recordará, contiene el lecho 26 de resina catiónica. Los iones de hidrógeno también migran a través de la membrana catiónica 24 y se recogen en el departamento 25 de catolito, combinando de nuevo de esta manera con los iones de hidróxido para formar agua.

20. El resultado común de la reacción catódica y del cátodo 27 es la evolución de hidrógeno gaseoso y la formación del ión de hidróxido.

25. El resultado común de la migración del litio a

- través de la membrana catiónica 24 y la migración del ion de hidróxido a través de la membrana catiónica 24 es la formación de hidróxido de litio. El lecho 26 de resina catiónica se saturará inicialmente con los iones de litio y alcanzará un equilibrio de solución-resina. Los cationes contaminantes adicionales que migran a través de la membrana catiónica 24 se absorberán sobre el lecho 26 de resina catiónica proporcionando de esta manera una solución depurada de cationes de hidróxido de litio en el departamento 25 de catolito. Se recordará que el litio<sup>-7</sup> es uno de los productos de la reacción entre neutrones y boro en el núcleo del reactor y que hay una carencia de este isótopo particular de litio en forma concentrada. Según la práctica de la invención, el isótopo de litio<sup>-7</sup> añadido a la carga inicial de agua para el enfriador del núcleo del reactor se conserva y se acumula también el litio<sup>-7</sup> adicional producido a través de la reacción entre neutrones y boro. En estas circunstancias, la práctica de la invención ofrece la posibilidad a largo plazo no sólo de establecer una autosuficiencia en el litio<sup>-7</sup> sino también, quizás, la producción de cierto excedente de litio<sup>-7</sup>. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- De modo algo similar, los aniones de borato e hidróxido migran a través de las cuentas 94 de resina aniónica y a través de la membrana aniónica 24. En la unidad 103 entre las cuentas 94 de resina aniónica y la membrana catiónica 24, respectivamente, también se disocian moléculas de agua para producir iones de  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$ . En estas circunstancias, el
- 25.

ión de hidróxido migra a través de las corrientes 94 de resina aniónica desplazando los iones de borato. El ión de borato desplazado llevará parte de la corriente eléctrica a través de la cadena de cuentas de resina y a través de la membrana aniónica 21 con lo que los iones de borato se concentrarán en el departamento aniónico. Los iones de hidrógeno generados en la reacción anódica entre el agua y el ánodo 14 migran simultáneamente a través de la membrana catiónica 17 en el departamento 16 de anolito, formando una corriente concentrada de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ). La reacción anódica entre el agua y el ánodo 14 (electrólisis) también producirá oxígeno gaseoso que se purga mediante una operación de baldeo continuo. - - - - -

El resultado común de la migración del borato a través de la membrana aniónica 21 y la migración de los iones  $H^+$  a través de la membrana catiónica 17 es la formación de ácido bórico en el departamento 16 de anolito que, como se recordará, contiene el lecho 20 de resina aniónica. La resina aniónica se saturará inicialmente con los iones de borato y llegará a un equilibrio de solución/resina. Los aniones contaminantes adicionales que migran a través de la membrana aniónica 21 se absorberán por el lecho 20 de resina aniónica proporcionando de esta manera una solución depurada de iones de ácido bórico en el departamento 16 de anolito. - - - - -

Cuando los contaminantes aniónicos y catiónicos alcanzan un nivel de saturación sobre su respectivo lecho 20

de resina aniónica y lecho 26 de resina catiónica, estos iones se recogerán en las corrientes de solución tanto en el departamento 16 de anolito como en el departamento 25 de catolito. Cuando este estado se detecta por métodos analíticos se invierte la polaridad de la celda, convirtiendo al electrodo 14 en cátodo y el electrodo 27 en ánodo. Este proceso de polaridad inversa regenerará las cuentas 95 de resina aniónica y simultáneamente los aniones contaminantes eluidos llevan parte de la corriente eléctrica desde el departamento 16 de anolito a través de la membrana aniónica 21 al departamento 23 de alimentación con lo que estos aniones contaminantes se purgarán del sistema con el flujo de solución de alimentación. - - - - -

De igual modo durante el funcionamiento con polaridad inversa, las cuentas 96 de resina catiónica situadas en el departamento 25 de catolito se regenerarán y los cationes contaminantes eluidos llevarán parte de la corriente eléctrica desde el departamento 25 de catolito a través de la membrana catiónica 24 en el departamento 23 de alimentación por lo que los cationes contaminantes se purgarán del sistema con el flujo de solución de alimentación tal como se ilustra en la dirección de la flecha 97. - - - - -

Durante el servicio normal, o sea no en una modalidad de polaridad inversa, el efluente que sale del departamento 23 de entrada de alimentación es esencialmente agua desionizada. - - - - -

Consecuentemente, de acuerdo con la realización específica de la invención bajo estudio, una trayectoria típica de celda proporcionará un proceso continuo para producir productos finales que consistan en corrientes separadas y depuradas de ácido bórico concentrado, agua desionizada e hidróxido de litio concentrado de los respectivos departamentos 16, 23 y 25. - - - - -

Naturalmente, tal como se cita arriba, se balancearán los ánodos y cátodos de manera continua para eliminar las impurezas y también se purgarán continuamente los gases generados en las reacciones de los electrodos. Típicamente se mantendrá de un 3 a un 5% en peso de ácido bórico en el fluido que fluye desde los departamentos de anolito y se mantendrán de 1.000 partes por millón (ppm) a 5.000 ppm de hidróxido de litio<sup>-7</sup> en la corriente desde los departamentos de catolito.

Se recordará que se produce tritio del proceso de fisión así como reacciones de neutrones con productos químicos solubles dentro del núcleo del reactor y que este isótopo particular de hidrógeno crea algunos problemas sanitarios y ambientales. - - - - -

Un intercambio preferencial de "agua tritiada" (o sea, moléculas de agua en las que el isótopo de tritio del elemento hidrógeno está en combinación química con el oxígeno) se ha observado con ciertos tipos de minerales. Se ha observado especialmente este fenómeno curioso en conexión con

5. las arcillas. El mecanismo real de ello no es totalmente claro pero una teoría parece indicar que en las arcillas de caolinita, por ejemplo, el tritio desplaza al aluminio de los centros del retículo fijo con lo que los átomos de aluminio en la estructura de arcilla entonces se desplazan desde centros fijos a centros de posición de intercambio. Puede inducirse una mejora de la separación preferencial de tritio mediante ionización y el proceso de transporte iónico. - - - -

10. La electrodifusión, además, es un proceso que puede utilizarse para mejorar los regímenes de intercambio iónico. La estructura de celda arriba descrita con respecto a las Figuras 1 y 2 establece un ambiente de electrodifusión. En estas circunstancias, al colocar cuantas de arcilla de caolinita u otro material apropiado que absorbe preferencialmente el tritio, en lugar del lecho 22 de resina mixta que se ilustra en la Figura 2 puede producir un sistema mejorado para extraer continuamente el tritio del enfriador del núcleo del reactor en una forma que simplifica el problema de eliminación de tritio o hace que el tritio sea más fácilmente disponible para su extracción y uso posterior. - - - - -

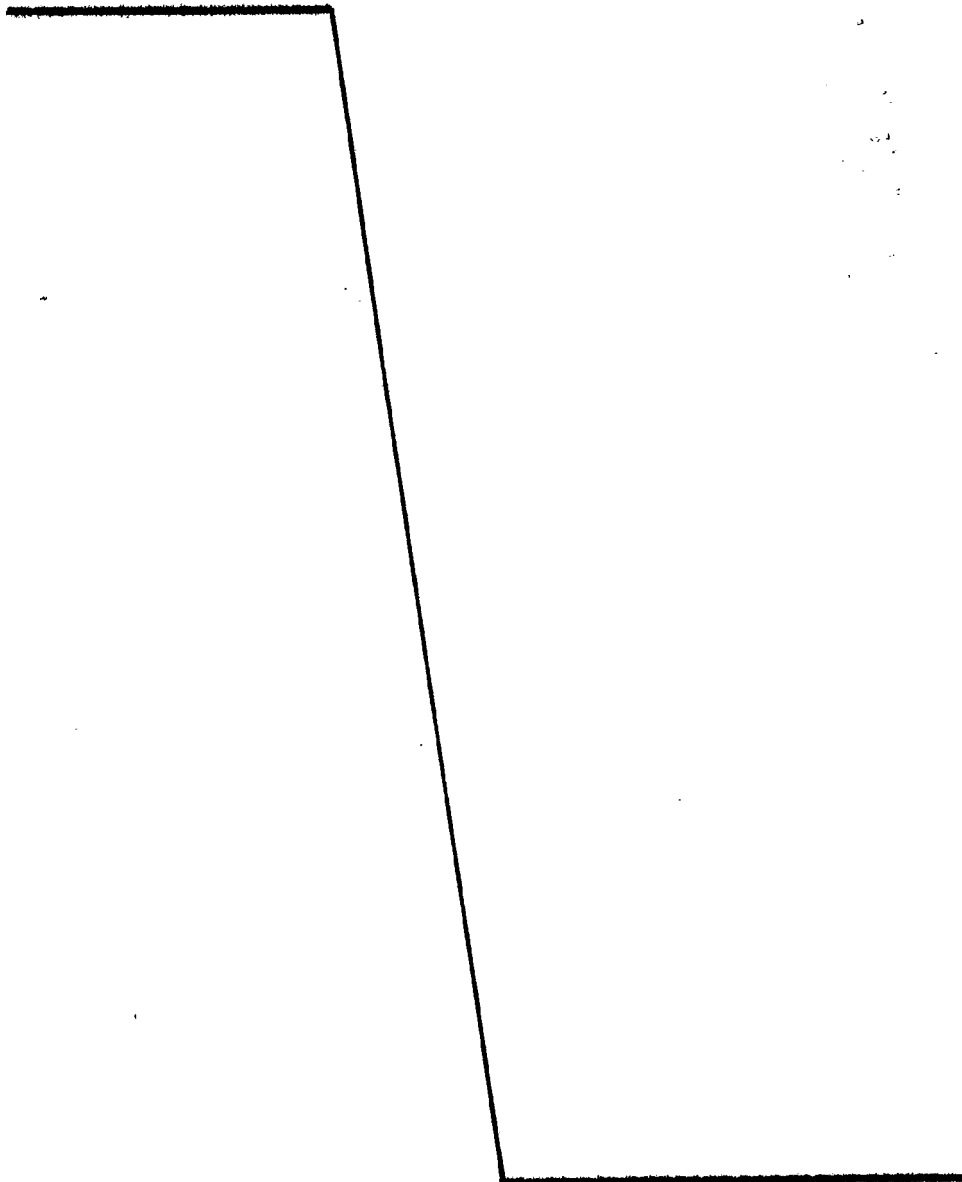
15.

20.

25. Naturalmente, según el grado de depuración buscada, pueden añadirse más celdas a la disposición ilustrada en la Figura 1. Según las aplicaciones específicas previstas, además, uno o más de los lechos de resina aniónica y catiónica que caracterizan el ejemplo específico que antecede puede eliminarse de la estructura de celda o intercambiarse, según

las circunstancias. - - - - -

A los efectos consiguientes se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las reivindicaciones que siguen. - - - - -



REIVINDICACIONES

- 1.- Mejoras en las estructuras de celda para la depuración de líquidos y similares, para separar una solución ionizada en corrientes de ácido concentrado, álcali concentrado y fluido desionizado, caracterizadas porque la estructura comprende un lecho de resina mixta aniónica y catiónica, una membrana aniónica que forma un tabique para un lado de dicho lecho de resina mixta, una membrana catiónica que forma un tabique para otro lado de dicho lecho de resina mixta, un lecho de resina aniónica junto a dicha membrana aniónica, una membrana catiónica que forma un tabique para un lado diferente de dicho lecho de resina aniónica, un ánodo espaciado de dicho lecho de resina aniónica y dicha membrana catiónica, un lecho de resina catiónica junto a dicha membrana catiónica que forma un tabique para otro lado de dicho lecho de resina mixta, una membrana aniónica que forma un tabique para un lado diferente de dicho lecho de resina catiónica, y un cátodo espaciado de dicho lecho de resina catiónica y dicha membrana aniónica que forma tabique para dicho lecho de resina catiónica. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- 2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la estructura comprende además un conducto de entrada de fluido de alimentación para establecer comunicación de fluidos con dicho lecho de resina mixta aniónica y catiónica y un conducto de descarga de fluido de alimentación para establecer una comunicación de fluidos desde dicho lecho
- 25.

de resina mixta aniónica y catiónica para el fluido desionizado. -----

5. 3.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la estructura comprende además un conducto de entrada de anolito para establecer una comunicación de fluidos con dicho lecho de resina aniónica y un conducto de descarga de anolito para establecer una comunicación de fluidos desde dicho lecho de resina aniónica para el ácido concentrado. -

10. 4.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la estructura comprende además un conducto de entrada de catolito para establecer una comunicación de fluidos con dicho lecho de resina catiónica y un conducto de descarga de catolito para establecer una comunicación de fluidos desde dicho lecho de resina catiónica para el álcali concentrado. -----

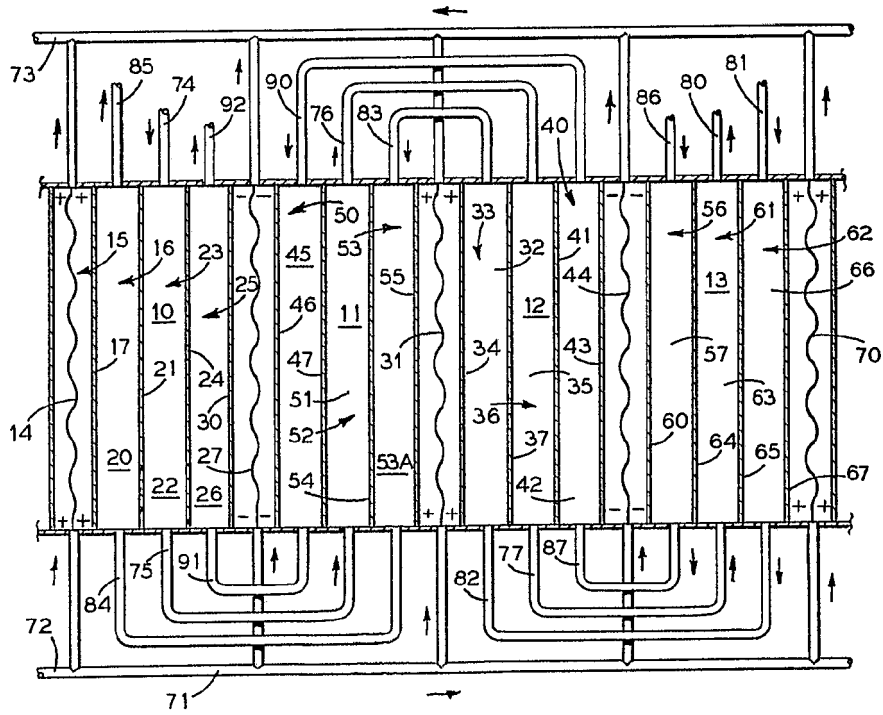
15. 5.- "MEJORAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CELDA PARA LA DEPURACION DE LIQUIDOS Y SIMILARES". -----

20. Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veinticuatro hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y de dos láminas de dibujos que la ilustran.

MADRID, 10 JULIO 1978  
P.A. M. CURELL SUÑOL



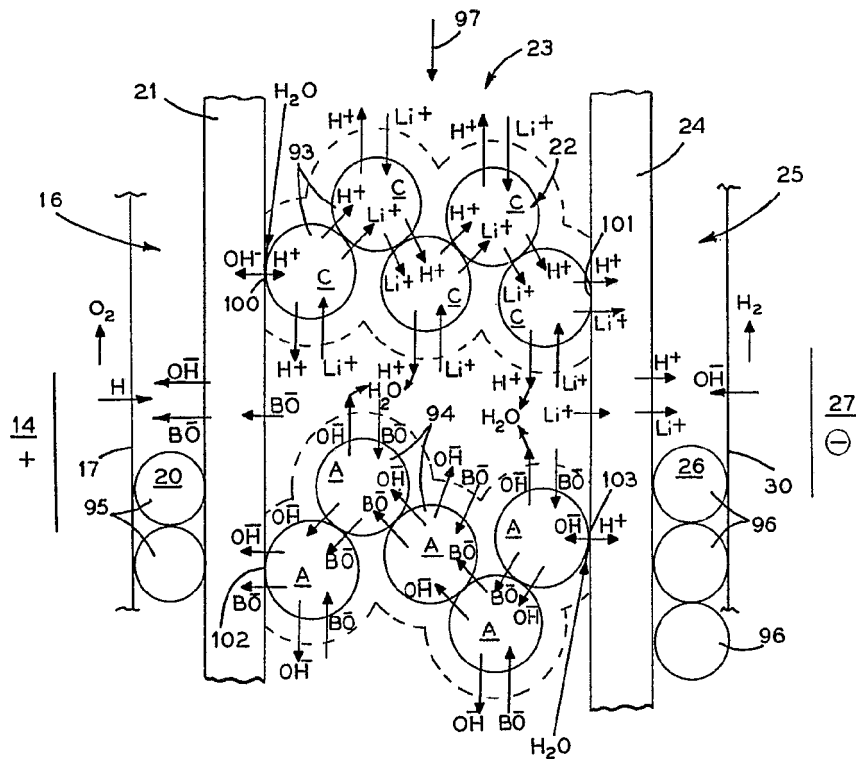
FIG. 1



MADRID, 10 JUL. 1978

P. A. M. CURELL ~~SUBO~~

FIG. 2



MADRID, 10 JUL. 1978

P. A. M. CURELL SUSAOL