

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 218**

51 Int. Cl.:

H01M 8/22 (2006.01)

C02F 1/469 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2009** **E 09764613 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013** **EP 2351137**

54 Título: **Sistema generador de energía y método para el mismo**

30 Prioridad:

26.11.2008 NL 1036242

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

29.04.2013

73 Titular/es:

**REDSTACK B.V. (100.0%)
Pieter Zeemanstraat 6
8606 JR Sneek , NL**

72 Inventor/es:

**HAMELERS, HUBERTUS, VICTOR, MARIE;
POST, JAN, WILLEM y
METZ, SYBRAND**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 402 218 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

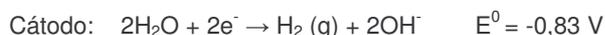
DESCRIPCIÓN

Sistema generador de energía y método para el mismo.

5 La presente invención se refiere a un sistema generador de energía que usa diferencias de concentración, p.ej. la diferencia de concentración entre agua de mar (aproximadamente 30 g/l de sal) y agua de río (aproximadamente 1 g/l de sal). Corrientes similares con diferencias de concentración están presentes, por ejemplo, en corrientes industriales de agua salada, como en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los documentos EP 1 348 670 y WO 01/89671 describen un procedimiento de desionización capacitivo.

10 El documento NL 1031148 describe la generación de energía en un procedimiento de Diálisis Electroquímica Inversa (RED, por sus siglas en inglés). El procedimiento RED usa un ánodo y un cátodo como electrodos, que están separados por membranas de intercambio catiónico y membranas de intercambio aniónico colocadas alternamente. Una pila de membranas RED es una pila electrodiálítica entre un ánodo y un cátodo. Las membranas son mantenidas separadas con espaciadores que permiten el flujo de un diluido (p.ej. agua de río) y un concentrado (p.ej. agua de mar). En los electrodos pueden tener lugar las siguientes reacciones electro-químicas:



20 Siendo E^0 los potenciales estándar a 24,9 °C (298 K) y 100 kPa (1 bar). Estos potenciales estándar definen las pérdidas energéticas, debidas a las reacciones electroquímicas que tienen lugar. También, los gases formados en los electrodos necesitan ser retirados. Otro problema, debido a un pH relativamente alto en o sobre el cátodo, es la formación de incrustaciones en el electrodo, de, por ejemplo, carbonato de calcio. El uso de otras reacciones de electrodo, como Fe(II)/Fe(III), es posible, sin embargo, este uso está limitado en relación al medio ambiente, la toxicidad y el coste. Además, para permitir la generación de energía en el procedimiento RED se requiere una pila de membranas. Las membranas en esta pila son separadas usando espaciadores que mantienen una distancia entre membranas adyacentes de 0,2 mm, o incluso menos, para minimizar la resistencia interna. El uso de estos espaciadores puede dar como resultado pérdidas de eficacia en el procedimiento generador de energía debido a la restricción en el flujo, el efecto aislante del espaciador que aumenta la resistencia interna (Ω) y la sensibilidad de los espaciadores para el atascamiento y la acumulación de biomasa, que en la práctica requiere a menudo el pretratamiento de los fluidos.

30 Además, en una pila electrodiálítica se puede producir un cortocircuito a través de los distribuidores que actúan como aberturas de suministro y salida del fluido entre las membranas. Además de las pérdidas por cortocircuito, se puede producir una fuga mecánica de fluidos desde la pila hacia el exterior. Otro problema es la fuga entre los fluidos internos que se puede producir. Estos problemas pueden dar como resultado una pérdida de eficacia. Otro problema con la pila electrodiálítica es el intensivo montaje requerido para la pila. Tal pila consiste en cientos de celdas, que comprenden una membrana de intercambio catiónico, un sello, un espaciador para el diluido, una membrana de intercambio aniónico y un sello y espaciador para el concentrado.

35 El objetivo de la presente invención es mejorar la generación de energía a partir de gradientes de concentración, eliminando o minimizando al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente.

Por lo tanto, el sistema generador de energía acorde con la presente invención comprende los rasgos de la reivindicación 1.

40 Tanto el material de intercambio catiónico como el material de intercambio aniónico se colocan entre los elementos capacitivos y el fluido. El fluido es un concentrado o bien un diluido, a los que los materiales de intercambio iónico son alternamente expuestos. Un concentrado apropiado es agua de mar, y un diluido apropiado es agua de río. Llevando alternamente los materiales de intercambio iónico al contacto con el concentrado y el diluido, los elementos capacitivos se cargan (adsorción) y descargan (desorción) usando gradientes salinos.

45 El material de intercambio iónico en contacto con una disolución salina concentrada realiza un gradiente de concentración, y por lo tanto una diferencia de potencial químico, entre la disolución salina y los elementos capacitivos. El primer elemento capacitivo se carga con cationes. El segundo elemento capacitivo se carga con aniones. La adsorción (fisorción) tiene lugar cuando las moléculas en el fluido llegan a unirse a la superficie del sólido (adsorbente). Las moléculas adsorbidas llegan a ser sujetadas físicamente a las partes sólidas de los elementos capacitivos. Por lo tanto, los elementos capacitivos son preferiblemente porosos, y conductores. Para permitir el transporte de iones a través del material de intercambio iónico hacia las partes sólidas, se proporciona un fluido, preferiblemente agua. Alternando la provisión de un fluido como concentrado y como diluido, resultará un flujo (capacitivo) de carga.

La carga de los electrodos es realizada por iones mediante la provisión alternada de un concentrado y un diluido. El

material de intercambio iónico permite la adsorción de los aniones sobre el ánodo, y la adsorción de los cationes sobre el cátodo. Con ello se puede conseguir un sistema generador de energía eficaz.

5 Después de ser expuestos al concentrado, los materiales de intercambio iónico son llevados al contacto con el diluido. Esto da como resultado un gradiente de concentración, y realiza una diferencia de potencial químico entre los elementos capacitivos cargados y el diluido. Por lo tanto, los elementos capacitivos serán descargados (desorción).

10 Exponer los materiales de intercambio iónico y los elementos capacitivos alternamente a un concentrado y un diluido puede ser realizado mediante un sistema de control que cambia el fluido en el sistema de un concentrado a un diluido y viceversa. En una realización alternativa, los materiales de intercambio iónico y los elementos capacitivos son transferidos por medios de transferencia de un concentrado a un diluido y viceversa.

Durante el proceso de carga y/o descarga se puede generar energía eléctrica a partir del sistema conectando los colectores de corriente de los elementos capacitivos a un circuito eléctrico. El colector de corriente puede ser un electrodo o colector.

15 En una realización preferida, el elemento capacitivo comprende carbón activo. El carbón activo es carbón tratado que une moléculas e iones a su superficie mediante el proceso de adsorción descrito anteriormente. El carbón activo tiene una superficie interna de aproximadamente 500-1500 m²/g. El carbón activado es un carbón microporoso e inerte, capaz de adsorber especialmente moléculas orgánicas o iones desde fluidos.

En una realización preferida acorde con la presente invención, el primer y/o segundo elementos capacitivos comprenden una disolución salina.

20 Proporcionando al primer y segundo elementos capacitivos una disolución salina de p.ej. 30 g/l, se puede generar energía tanto durante la carga como la descarga del elemento capacitivo. Durante el intervalo en que los materiales de intercambio iónico están en contacto con el fluido que comprende una disolución salina concentrada, los cationes de esta disolución salina concentrada se difundirán a través del material de intercambio catiónico. Al mismo tiempo, los aniones de la disolución salina concentrada se difundirán a través del material de intercambio aniónico. La electroneutralidad en los elementos capacitivos está siendo mantenida por la adsorción de los iones. No se producirán reacciones electroquímicas sustanciales en los elementos capacitivos, ya que el impulso de potencial generado para estas reacciones es insuficiente. Como los elementos capacitivos están conectados por el colector de corriente en un circuito eléctrico, se puede generar energía durante la fase de carga del proceso. Durante el contacto de los materiales de intercambio iónico con agua de río (u otro diluido) los elementos capacitivos están siendo descargados. Durante este periodo de descarga se puede generar energía a partir de los elementos capacitivos, siendo los electrones transferidos en la dirección opuesta entre los elementos capacitivos, en comparación con la fase de carga. Así, usando la disolución salina se puede generar energía tanto durante la fase de carga como de descarga. Será posible usar un elemento capacitivo conformado como un cable, mientras que otro elemento capacitivo está conformado como un tipo de recipiente.

35 En una realización preferida según la presente invención, se proporciona una fuente de energía adicional para cargar al menos parcialmente los elementos capacitivos.

Proporcionando una fuente de energía externa adicional al sistema, uno o más de los elementos capacitivos pueden ser cargados, al menos parcialmente, por esta fuente adicional. Esto consigue una carga relativamente rápida de los elementos capacitivos.

40 En una realización preferida según la presente invención, el primer y/o segundo elementos capacitivos están sustancialmente conformados como cables conectados a un colector de corriente.

45 Los cables, preferiblemente hechos de carbón, están revestidos con uno de un material de intercambio catiónico o un material de intercambio aniónico. El centro de los cables comprende preferiblemente un material conductor como aluminio o grafito, con el centro rodeado por carbón por ejemplo y un material de intercambio iónico. Esto minimiza la resistencia eléctrica en la dirección axial de los cables. Los cables de intercambio catiónico son conectados a un primer colector, p.ej. como en una escobilla. Los cables de intercambio aniónico son conectados, de una manera similar, a un segundo colector. Usando los cables se consigue un área superficial relativamente grande para el intercambio de cationes y aniones. Además, fabricar los cables con la capa de revestimiento permite un proceso de producción continuo, posibilitando de este modo una operación eficaz. Las escobillas son expuestas alternamente al concentrado, como agua de mar, y al diluido, como agua de río. Esta exposición se puede conseguir colocando las diferentes escobillas en un tipo de recipiente que es provisto de manera discontinua con uno del concentrado o el diluido. Alternativamente, es posible reubicar las escobillas, en lugar de los flujos, desde el concentrado al diluido y viceversa.

55 Los cables pueden ser conectados en una conexión en serie en lugar de en paralelo. Esto puede aumentar el potencial de manera significativa.

Preferiblemente, las escobillas con los cables son comprimidas de una manera tal que la distancia entre los cables

de intercambio catiónico y los cables de intercambio aniónico es mínima. Esta pequeña distancia entre los dos tipos de cables es especialmente relevante durante el proceso de descarga. Una ventaja adicional de la configuración de escobilla es que puede ser limpiada de manera relativamente fácil, en caso de atascamiento o acumulación, ya que las escobillas pueden ser retiradas para permitir una limpieza mecánica y/o química.

5 La invención se refiere además a un método para generar energía a partir de gradientes salinos en un fluido, que comprende las etapas de acuerdo con la reivindicación 12.

Exponiendo alternamente los diferentes tipos de material de intercambio iónico y/o elementos capacitivos a un concentrado y un diluido, el primer y segundo elementos capacitivos serán cargados y descargados, respectivamente. Como se mencionó para el sistema generador de energía, se puede generar energía al menos durante una de estas etapas usando un colector de corriente para el primer y segundo elemento capacitivo. 10 Proporcionando a los elementos capacitivos, que comprenden preferiblemente carbón, y más preferiblemente carbón activo, p.ej. una disolución salina, se puede generar energía tanto en la etapa de carga como de descarga, como se mencionó antes para el sistema generador de energía.

En realizaciones preferidas adicionales del método acorde con la presente invención, se incluyen etapas adicionales según realizaciones preferidas del sistema descrito anteriormente, que consiguen los mismos efectos y ventajas. 15

En una realización preferida según la presente invención, el primer y segundo elementos capacitivos están conformados sustancialmente como cables que están conectados a un primer y segundo colector de corriente. Estos cables son expuestos a flujos alternados de concentrado y diluido, o bien son llevados alternamente a estos flujos. Además, los cables pueden ser conectados en una conexión en serie en lugar de en paralelo para aumentar el potencial. 20

Las ventajas, rasgos y detalles adicionales de la invención son dilucidados en base a las realizaciones preferidas de la misma, en donde se hace referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

- la figura 1 muestra una configuración de un sistema generador de energía acorde con la invención;
- la figura 2 muestra algunos resultados experimentales con la configuración de la figura 1;
- 25 - la figura 3 muestra una segunda configuración de un sistema generador de energía acorde con la invención;
- la figura 4 muestra resultados experimentales de medidas de voltaje frente al tiempo obtenidas con la configuración de la figura 3;
- la figura 5 muestra resultados experimentales de medidas de densidad de potencia frente al tiempo obtenidas con la configuración de la figura 3; y
- 30 - la figura 6 muestra una realización de un sistema generador de energía acorde con la presente invención.

Un sistema 2 generador de energía (figura 1) comprende un primer recipiente 4 con forma de columna y un segundo recipiente 6 con forma de columna. Los recipientes 4,6 comprenden partículas 8 esféricas de carbón activo. Además, los recipientes 4,6 contienen una disolución 10 salina con una concentración de sal de 30 g/l. El diámetro de los recipientes es aproximadamente 45 mm. En la parte superior los recipientes 4,6 están provistos de un septo que permite llevar las columnas 4,6 al vacío. En el fondo del recipiente 4 hay un tope con un agujero en donde está situado un material 12 de intercambio aniónico. El recipiente 6 está provisto en el fondo, de una manera similar, de un material 14 de intercambio catiónico. Dentro del recipiente 4 hay un colector de corriente, o electrodo 16. El recipiente 6 está provisto de un electrodo 18 similar. Ambos recipientes 4,6 están colocados en un recipiente 20 a una distancia de unos centímetros. El recipiente 20 está lleno de un fluido 22. El fluido 22 es alternamente una disolución con una baja concentración de sal (aproximadamente 0 g/l de NaCl) y una alta concentración (30 g/l de NaCl). El fluido 22 es agitado con el mezclador 24. Para permitir la generación de energía en el sistema 2, los electrodos 16,18 están conectados por medio de cables 26 que están alimentados a través del septo con un circuito eléctrico 28. En la realización ilustrada, el circuito eléctrico comprende una resistencia de 2 kΩ. Para medir la cantidad de energía generada en el sistema 2, está provisto un medidor 30 de voltaje sobre el circuito 28. 35

Los cationes de la disolución 10 salina concentrada experimentan una fuerza impulsora para difundirse a través del material 14 de intercambio iónico en caso de que un fluido 22 actúe como diluido. Al mismo tiempo, los aniones en el recipiente 4 experimentan una fuerza impulsora para difundirse a través del material 12 de intercambio iónico. Al mismo tiempo, las partículas 8 de carbón en el recipiente 4,6 adsorben co-iones. Estos co-iones en el recipiente 6 son aniones y en el recipiente 4 cationes. Por lo tanto, los elementos 8 capacitivos son cargados y se genera energía. En la realización ilustrada, el flujo de electrones es desde el recipiente 6 con material 14 de intercambio catiónico hacia el recipiente 4 con material 12 de intercambio aniónico, definiendo de este modo un flujo eléctrico en la otra dirección. Después de cambiar el fluido 22 a un concentrado, las concentraciones en el recipiente 20 son más altas en comparación con las concentraciones dentro de los recipientes 4,6. También, la polaridad de los electrodos cambia. Las partículas 8 están siendo descargadas, y también durante este periodo de descarga puede generarse energía. La dirección del flujo eléctrico es inversa en comparación con la dirección durante el periodo de carga. 50
55

Resultados experimentales

Se realiza un experimento con un sistema 2 generador de energía (figura 1). Los resultados (figura 2) muestran que es posible generar energía con tal sistema 2.

5 El recipiente 20 se llena de agua con 0 g/l de NaCl. Directamente después de llenar el recipiente 20, el voltaje medido con el medidor 30 de voltaje es aproximadamente -160 mV. Esta diferencia de potencial se produce debido al gradiente de concentración sobre los dos materiales 12,14 de intercambio iónico. Esto se corresponde con la teoría, y también con la experiencia de electrodiálisis inversa (RED) en otras configuraciones similares en las que se mide un voltaje de aproximadamente 160/220 mV por dos materiales de intercambio iónico (una celda) en el caso de que el circuito 28 eléctrico no esté cerrado. Debido a la carga de las partículas 8 y la mezcla de las disoluciones, las diferencias de potencial disminuyen en el tiempo. Después de aproximadamente 30 horas, se pone un nuevo fluido 10 22 en el recipiente 20, que comprende una disolución de 30 g/l NaCl. La polaridad cambia de signo. La concentración en el recipiente 20 es más alta que las concentraciones dentro de la columnas 4,6. El voltaje medido por el medidor 30 de voltaje disminuye durante este periodo de descarga, mientras el gradiente de concentración también disminuye. Adicionalmente, los resultados muestran un aumento en el voltaje después de aproximadamente 15 50 horas. Una explicación para este aumento podría ser el hecho de que el fluido 10 en los recipientes 4,6 mejora su conductividad, ya que estos fluidos 10 tienen una concentración salina creciente. En la figura 2, el periodo de carga está indicado con "c" y el periodo de descarga está indicado con "d".

Se ha realizado un experimento adicional usando la configuración representada esquemáticamente en la figura 3.

20 Una celda 51 de capacitancia selectiva de iones (ISC, por sus siglas en inglés), compuesta de un compartimento 56 que contiene dos electrodos 58,60 de carbón activado (Axion Power International, Nueva York, EE.UU.), una membrana 62 de intercambio aniónico (AM1, Tokuyama Co., Tokyo, Japón) y una membrana 64 de intercambio catiónico (CM1, Tokuyama Co., Tokyo, Japón) está conectada a una resistencia variable y a un potencióstato 54 (IviumStat, Eindhoven, Países Bajos) que registra el voltaje de la celda.

25 Se llenan dos recipientes con agua dulce y salada y se conectan a una bomba 52 peristáltica (Masterflex, Cole Parmer Instrument, Vernon Hills, EE.UU.) para controlar el caudal del sistema. La bomba 52 tiene un interruptor para seleccionar cual de las disoluciones 66,68 de diferente concentración salina fluye hacia la celda. Los electrolitos se preparan añadiendo cloruro de sodio de calidad técnica (Boom, Meppel, países Bajos) a agua desmineralizada. Dos disoluciones iónicas monovalentes, $[\text{NaCl}] = 510 \text{ mM}$ y $[\text{NaCl}] = 10 \text{ mM}$, se usan como agua de mar y de río respectivamente. Los recipientes se rellenan con nuevas disoluciones después de cada experimento.

30 La considerablemente grande capacitancia en el sistema 51 es un resultado de la formación de una doble capa eléctrica en la interfaz de los electrodos y el electrolito. Cuando fluye agua de mar en el compartimento, el gradiente de salinidad impulsa los iones de la sal a los electrodos, siendo almacenados selectivamente debido a la membrana de intercambio catiónico (CEM, por sus siglas en inglés) y la membrana de intercambio aniónico (AEM). Como el sistema está conectado a un circuito externo, la polarización de los iones causa un desequilibrio de cargas que genera una corriente externa que puede ser recogida. Después de que los electrodos alcanzan el punto de saturación, el flujo de agua es cambiado a agua de río y ahora el gradiente impulsa los iones de vuelta al electrolito, limpiando los electrodos y formando una corriente inversa para la estabilidad eléctrica, permitiendo una generación de electricidad adicional.

40 El circuito eléctrico del sistema 51 comprende el condensador selectivo de iones, una carga externa representada por la resistencia variable y un potencióstato 54, que mide en modo de cronopotenciometría. El voltaje de la celda es medido continuamente por el potencióstato 54. Los experimentos se realizan usando varios valores diferentes de la resistencia, que reflejan cargas diferentes, y varios caudales diferentes. La resistencia es controlada por la resistencia variable, y el caudal por la bomba 52. La influencia de la resistencia externa y el flujo de agua es así analizada.

45 Centrándose en una comprensión general del principio ISC, se realiza una serie de experimentos que consisten en la carga y descarga de los electrodos AC. Estos procesos son dirigidos únicamente por el gradiente de salinidad. No se aplica voltaje externo a la celda para desencadenar los procesos.

50 El gráfico de la figura 4 muestra el comportamiento del voltaje de la celda a lo largo de tres ciclos de carga-descarga. Los valores positivos representan la etapa de carga "C", cuando se bombea agua de mar 68 de manera continua hacia la celda, llenando los electrodos de carbón poroso con iones, dirigidos por el gradiente de salinidad. El voltaje aumenta hasta un máximo (42 mV) y continúa con una disminución de tipo exponencial hasta que se alcanza la capacidad de almacenamiento total (0 V). La bomba 52 se cambia posteriormente para agua de río 66, lo que inicia la etapa de descarga "D" representada por los valores negativos del voltaje. Se inicia el proceso inverso, y el gradiente dirige los iones de vuelta al electrolito, llevando el voltaje a un mínimo (-34 mV) seguido de un aumento de tipo exponencial, hasta que los electrodos están totalmente descargados y el voltaje se estabiliza de nuevo (0 V). 55 Después, la bomba 52 es vuelta a cambiar a agua de mar 68, reiniciando el ciclo.

La densidad de potencia se calcula como el producto del voltaje y la corriente eléctrica, dividido por el área superficial total de los electrodos (267, 52 cm²). El comportamiento de la densidad de potencia se muestra en el

gráfico de la figura 5.

El valor más alto medido es 67 mW/m², y aparece durante la etapa de carga. La conductividad más alta del agua de mar, en comparación con el agua de río, hace al proceso de carga más rápido que el proceso inverso en el ciclo. Esta observación sugiere que la etapa que implica agua de mar puede ser dirigida a picos de demandas de energía, mientras que la etapa que implica agua de río puede ser dirigida al uso de energía normal.

La influencia del caudal sobre el comportamiento del sistema también es investigada. La Tabla 1 muestra las densidades de potencia más altas a tres velocidades de bomba diferentes, con la carga externa ajustada a 5 Ω para proporcionar medidas mejores y más claras. El aumento de densidad de potencia cuando los caudales son incrementados es causado por diferencias de concentración más grandes a través de las membranas.

Tabla 1. Densidades de potencia obtenidas usando una carga externa fija de 5 Ω y diferentes caudales

	25 ml/min	50 ml/min	75 ml/min
Potencia durante la fase de carga (mW/m²)	21,5	27,3	40,7
Potencia durante la fase de descarga (mW/m²)	8,4	13,5	23,4

La resistencia variable conectada al dispositivo se usa para analizar la corriente eléctrica, derivada del voltaje de la celda, y la influencia de la carga externa sobre la densidad de potencia conseguida. El rendimiento de la densidad de potencia es mejorado por una disminución de la carga externa, pero no fueron posibles medidas más claras con cargas más bajas que 1 Ω, debido a la sensibilidad del equipo.

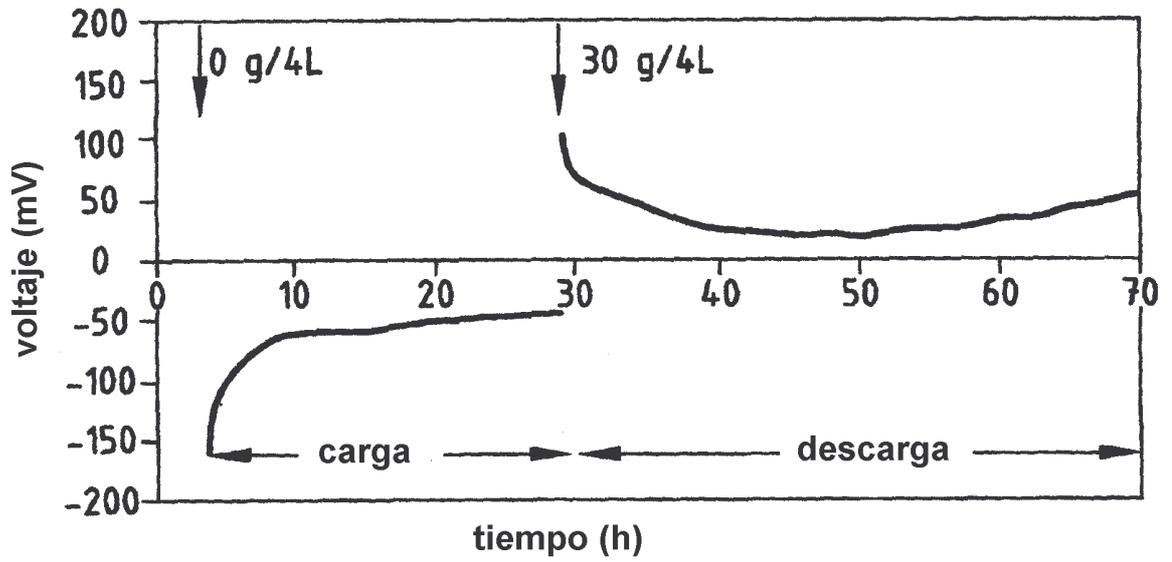
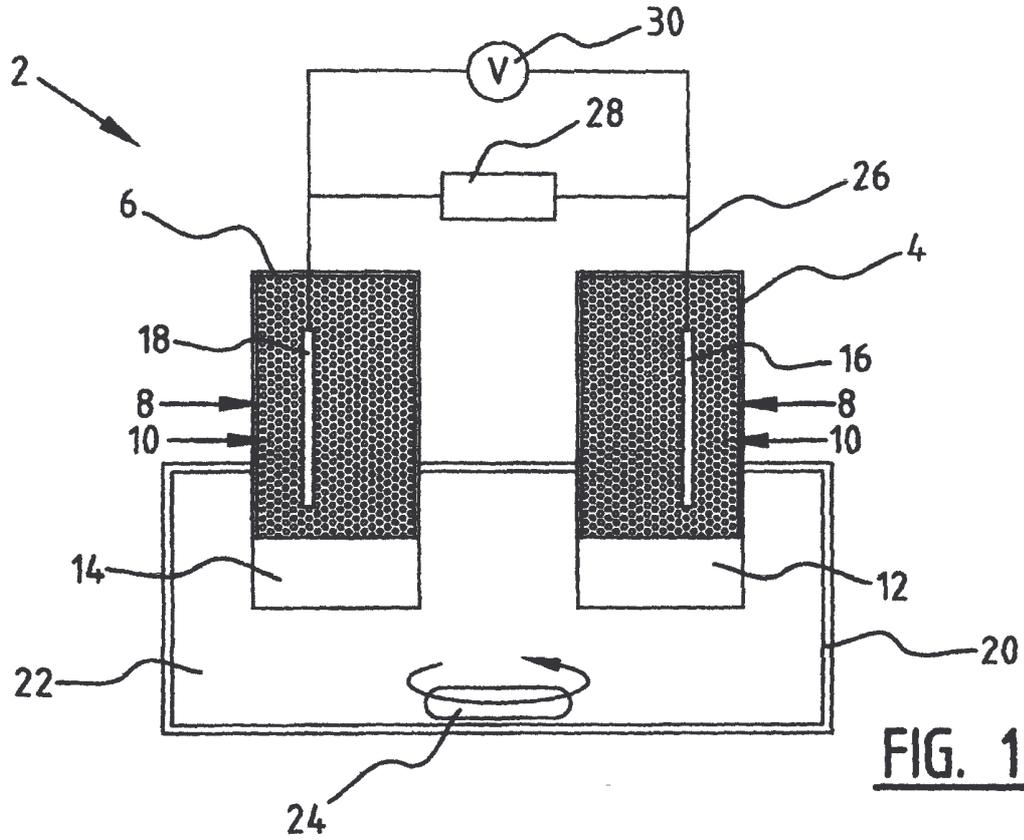
Un sistema 32 generador de energía alternativo (figura 6) comprende un recipiente 34 con un fluido 36. El fluido 36 es alternamente un concentrado y un diluido. En el recipiente 34, elementos 38 capacitivos con forma de cable revestidos con una capa de material de intercambio aniónico están conectados a un colector 40 de corriente. Los cables 42, provistos de una capa de material de intercambio catiónico, están conectados al colector 44 de corriente. Mediante los cables 46,48 de conexión, los colectores 40,44 de corriente están conectados a un circuito 50 eléctrico. Los colectores 40,44 están comprimidos en la dirección de las flechas mostradas en la realización ilustrada. Las escobillas formadas por los colectores 40,44 y los cables 38,42 son expuestas alternamente a agua de mar y agua de río cambiando alternamente el fluido 36 o bien reubicando las escobillas en recipientes 34 diferentes.

La presente invención no está limitada de ningún modo a las realizaciones descritas anteriormente. Los derechos buscados son definidos por las siguientes reivindicaciones, dentro del alcance de las cuales pueden ser concebidas muchas modificaciones. Una aplicación posible del sistema y método acordes con la invención sería el estuario de un río en el mar, donde la marea proporciona al sistema agua de mar o bien agua de río.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (2,32) generador de energía para generar energía a partir de gradientes de concentración en un fluido (22,36), que comprende:
- un primer elemento (8,42) capacitivo con un colector (16,44) de corriente,
- 5 – un segundo elemento (8,38) capacitivo con un colector (18,40) de corriente, y
- en donde el fluido comprende alternamente un concentrado y un diluido para cargar y descargar respectivamente los elementos capacitivos,
- caracterizado por:
- un material (14) de intercambio catiónico colocado entre el primer elemento capacitivo y el fluido;
- 10 – un material (12) de intercambio aniónico colocado entre el segundo elemento capacitivo y el fluido, en donde los materiales de intercambio catiónico y aniónico están en contacto con el fluido,
- en donde los elementos capacitivos están conectados por el colector de corriente en un circuito (28,50) eléctrico, generando de este modo energía eléctrica.
- 15 2. Sistema generador de energía según la reivindicación 1, en donde se genera energía al menos durante la descarga de los elementos capacitivos.
3. Sistema generador de energía según la reivindicación 1 o 2, en donde se genera energía al menos durante la carga de los elementos capacitivos.
4. Sistema generador de energía según la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende además medios de control para cambiar el fluido del concentrado al diluido y viceversa.
- 20 5. Sistema generador de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende además medios de transferencia para transferir los elementos capacitivos del concentrado al diluido y viceversa.
6. Sistema generador de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde al menos uno de los elementos capacitivos comprende carbón activo.
- 25 7. Sistema generador de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el primer y/o segundo elementos capacitivos comprenden una disolución (10) salina.
8. Sistema generador de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde está provista una fuente de energía adicional para cargar al menos parcialmente los elementos capacitivos.
9. Sistema generador de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el primer y/o segundo elementos capacitivos están conformados sustancialmente como cables (38,42) conectados a un colector (40,44) de corriente.
- 30 10. Sistema generador de energía según la reivindicación 9, en donde los cables del primer y segundo elementos capacitivos están comprimidos entre sí.
11. Sistema generador de energía según la reivindicación 9 o 10, en donde los cables están conectados en una conexión en serie.
- 35 12. Método para generar energía a partir de gradientes salinos en un fluido (22,36), que comprende las etapas de:
- proporcionar un primer elemento capacitivo (8,42) con un colector de corriente (16,44), y un material (14) de intercambio catiónico colocado entre el elemento y el fluido;
 - proporcionar un segundo elemento capacitivo (8,38) con un colector (18,40) de corriente, y un material (12) de intercambio aniónico colocado entre el elemento y el fluido;
- 40 – conectar los elementos capacitivos mediante el colector de corriente en un circuito (28,50) eléctrico; y
- exponer alternamente los elementos capacitivos a un concentrado y un diluido, cargando y descargando respectivamente de este modo el primer y segundo elementos capacitivos, para generar energía eléctrica.
13. Método según la reivindicación 12, en donde se genera energía durante la carga y descarga de los elementos capacitivos.
- 45 14. Método según la reivindicación 12 o 13, en donde el primer y/o segundo elementos capacitivos están

conformados sustancialmente como cables (38,42) que están conectados a un primer y segundo colector (40,44) de corriente respectivamente.



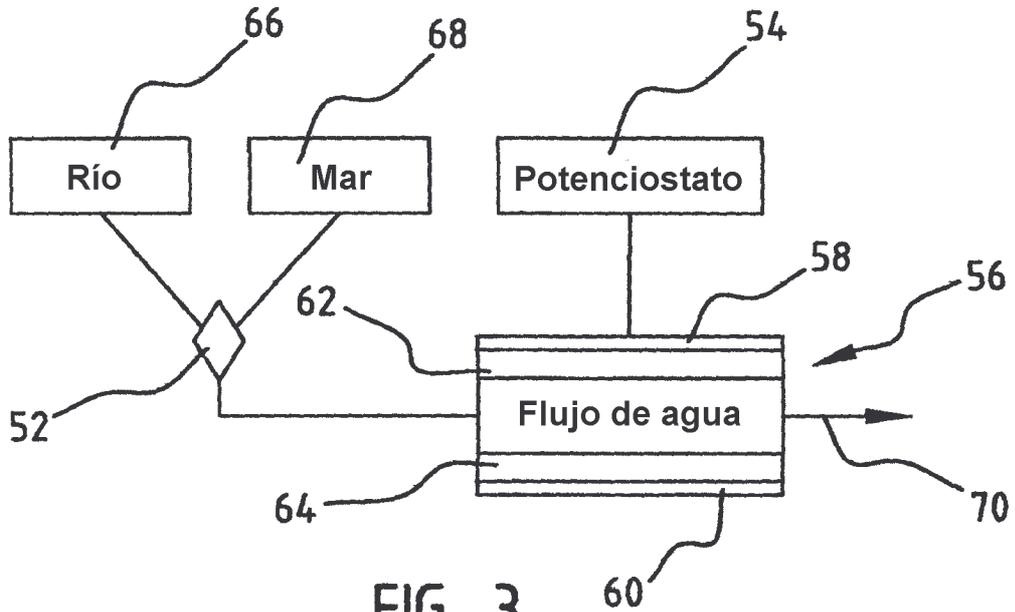


FIG. 3

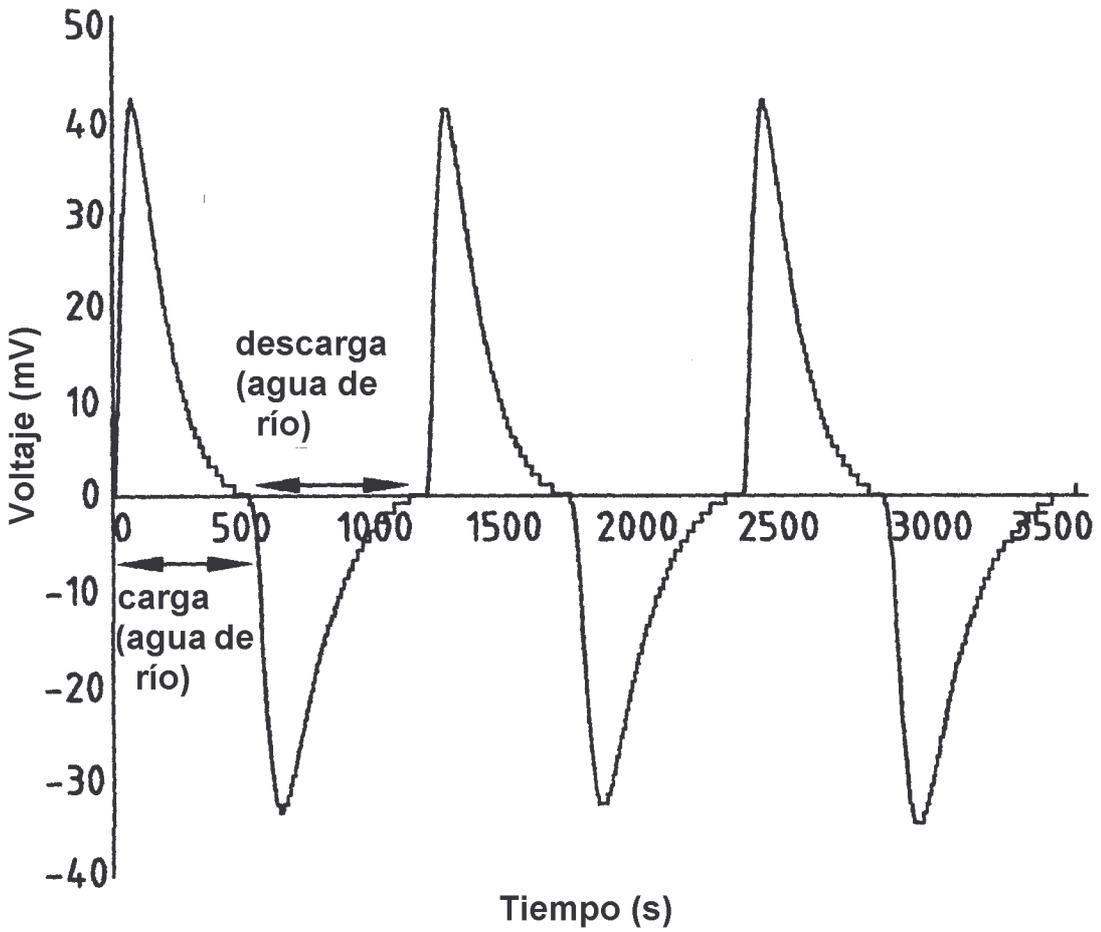


FIG. 4

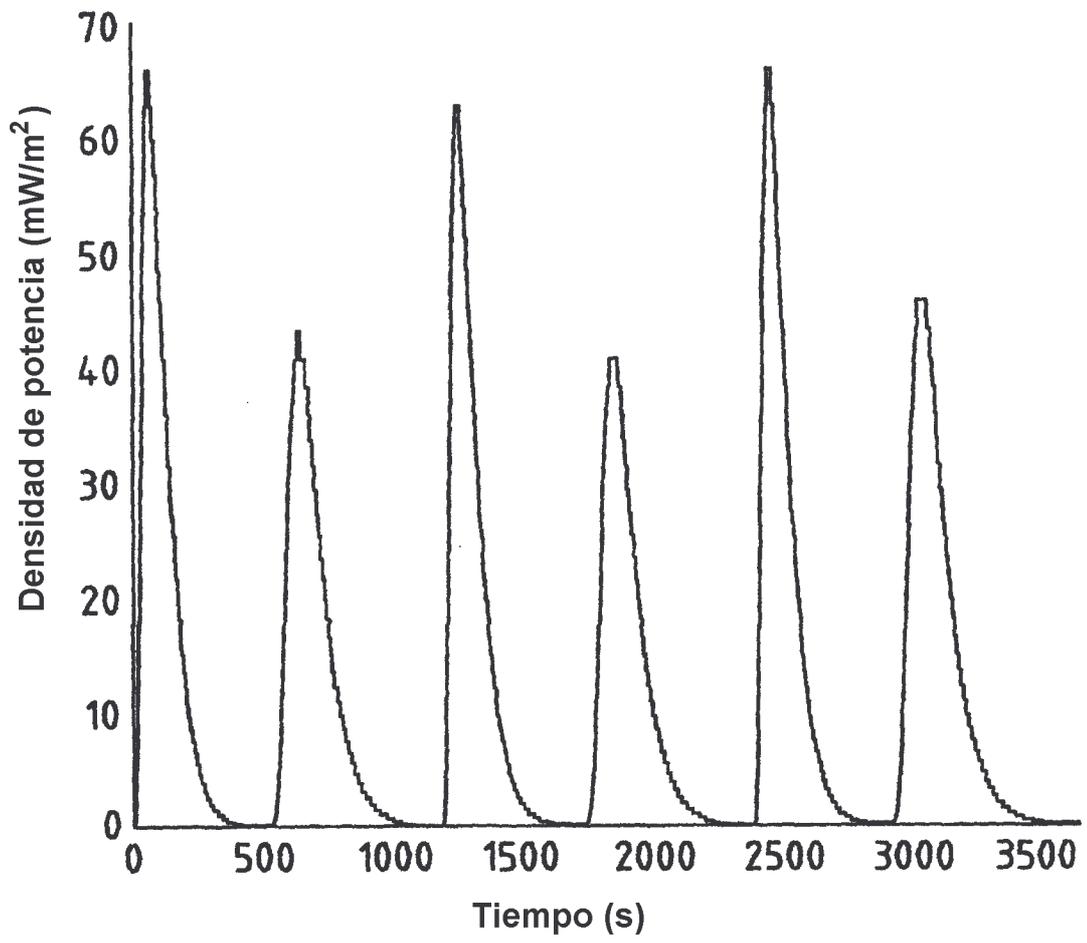


FIG. 5

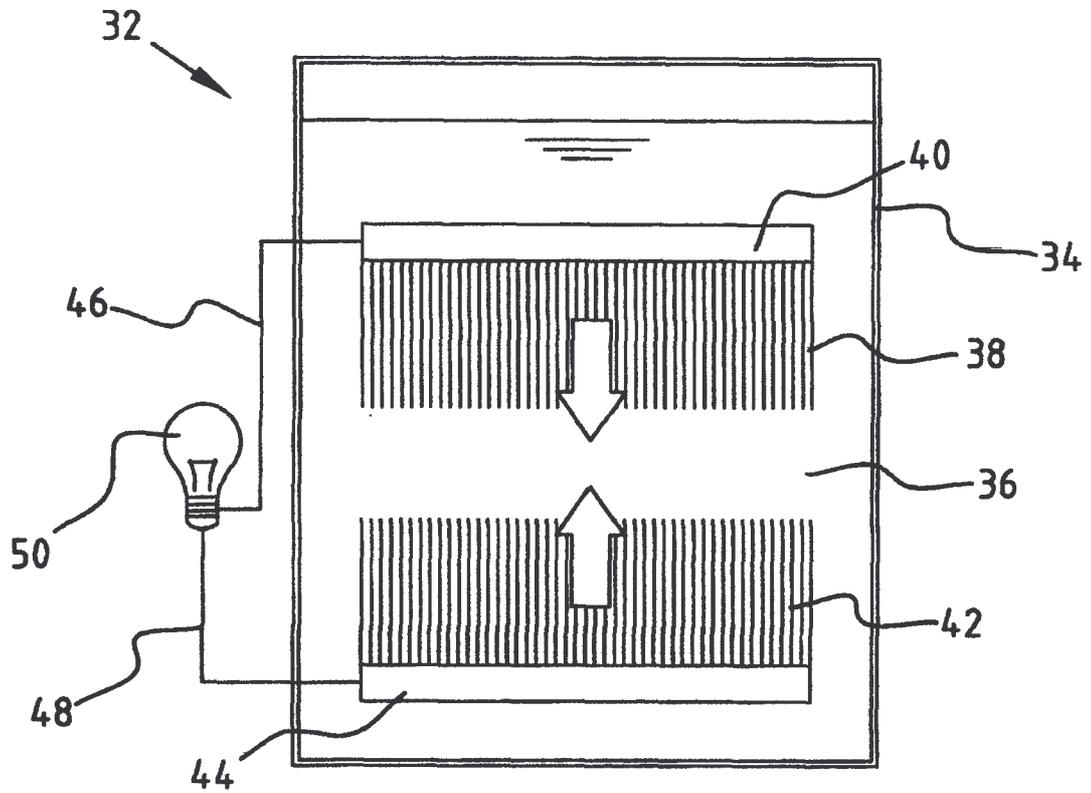


FIG. 6