



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 317 175**

51 Int. Cl.:
C01B 13/02 (2006.01)
B01D 53/32 (2006.01)
B01D 53/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05300962 .7**
96 Fecha de presentación : **24.11.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1801070**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

54 Título: **Procedimiento de producción de oxígeno, a partir de aire, en particular por medio de una celda electroquímica con membrana cerámica, con medios de control que permiten una producción continua.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

73 Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR

72 Inventor/es: **Del Gallo, Pascal y Gouriou, Guylaine**

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

ES 2 317 175 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).

ES 2 317 175 T3

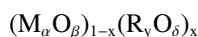
DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción de oxígeno, a partir de aire, en particular por medio de una celda electroquímica con membrana cerámica, con medios de control que permiten una producción continua.

5 La presente invención se refiere a la producción de oxígeno o de un gas enriquecido en oxígeno, a presión, a partir de aire o de cualquier otro gas pobre en oxígeno, por la implementación de un generador electroquímico del tipo membrana cerámica conductora iónica.

10 Dichos generadores son hoy en día bien conocidos, y comprenden de manera general una o varias celdas electroquímicas de generación de oxígeno, que comprenden, cada una, una o varias membranas cerámicas. En un generador semejante, cada membrana cerámica es llevada, por calentamiento exterior o integrado, a temperatura elevada, y está constituida por un cátodo (depósito o soporte), un ánodo (depósito o soporte) y un electrolito sólido (membrana cerámica autosoportada o soportada en el ánodo o el cátodo). Una membrana semejante, sea cual sea su forma, es alimentada con aire en el lado del cátodo. La molécula de oxígeno se disocia en el cátodo (depósito o soporte poroso), el ion aniónico (O^{2-}) se difunde a través del electrolito sólido y se recombina a oxígeno molecular en el depósito o el soporte poroso anódico. En total, introduciendo aire atmosférico en la entrada de un generador semejante, se genera oxígeno puro, incluso de muy alta pureza (calidad N60, pureza superior al 99,9999%, y eventualmente a presión).

20 Tales generadores se han descrito, por ejemplo, en los documentos WO-02/058830, WO-01/07149 y WO-02/058829, a los que se hará referencia provechosamente cuando resulte necesario. Por ejemplo, la membrana cerámica es un electrolito sólido que tiene la fórmula:



25 en la que M representa al menos un átomo trivalente o tetravalente elegido entre Bi, Ce, Zr, Ga, Th o Hf, α y β son tales que la estructura $M_{\alpha}O_{\beta}$ es eléctricamente neutra, R representa al menos un átomo divalente o trivalente elegido entre Mg, Ca, Ba, Sr, Gd, Sc, Yb, Y, Sm o La, y δ son tales que la estructura $R_{\gamma}O_{\delta}$ es eléctricamente neutra, y x está comprendido entre 0,05 y 0,40, y más en particular entre 0,06 y 0,20. Se emplean clásicamente dos familias de electrolito sólido: circona estabilizada con óxido de itrio (ZrO_2 - Y_2O_3 , Y_2O_3 del 5 al 15% en peso), cerina dopada con óxido de gadolinio (CeO_2 - Gd_2O_3 , como $Ce_{1,8}Gd_{0,2}O_{2-\delta}$).

30 Por ejemplo, cada electrodo, es decir ánodo y cátodo, es un material de fórmula:



35 en la que M_1 representa uno o varios átomos elegidos entre La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y, Mg, Ca, Sr o Ba, M_2 representa uno o varios átomos elegidos entre Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu o Zn.

La familia empleada clásicamente en calidad de electrodo de tipo $M_1M_2O_3$ es de estructura perovskita. Se pueden citar materiales como $La_{1-x}Sr_xMnO_{3-\delta}$, $La_{1-x}Sr_xFe_yCo_{1-y}O_{3-\delta}$, etc. como ejemplo de materiales anódicos y catódicos.

40 Pero la presente invención, tal como se expone y describe a continuación, no está limitada al tipo de generador identificado anteriormente.

La presente invención se refiere más en particular a la producción de oxígeno ultrapuro a presión (1 a 50 bares, 100 a 5000 kPa), en particular con un generador según se define anteriormente, con una flexibilidad de presión y/o de caudal para el usuario.

45 Conforme al documento US-6.368.491, se ha descrito un generador de membrana cerámica que incluye n celdas, montadas en paralelo. En función de la demanda de oxígeno, se ponen en servicio de 1 a n celdas. Un sistema de control, o controlador, permite gobernar o dirigir el generador, mediante control todo o nada de cada celda. No se ha descrito ningún sistema de regulación de presión del oxígeno producido.

50 Conforme al documento US-6.352.624, se ha descrito un generador de membrana cerámica que produce oxígeno a presión que puede alcanzar 138 bares (1380 kPa), al cual se añade una capacidad de almacenamiento, estando el conjunto pilotado o gobernado por un sistema de control, o controlador, que permite determinar el número de celdas electroquímicas necesarias para alcanzar el caudal fijado de oxígeno. El sistema de control no permite regular la presión de salida del oxígeno, que es suministrada directamente por la o las celdas electroquímicas implementadas.

55 Conforme al documento US-5.855.762, se ha descrito un procedimiento de control de un generador de membrana cerámica, según el cual la corriente eléctrica suministrada a dichas membranas depende de una señal que indica la cantidad de oxígeno producido por el generador y por el nivel de una capacidad de almacenamiento del oxígeno producido. Según esta solución, ningún medio permite controlar la presión de salida.

ES 2 317 175 T3

Conforme al documento US-2004/042944, se ha descrito un procedimiento de producción de oxígeno que usa un generador de membrana cerámica que produce oxígeno al que se añade una capacidad de almacenamiento. El conjunto es pilotado por un sistema de control, que permite determinar el número de celdas electroquímicas necesarias para alcanzar el caudal demandado de oxígeno.

5

La presente invención tiene por objeto, gracias a un sistema de control apropiado, poder adaptar la producción de oxígeno a toda demanda puntual importante, en términos de caudal y/o de presión, que pueda sobrepasar en ciertos casos las velocidades de flujo y/o presiones generadas por el generador propiamente dicho.

10

Dicho de otro modo, a partir de un generador que funciona en continuo en condiciones nominales (presión P1, caudal D1), la presente invención tiene por objeto medios de control que permiten producir durante un tiempo t oxígeno a una presión P2 superior a P1, o durante un tiempo t' oxígeno con un caudal D2 superior a D1, eventualmente con una presión P2 superior a P1.

15

Según el procedimiento de la invención, el generador funciona en continuo, y se dispone, por una parte de varias capacidades tampón de almacenamiento del oxígeno generado por el generador, dispuestas en paralelo, que se comunican en su entrada con la salida del generador, y en su salida con un uso que consume el oxígeno producido, y por otra parte de un sistema de control que permite al menos adaptar el caudal y/o la presión del oxígeno producido a la demanda de caudal y/o presión del uso.

20

Este sistema de control comprende al menos un módulo de control de las dos capacidades tampón, que asegura al menos las funciones siguientes:

25

(a) el almacenamiento en una de las capacidades tampón, llamada nominal, de una reserva nominal de oxígeno que permite el mantenimiento, durante una duración nominal, de una presión de salida de oxígeno llamada nominal, y/o de un caudal de salida de oxígeno llamada nominal,

30

(b) el almacenamiento en la otra de las capacidades tampón, llamada de punta, de una reserva de punta de oxígeno, superior o igual en cantidad a la reserva nominal, que permite el mantenimiento, durante una duración de punta, de una presión de oxígeno llamada de punta, superior o igual a la presión llamada nominal, y/o de un caudal de salida llamado de punta, superior o igual al caudal nominal,

35

(c) según la presión de oxígeno demandada, superior o igual a la presión nominal, e inferior o igual a la presión de punta, y/o según el caudal de oxígeno demandado, superior o igual al caudal nominal, e inferior o igual al caudal de punta, una toma en salida de la capacidad nominal y/o de la capacidad de punta,

40

(d) el pilotaje del generador para generar y realimentar en continuo, en oxígeno, la capacidad nominal y/o la capacidad de punta.

45

La presente invención se describe a continuación con referencia a los dibujos anexos, en los que:

50

- la figura 1 representa de manera esquemática una instalación completa de producción de oxígeno, que funciona según un procedimiento, en particular de control, según la invención,

55

- la figura 2 representa de manera esquemática una celda electroquímica que pertenece a un generador comprendido en la instalación representada en la figura 1,

60

- la figura 3 representa más en particular una membrana cerámica que pertenece a una celda electroquímica como la representada en la figura 2, y esto de manera esquemática.

Conforme a la figura 1, una instalación según la presente invención incluye esencialmente:

65

- un generador 3, que genera en su salida 4 oxígeno, a partir de aire introducido en su entrada 5; así como otros diferentes componentes o circuitos descritos a continuación, asociados a este generador,

70

- dos capacidades tampón 6 y 7 de almacenamiento del oxígeno generado por el generador, dispuestas en paralelo, que se comunican cada una en su entrada con la salida 4 del generador 3, y cada una en su salida con un uso (9, 10) que consume el oxígeno producido 1, y

75

- un sistema 8 de control, o controlador, que permite de manera general, al menos adaptar el caudal y/o la presión del oxígeno producido a la demanda de caudal 9 y/o presión 10 del uso; este sistema 8 de control comprende al menos un módulo 81 de control de las dos capacidades tampón 6 y 7, así como un módulo 82 de control del generador 3, pilotado por el módulo de control 81 de las dos capacidades tampón 6 y 7.

En total, con la instalación según la figura 1, se produce, en continuo, oxígeno 1, o un gas enriquecido en oxígeno, a presión, a partir de aire 2 introducido en la instalación.

ES 2 317 175 T3

Como se muestra en las figuras 1 y 2, el generador 3 es del tipo membrana cerámica y comprende una o varias celdas electroquímicas 11 de generación de oxígeno. Cada celda electroquímica 11 comprende una o varias membranas cerámicas 12, que tienen cada una la forma de un tubo cerrado en un extremo, dispuestas cada una entre un cátodo 15 y un ánodo 16. En funcionamiento, es decir, a alta temperatura, una fuente eléctrica 20 permite hacer pasar una corriente eléctrica, controlada en tensión y/o intensidad, entre los cátodos 15 y ánodos 16. Las conexiones eléctricas para cada tubo van del ánodo interno 16 (borne positivo para un generador electroquímico) hacia el cátodo externo 15 (borne negativo para un generador electroquímico) del tubo siguiente, etc.; el generador se une a un conector de salida 34 en el primer tubo por el cátodo externo y a un conector de salida 33 en el último tubo por el ánodo interno. El conjunto de las membranas cerámicas 12 de forma tubular se dispone en un horno 30 calentado en el interior por cualquier medio 13 apropiado, como una resistencia eléctrica. El interior del horno se alimenta con aire 5 mediante un distribuidor 31 en el exterior de las diferentes membranas cerámicas 12 en el recinto del horno. El aire se precalienta dentro o fuera del horno. El oxígeno producido se toma del interior de las diferentes membranas cerámicas 12, para ser recogido por un colector 32 y ser evacuado en 4. El aire empobrecido en oxígeno, que constituye una descarga 19, es evacuado del interior del horno 11. Por medio de ello, cada membrana cerámica 12 es alimentada con aire 5 en el lado del cátodo 15, y con evacuación 4 de oxígeno en el lado del ánodo 16.

El generador 3 puede incluir varias celdas electroquímicas 11, o montadas en serie, como se muestra en la figura 2, y alimentadas a continuación por una única y misma fuente de corriente eléctrica 20, o montadas en paralelo, lo cual no se representa, y alimentadas respectivamente por varias fuentes de corriente eléctrica individuales.

La figura 3 representa, a escala aumentada, de manera esquemática, y en corte axial, una membrana cerámica 12 que pertenece a una celda electroquímica 11 como la descrita anteriormente, conformada según un tubo de extremo superior cerrado, y equipada en su cátodo 15 y su ánodo 16, con hilos de contacto y recogida eléctrica apropiados.

Como se muestra en la figura 1, entre la entrada de aire 2 y la entrada 5 del generador 3 se disponen sucesivamente:

- un ventilador 35,
- un medio 21 de control o regulación del caudal másico de aire,
- un filtro 36, y
- un intercambiador de calor 37 con la descarga 19.

En la salida del generador 3 se disponen:

- en el circuito de salida 4 del oxígeno producido, hacia las capacidades tampón 6 y 7, un filtro 38 y un medio 23 de detección de la presión en las concentraciones en oxígeno, y
- en la salida de la descarga 19, hacia el intercambiador 37, un medio 24 de detección de la presión parcial o concentración de oxígeno.

Las dos capacidades tampón 6 y 7 de almacenamiento del oxígeno generado 4 en el generador 3, se disponen en paralelo, y se comunican cada una en su entrada con la salida 4 del generador 3, y en su salida con un uso 1 que consume el oxígeno producido, y se caracterizan, por una parte por un medio de control 9 del caudal másico, y por otra parte por un medio de control 10 de la presión del oxígeno producido, estando dichos medios gobernados por el usuario.

Más en particular, cada capacidad tampón 6 ó 7 funciona en modo “todo o nada”, por medio de lo cual toda variación del caudal de salida de dicha capacidad se traduce en una variación de presión en la capacidad. Para este fin, cada capacidad tampón 6 ó 7 está provista o equipada con:

- dos válvulas, una de entrada (61, 71) y la otra de salida (62, 72), gobernadas por el módulo de control 81,
- dos presostatos (63, 64; 73, 74) que enmarcan la presión en la capacidad, uno (63, 73) de umbral alto, y el otro (64, 74) de umbral bajo, unidos al módulo de control 81,
- un regulador (65, 75) de caudal másico en la salida de la capacidad, gobernado por el módulo de control 81,
- un captador (66, 76) de presión en la salida de dicha capacidad, unido al módulo de control 81, y
- un dispositivo de desbordamiento (67, 77) en la entrada de la capacidad, para su realimentación.

ES 2 317 175 T3

El módulo 81 de control de las dos capacidades tampón 6 y 7 asegura, por medio de un sistema de explotación y de una programación apropiada, las funciones siguientes:

5 (a) el almacenamiento en una 6 de las capacidades tampón, llamada capacidad nominal 6, de una reserva nominal de oxígeno que permite el mantenimiento, durante una duración nominal, de una presión de salida de oxígeno llamada nominal, en concreto P1, y/o de un caudal de salida llamado nominal, en concreto D1,

10 (b) el almacenamiento en otra de las capacidades tampón, llamada capacidad de punta 7, de una reserva de punta de oxígeno, superior o igual en cantidad a la reserva nominal de la capacidad 6, que permite el mantenimiento, durante una duración de punta, de una presión de salida de oxígeno, llamada de punta, en concreto P2, superior o igual a la presión llamada nominal, en concreto P1, y/o de un caudal de salida llamado de punta, en concreto D2, superior o igual al caudal nominal, en concreto D1,

15 (c) según la presión de oxígeno demandada, en concreto P, fijada o visualizada en el captador 10, que es superior o igual a la presión nominal P1, e inferior o igual a la presión de punta P2, y/o según el caudal de oxígeno demandado, visualizado o fijado en el regulador de caudal 9, que es superior o igual al caudal nominal D1, e inferior o igual al caudal de punta D2, una toma en salida de la capacidad nominal 6 y/o de la capacidad de punta 7,

20 (d) el pilotaje del generador 3, por medio del módulo de control 82, asociado al módulo 81, para generar y reabastecer en continuo, en oxígeno, la capacidad nominal 6 y/o la capacidad de punta 7.

Por su parte, el módulo 81 de control del generador 3 gobierna, bajo la dependencia del módulo 82, al menos uno de los parámetros operativos siguientes:

- 25
- el caudal másico de aire que alimenta la o las membranas cerámicas 12, por medio del regulador de caudal 21,
 - la corriente eléctrica 20 que circula entre los ánodos 16 y cátodos 15, y en tensión y/o intensidad,
 - 30 - la temperatura de calentamiento de la o las membranas cerámicas 12, y ello gracias al medio de calentamiento 13.

35 El módulo de control 82 del generador 3 gobierna este último igualmente en función de la concentración de oxígeno, corriente abajo desde el ánodo 16, gracias al analizador 23, y/o de la concentración de oxígeno de la descarga 19, corriente abajo desde el ánodo 16, medida por el analizador 24.

40 Gracias al medio de control definido anteriormente, del generador 3 en relación con las capacidades tampón 6 y 7, se puede obtener una pureza del oxígeno producido 1, superior al 99%, y/o con una presión comprendida entre 1 y 50 bares (100 a 5000 kPa).

Según una configuración preferida, el módulo de control 82 del generador 3 controla al menos uno de los parámetros siguientes por defecto del generador 3, en concreto:

- 45
- el caudal de alimentación de aire, controlado por el regulador 21,
 - la potencia eléctrica de la fuente 20, suministrada entre ánodo 16 y cátodo 15,
 - 50 - el calentamiento, por los medios 13, de la membrana cerámica 12,
 - la presión de oxígeno en el lado del cátodo 15,
 - la pureza del oxígeno en el lado del ánodo 16.
- 55

60 Los rendimientos de un procedimiento de producción de oxígeno según la invención se pueden ilustrar con referencia a los gráficos de las figuras 4 a 7, eligiendo como parámetro operativo, y así pues como variable controlada, la intensidad de la corriente eléctrica 20 que circula entre el ánodo 16 y el cátodo 15 del generador 3.

Conforme a la figura 4, se han realizado ensayos en más de 7 meses, produciendo un caudal de 1 NI/mn, a una presión de 10 bares (1000 kPa), con una pureza del 99,9999%. Según la figura 5, se observa una estabilidad de la tensión, en al menos 250 días, con una degradación de menos del 1% del caudal.

65 Conforme a las figuras 5, 6 y 7, las letras D, P e I identifican respectivamente el caudal de oxígeno producido, la presión de oxígeno producido y la intensidad de la corriente que circula entre cátodo 15 y ánodo 16.

ES 2 317 175 T3

Con las mismas convenciones que anteriormente, las figuras 5 a 7 ilustran los diferentes modos de funcionamiento permitidos con un procedimiento según la invención.

5 En la figura 5 el usuario trabaja en consumo nominal a un caudal D_1 y a una presión P_1 . Tiene necesidad, durante un tiempo t , de un consumo de punta a un caudal D superior a D_1 , pero a una presión P igual a la presión P_1 . La producción de oxígeno a presión P_2 , igual a P_1 , y a caudal D_2 superior a D_1 , contenido previamente en reserva en la capacidad de punta 7 llega entonces en complemento de la producción de oxígeno de la capacidad nominal 6.

10 En la figura 6 se representa otro ejemplo de las flexibilidades del procedimiento según la invención.

El usuario tiene necesidad esta vez, durante un tiempo t' , de una presión P superior a P_1 , pero a un caudal D igual a D_1 . La producción de oxígeno proviene entonces únicamente de la reserva de punta 7, habiéndose definido previamente el consumo de punta.

15 Según la figura 7, el usuario consume puntualmente un caudal D muy superior a D_1 , y a una presión P bien superior a P_1 ; entonces se implementa la capacidad de punta 7.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 317 175 T3

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de oxígeno (1) o de un gas enriquecido en oxígeno, a presión, a partir de aire (2), o de un gas pobre en oxígeno, según el cual, para este fin, se dispone de un generador (3) que genera en su salida (4) oxígeno, a partir de aire introducido en su entrada (5), **caracterizado** porque, funcionando el generador en continuo, se dispone:

- de al menos dos capacidades tampón (6, 7) de almacenamiento del oxígeno generado por el generador, dispuestas en paralelo, que se comunican en su entrada con la salida del generador, y en su salida con un uso que consume el oxígeno producido, y

- de un sistema (8) de control que permite al menos adaptar el caudal y/o la presión del oxígeno producido, a la demanda por caudal (9) y/o presión (10) del uso;

comprendiendo dicho sistema de control (8) al menos un módulo (81) de control de las dos capacidades tampón (6, 7), que asegura las funciones siguientes:

(a) el almacenamiento en una (6) de las capacidades tampón, llamada nominal, de una reserva nominal de oxígeno que permite el mantenimiento, durante una duración nominal, de una presión de salida de oxígeno llamada nominal, y/o de un caudal de salida llamado nominal,

(b) el almacenamiento en otra (7) de las capacidades tampón, llamada de punta, de una reserva de punta de oxígeno, superior o igual en cantidad a la reserva nominal, que permite el mantenimiento, durante una duración de punta, de una presión de oxígeno llamada de punta, superior o igual a la presión llamada nominal, y/o de un caudal de salida llamada de punta, superior o igual al caudal nominal,

(c) según la presión (10) de oxígeno demandada, superior o igual a la presión nominal, e inferior o igual a la presión de punta, y/o según el caudal (9) de oxígeno demandado, superior o igual al caudal nominal, e inferior o igual al caudal de punta, una toma en salida de la capacidad nominal (6) y/o de la capacidad de punta (7),

(d) el pilotaje (82) del generador (3) para generar y realimentar en continuo con oxígeno la capacidad nominal (6) y/o la capacidad de punta (7).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque cada capacidad tampón (6, 7) funciona en modo “todo o nada”, por medio de lo cual toda variación del caudal de salida de dicha capacidad se traduce en una variación de presión en dicha capacidad.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque cada capacidad (6, 7) tampón está provista de:

- dos válvulas, una de entrada (61, 71) y la otra de salida (71, 72), gobernadas por el módulo de control (81),

- dos presostatos (63, 64; 73, 74) que enmarcan la presión en la capacidad, uno (63, 73) de umbral alto, y el otro (64, 74) de umbral bajo, unidos al módulo de control (81),

- un regulador (65, 75) de caudal másico en la salida de dicha capacidad, gobernado por el módulo de control (81),

- un captador (66, 76) de presión en la salida de dicha capacidad, unido al módulo de control (81), y

- un dispositivo de desbordamiento (67, 77) en la entrada de dicha capacidad, para su realimentación.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema de control (8) comprende un módulo de control (82) del generador (3), pilotado por el módulo de control (81) de las dos capacidades tampón (6, 7).

5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el generador (3) comprende al menos una celda electroquímica (11) de generación de oxígeno, que comprende al menos una membrana cerámica (12), llevada por calentamiento (13) a temperatura elevada, dispuesta entre un cátodo (15) y un ánodo (16), alimentada por aire en el lado del cátodo, y con evacuación (4) de oxígeno en el lado del ánodo, y el módulo (82) de control del generador pilotado por el módulo de control (81) de las capacidades tampón (6, 7) gobierna al menos uno de los parámetros operativos siguientes:

- el caudal másico de aire que alimenta (21) la membrana cerámica (12),

- la corriente eléctrica (20) que circula entre el ánodo (16) y el cátodo (15), en tensión y/o intensidad,

- la temperatura de calentamiento (13) de la membrana cerámica (12).

ES 2 317 175 T3

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el módulo de control (82) del generador gobierna este último igualmente en función de la concentración (23) de oxígeno, corriente abajo desde el ánodo (16), y/o de la concentración (24) de oxígeno de la descarga (19), corriente abajo desde el ánodo.

5 7. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el módulo de control (82) del generador (3) controla al menos uno de los parámetros siguientes por defecto del generador, en concreto:

- el caudal (21) de alimentación de aire,

10 - la potencia eléctrica (20) suministrada entre ánodo y cátodo,

- el calentamiento (13) de la membrana cerámica (12),

15 - la presión de oxígeno en el lado del ánodo (16),

- la pureza del oxígeno en el lado del ánodo (16).

8. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el generador incluye varias celdas electroquímicas (11), o montadas en serie, y alimentadas entonces por una única y misma fuente de corriente eléctrica, o montadas en paralelo, y alimentadas respectivamente por varias fuentes de corriente eléctrica.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el control del generador (3), en relación con el de las capacidades tampón (6, 7), está regulado para obtener una pureza de oxígeno producido superior al 99%.

25 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el control del generador (3), en relación con el de las capacidades tampón (6, 7), está regulado para obtener una presión de oxígeno producido, comprendida entre 1 y 50 bares (100 a 5000 kPa).

30

35

40

45

50

55

60

65

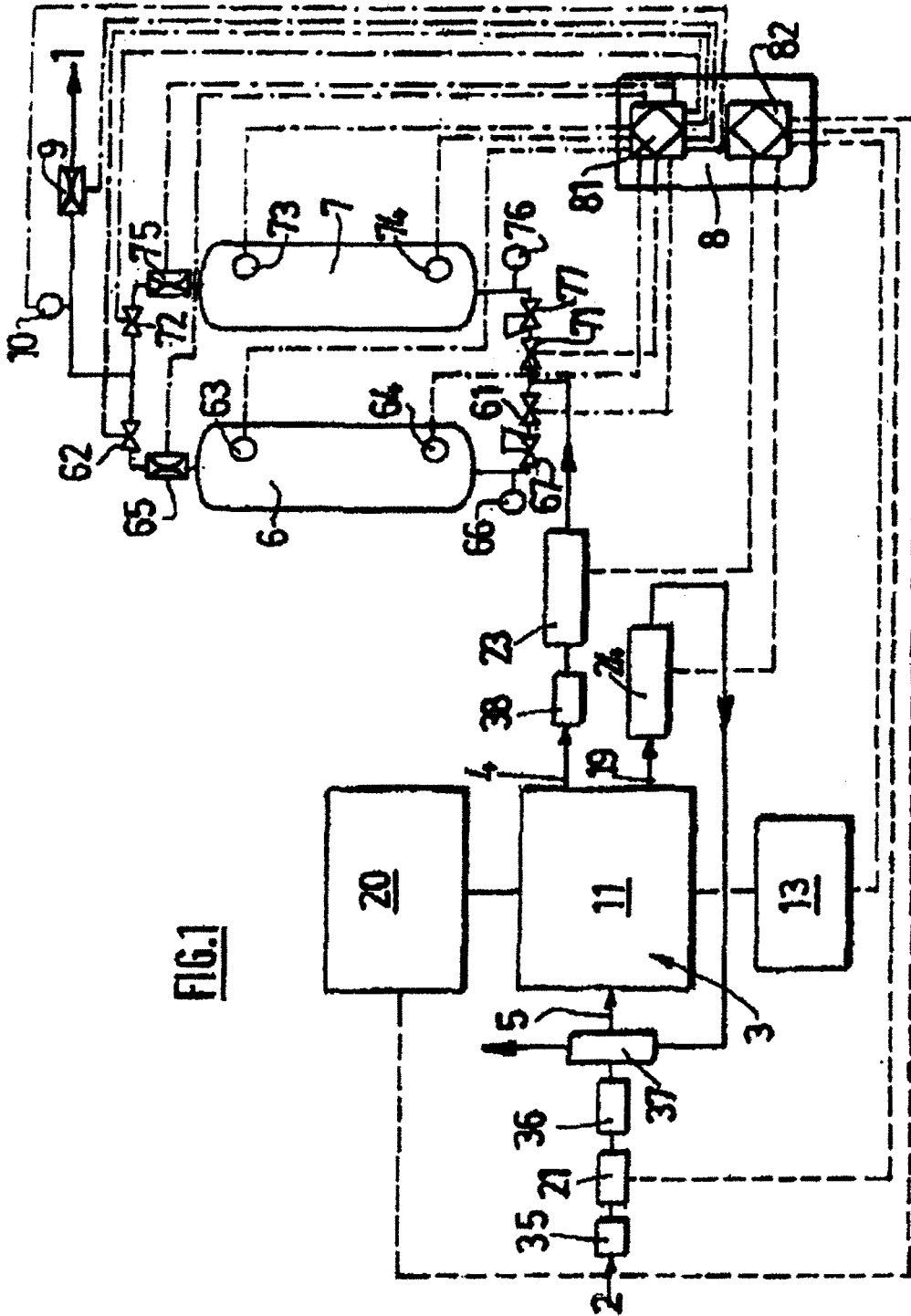


FIG. 1

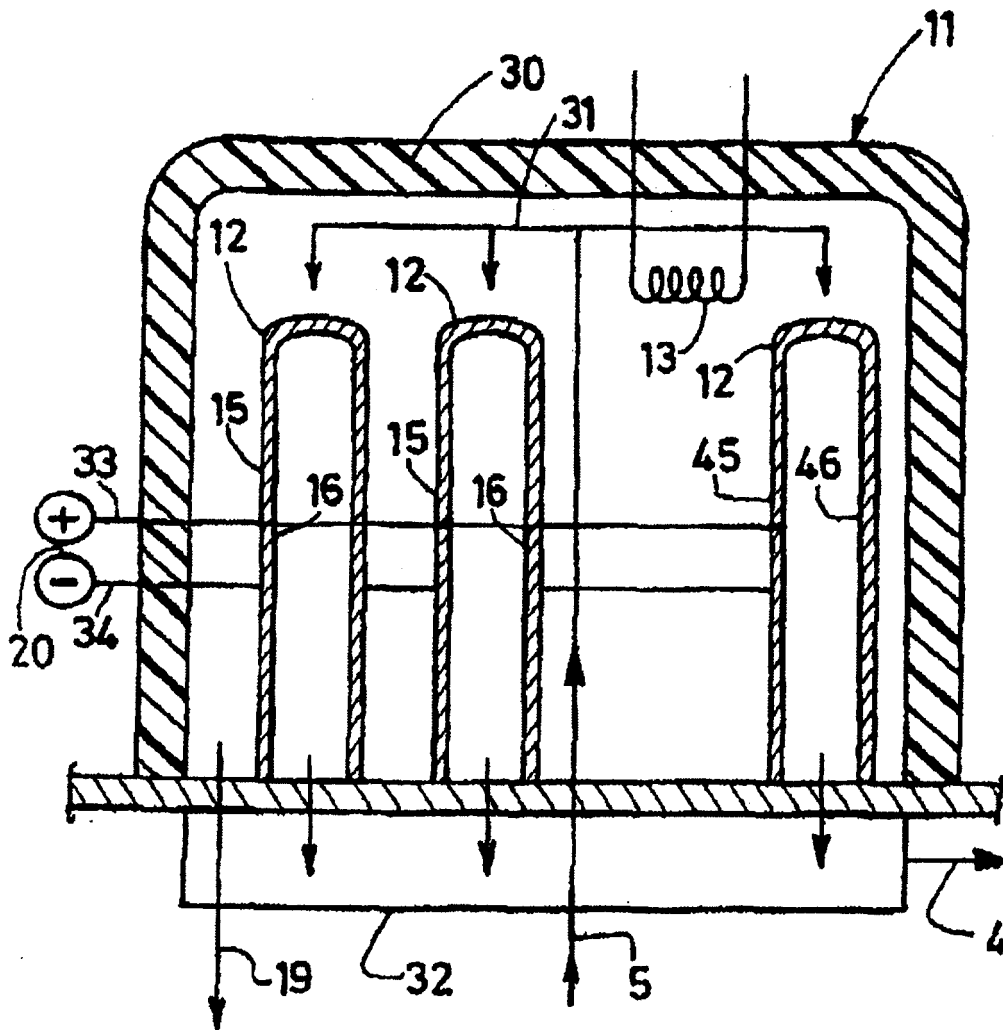


FIG.2

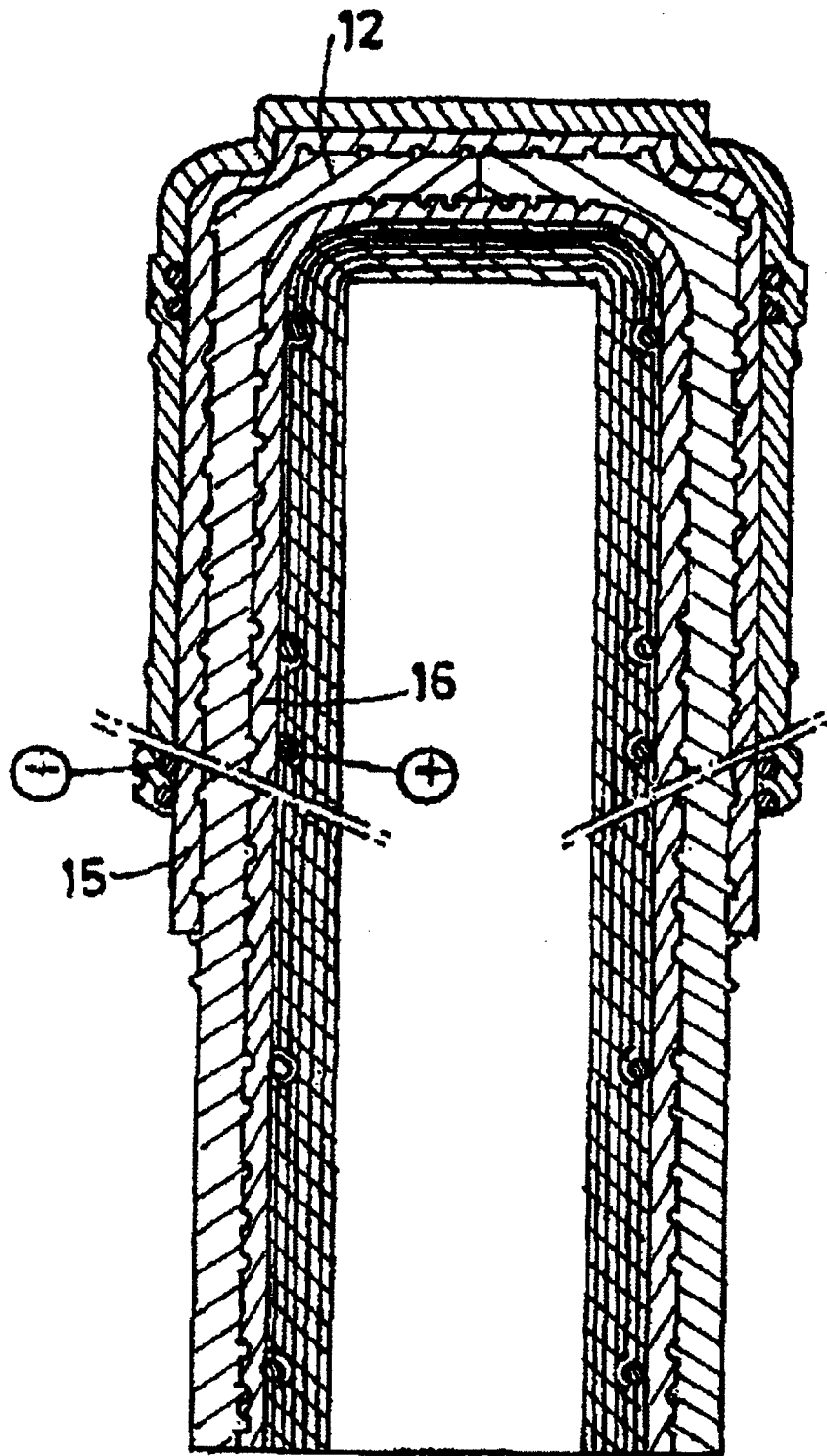


FIG.3

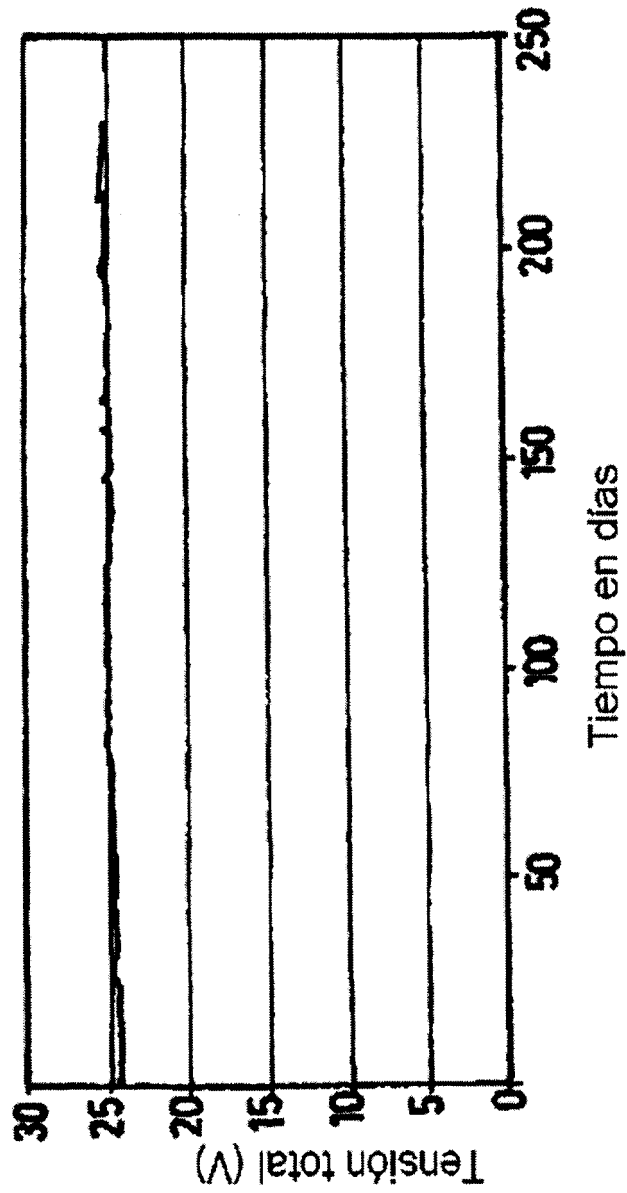


FIG. 4

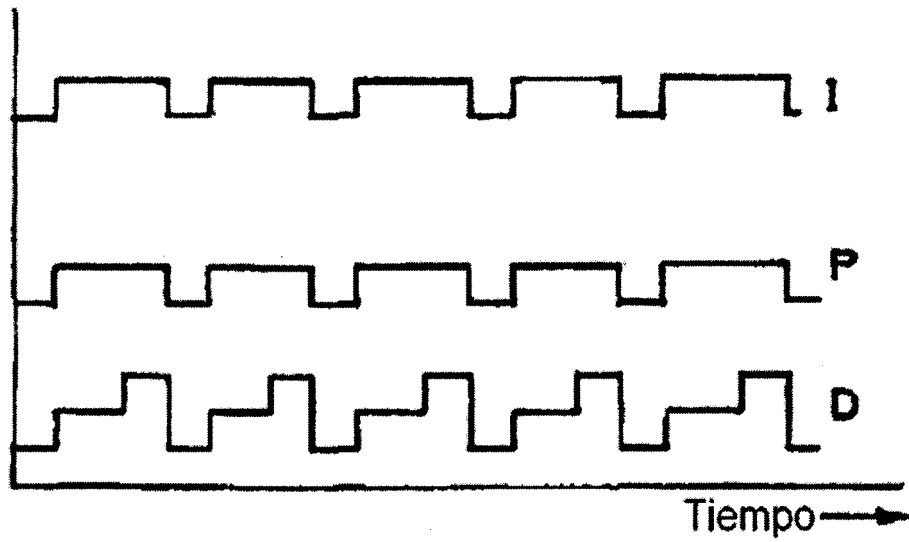


FIG. 5

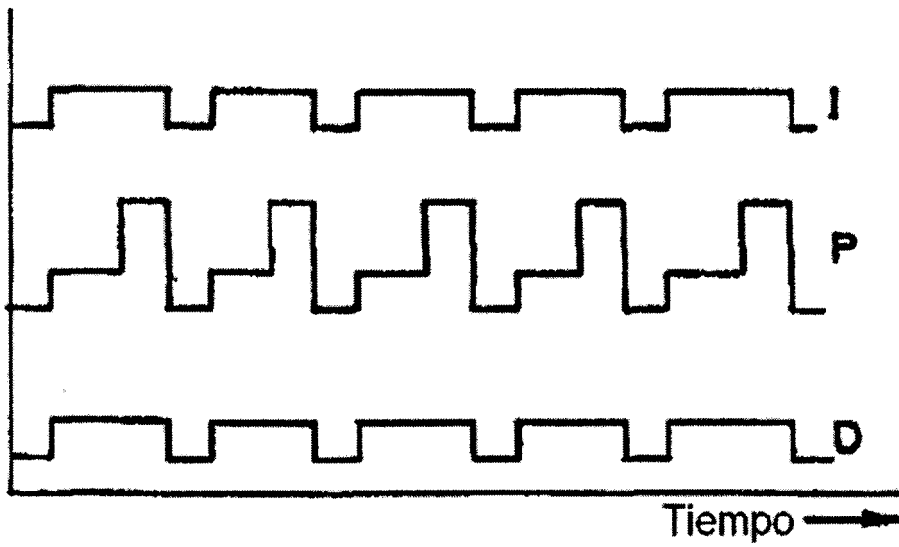


FIG. 6

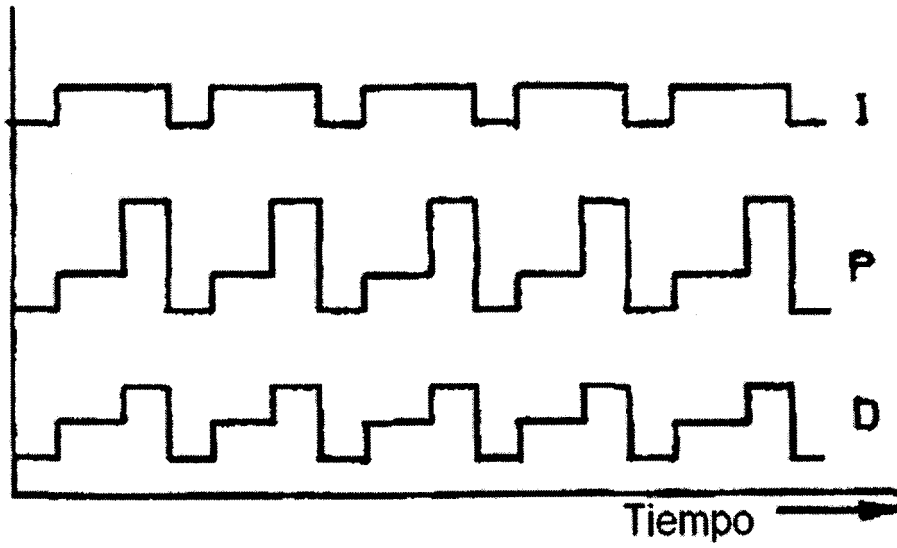


FIG.7