

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 057**

51 Int. Cl.:

C25C 7/02 (2006.01)

C25C 7/06 (2006.01)

C25C 7/00 (2006.01)

C25C 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2012 PCT/EP2012/067970**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13037899**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2012 E 12761591 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2756115**

54 Título: **Sistema fijo de detección continua de la distribución de corriente en celdas electrolíticas interconectadas**

30 Prioridad:

16.09.2011 IT MI20111668

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

01.03.2018

73 Titular/es:

**INDUSTRIE DE NORA S.P.A. (100.0%)
Via Bistolfi 35
20134 Milano, IT**

72 Inventor/es:

PRADO, FELIX

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 657 057 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 fijo de detección continua de la distribución de corriente en celdas electrolíticas interconectadas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una barra colectora eléctrica que comprende asientos electródicos para acomodar una multiplicidad de electrodos en contacto con ella. Unas sondas para medir el potencial eléctrico localmente instaurado en correspondencia con las áreas de contacto al pasaje de la corriente eléctrica están también conectadas a la barra colectora. La invención se refiere igualmente a un sistema de monitorización fijo que permite evaluar en continuo la distribución de la corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas de plantas de electroextracción o electrorrefinación de metales.

15 **Antecedentes de la invención**

La corriente alimentada a las plantas electroquímicas, con referencia particular a las plantas de electroextracción o electrorrefinación de metales, puede ser repartida a los electrodos individuales de las celdas de una forma muy diversificada y no homogénea, que afecta negativamente a la producción. Esta clase de fenómenos puede producirse por una cantidad de razones diferentes. Por ejemplo, en el caso particular de las plantas de electroextracción o electrorrefinación de metales, los electrodos con polaridad negativa (cátodos) son frecuentemente retirados de sus asientos para permitir la cosecha del producto depositado sobre su superficie, para ser reposicionados después para el siguiente ciclo de producción. Esta manipulación frecuente, que normalmente se realiza sobre un número elevado de cátodos, muchas veces comporta un reposicionamiento imperfecto sobre las barras colectoras y contactos eléctricos no ideales, también debido a la posible formación de escamas sobre los relativos asientos. Es también posible que la deposición del producto se desarrolle de una forma irregular sobre el electrodo, con formación de gradientes de masa de producto, que modifican el perfil de las superficies catódicas. Cuando pasa esto, se establece una condición de desequilibrio eléctrico debido a que la distancia entre ánodo y cátodo se vuelve inconstante a lo largo de la superficie: la resistencia eléctrica, que es una función de la distancia entre cada pareja ánodo-cátodo, se vuelve variable empeorando el problema de la desigualdad en la distribución de la corriente.

La corriente por lo tanto puede ser repartida a cada electrodo en cantidades diferentes, debido a los contactos eléctricos defectuosos de los mismos electrodos con las barras colectoras así como a la alteración del perfil superficial de los cátodos. Además, hasta el simple desgaste de los ánodos puede afectar la distribución de la corriente.

Estas faltas de homogeneidad en la distribución de la corriente pueden conducir a fenómenos de cortocircuito entre ánodo y cátodo. En el caso de un cortocircuito, la corriente tiende a concentrarse sobre el cátodo cortocircuitado sustrayendo corriente a los demás cátodos obstaculizando seriamente la producción, que no puede restablecerse hasta que el cátodo cortocircuitado sea desconectado de la celda.

Además de causar una pérdida de calidad y de capacidad productiva, una distribución de corriente irregular puede poner en peligro la integridad y la duración de los ánodos de moderna concepción fabricados a partir de mallas de titanio.

En las plantas industriales, en razón del alto número de celdas y electrodos presentes, la tarea de individuar irregularidades en la distribución de la corriente es muy compleja. Una determinación tal comporta en efecto millares de mediciones manuales, efectuadas por los operadores por medio de detectores de infrarrojos o magnéticos. En el caso específico de las plantas de electro-extracción o electrorrefinación de metales, los operadores ejecutan estas determinaciones en un ambiente muy caliente y en presencia de neblina acida, prevalentemente por ácido sulfúrico.

Además, los equipos manuales convencionales utilizados por los operadores, tales como gausímetros o instrumentos con sensores de infrarrojos, permiten localizar sólo desequilibrios grandes en la distribución de la corriente, porque lo que realmente detectan son desbalances asociados con el campo magnético o con variaciones térmicas.

Estos sistemas manuales o semimanuales tienen la desventaja de no operar en continuo, permitiendo ejecutar sólo unos controles ocasionales, además de ser muy costosos.

Se conocen unos sistemas inalámbricos para el monitoreo de las celdas que, a pesar de ser fijos y operar en continuo, nada más pueden detectar variaciones de voltaje y temperatura para cada celda y no para cada electrodo individual. Por las razones antes explicadas, estas informaciones son de escasa precisión y globalmente insuficientes. Además, hay proyectos en fase de desarrollo dirigidos a la detección en continuo de la corriente proporcionada a los cátodos individuales por medio de sensores de corriente fijos que están basados sobre el efecto Hall: estos sensores son componentes activos que requieren una fuente de energía externa de grandes dimensiones, por ejemplo un conjunto muy grande de baterías.

Están conocidos también unos sistemas basados sobre sensores magnéticos, que sin embargo no ofrecen una precisión suficiente de medida.

5 Por estas razones, existe la necesidad en la industria de un sistema técnicamente y económicamente idóneo para monitorear de manera fija y continua la distribución de la corriente a todos los electrodos instalados en una planta de electroextracción o electrorrefinación de metales. Se describen una barra colectora que recolecta corriente para las celdas de una planta de electroextracción o electrorrefinación y un sistema para monitorizar la distribución de corriente en el documento WO2009/016190 A2.

10 **Sumario de la invención**

15 La presente invención permite monitorear en continuo la distribución de corriente de millares de electrodos en plantas electroquímicas, por ejemplo de electroextracción o electrorrefinación de metales, sin usar componentes activos con alimentación externa y sin necesitar de operadores que efectúen mediciones manuales en ambientes no saludables, reportando el malfuncionamiento de uno o más electrodos específicos a través de un sistema de alarma.

La invención además permite cortar la corriente eléctrica entre la barra colectora y un electrodo individual a través de medios de interrupción del contacto eléctrico.

20 La ausencia de componentes electrónicos activos tales como sensores de infrarrojos o magnéticos proporciona un sistema mucho más barato y virtualmente sin mantenimiento.

Varios aspectos de la invención están presentados en las reivindicaciones adjuntas.

25 Bajo un aspecto, la invención se refiere a una barra colectora de corriente eléctrica para celdas electroquímicas, por ejemplo celdas aptas para plantas electrometalúrgicas, que consiste en un cuerpo principal alargado que tiene resistividad homogénea, que comprende unos alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y/o catódicos opcionalmente removibles espaciados homogéneamente, la barra colectora de corriente comprendiendo también unas sondas para detectar el potencial eléctrico conectadas a la barra colectora por unos medios de sujeción en correspondencia de los contactos eléctricos que se establecen entre la barra colectora y los electrodos alojados sobre ella.

30 El término alojamiento es utilizado en el contexto de la presente solicitud para indicar un asiento apto para acomodar y soportar ánodos y cátodos y al mismo tiempo favorecer un contacto eléctrico óptimo y opcionalmente re movable entre electrodo y barra colectora.

35 Los inventores han observado que seleccionando materiales apropiados para la barra colectora de corriente caracterizados por una resistividad constante en todas direcciones, geometrías bien definidas de los alojamientos electródicos proporcionados sobre la barra colectora y contactos eléctricos adecuados entre barra colectora y electrodos, la repartición de la corriente eléctrica a los electrodos puede ser puesta en relación directa con los valores de diferencia de potencial que se pueden detectar sobre las barras colectoras.

40 En una forma de realización, la barra colectora de corriente está equipada con alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente removibles dispuestos de manera tal que queden homogéneamente espaciados alternadamente en la dirección longitudinal.

45 En otra forma de realización, la barra colectora de corriente está equipada con alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente removibles dispuestos de manera tal que queden homogéneamente espaciados en la dirección longitudinal de los dos lados opuestos con respecto a la anchura de la barra.

Se ha observado también que en un sistema ideal de repartición de cantidades homogéneas de corriente entre todos los electrodos, la diferencia de potencial resulta constante para cada pareja de electrodos adyacentes.

50 En el contexto de la presente solicitud, el término alojamiento provisto de contactos eléctricos removibles es utilizado para significar un asiento apto para alojar un electrodo (ánodo o cátodo) acoplado con medios para desconectar el contacto eléctrico entre electrodo y barra colectora, por ejemplo un aparato que comprende un resorte.

55 Las barras colectoras de corriente pueden ser producidas según diferentes formas con los alojamientos dispuestos a la misma distancia a lo largo de la longitud de la barra; en una forma de realización, las barras pueden tener una anchura suficiente como para permitir posicionar los alojamientos alternativamente de los dos lados opuestos a lo largo de la longitud de la barra.

60 Bajo otro aspecto, la invención se refiere a una planta que comprende una multiplicidad de celdas electrolíticas conectadas recíprocamente en serie eléctrica por medio de barras colectoras de corriente que comprenden unos alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente removibles. Las barras

colectoras además comprenden unas sondas para detectar el potencial eléctrico conectadas a ellas por unos medios de sujeción en correspondencia de los contactos eléctricos opcionalmente removibles.

5 Bajo un aspecto ulterior la invención se refiere a un sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolítica como antes descrito que comprenden unas barras colectoras de corriente provistas de alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente removibles que comprenden unas sondas para detectar el potencial eléctrico conectadas a las barras colectoras de corriente por unos medios de sujeción; un sistema de computación de datos analógico o digital que permite obtener valores de intensidad de corriente relativos a cada cátodo o ánodo individual conectado a un dispositivo de alarma; 10 comprendiendo además un procesador apto para comparar las mediciones de intensidad de corriente proporcionada por el sistema de computación a un conjunto de valores críticos predefinidos para cada ánodo y cátodo y para activar el dispositivo de alarma cada vez que la intensidad de corriente calculada resurte no conforme a dicho valor crítico predefinido para cualquier ánodo o cátodo.

15 Bajo otro aspecto más, la invención se refiere a un sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas como antes descrito que comprenden unas barras colectoras de corriente provistas de alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente re movibles que comprenden unas sondas para detectar el potencial eléctrico conectadas a las barras colectoras de corriente por unos medios de sujeción; un sistema de computación de datos analógico o digital que permite obtener valores de 20 intensidad de corriente relativos a cada cátodo o ánodo individual conectado a un dispositivo de control remoto para levantar electrodos individuales, opcionalmente provisto de uno o más resortes; comprendiendo además un procesador apto para comparar las mediciones de intensidad de corriente proporcionada por el sistema de computación a un conjunto de valores críticos predefinidos para cada ánodo y cátodo y para activar el dispositivo de levantamiento cada vez que la intensidad de corriente calculada resulte no conforme a dicho valor crítico predefinido para cualquier ánodo o cátodo, desconectando de tal manera el ánodo o cátodo individual no conforme. 25

De acuerdo con varias formas de realización, los medios de sujeción de las sondas a las barras colectoras de corriente pueden ser seleccionados entre el empernado y la soldadura; las sondas pueden consistir en cables o alambres. 30

La invención puede ser también practicada en el caso de celdas electrolíticas provistas de electrodos alimentados de un lado y apoyados sobre una barra adicional del otro lado. Dichas barras adicionales, normalmente denominadas barras equilibradoras, son independientes para los ánodos y los cátodos.

35 Algunas formas de realización de barras colectoras según la invención están descritas a continuación con referencia a los dibujos anexados, que tienen el mero propósito de ilustrar la disposición recíproca de los diferentes elementos en formas de realización particulares de la invención; en particular, los dibujos no serán interpretados como reproducciones en escala.

40 Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1 y 2 muestran un esbozo tridimensional de tres formas de realización posibles de la invención que comprenden una barra colectora de corriente, cátodos, ánodos, zonas de contacto electrodo/barra colectora, puntos de detección asociados a los contactos; 45 La figura 3 muestra un esquema de planta constituida por 3 celdas electrolíticas conectadas en serie, cada celda comprendiendo 5 ánodos y 4 cátodos; La figura 4 muestra un esquema que comprende una barra equilibradora. La figura 5 muestra la vista frontal de un electrodo en presencia de un contacto eléctrico con la barra colectora de corriente, con su respectivo detalle (5a) y un electrodo en ausencia de contacto eléctrico, con su respectivo detalle (5b). 50

Descripción detallada de los dibujos

55 En la figura 1 está mostrada una barra colectora de corriente con perfil geométrico variable 0, ánodos 1, zonas de contacto eléctrico electrodo/barra colectora 2, puntos de detección 3 asociados a los contactos eléctricos, cátodo 4.

En la figura 2 están mostrados una barra colectora de corriente 0, ánodos 1, zonas de contacto eléctrico electrodo/barra colectora 2, puntos de detección 3 asociados a los contactos eléctricos, cátodos 4.

60 En la figura 3 está mostrado un esquema de planta electrolítica constituida por 3 celdas electrolíticas (**Celda 1, Celda 2 y Celda 3**) conectadas en serie eléctrica, cada cual comprendiendo 5 ánodos (**Ánodo 1, Ánodo 2, Ánodo 3, Ánodo 4 y Ánodo 5**), 4 cátodos (**Cátodo 1, Cátodo 2, Cátodo 3 y Cátodo 4**), una barra colectora de corriente anódica (**BARRA COLECTORA 1**), una barra colectora de corriente catódica (**BARRA COLECTORA 4**), dos barras colectora de corriente bipolares (**BARRA COLECTORA 2 y BARRA COLECTORA 3**), flechas que indican la dirección de la corriente 6, puntos de detección del potencial (**a₂₁₋₂₅, k₂₁₋₂₄, a₃₁₋₃₅, k₃₁₋₃₄**). 65

En la figura 4 está mostrado un esquema de celda que comprende una barra equilibradora (**Nueva Barra Equilibradora de Ánodos**), flechas que indican la dirección de la corriente principal (**I Ánodo Y**), flechas que indican la dirección de la corriente de compensación (**I Ánodo de Equilibrio Y**).

5 La figura 5 muestra una vista frontal que comprende una barra colectora **0**, un electrodo **1** en contacto eléctrico con ella, medio para desconectar los contactos eléctricos **7** así como un detalle de la zona de contacto en presencia de un contacto eléctrico (5a) y un detalle de la misma en ausencia de contacto eléctrico (5b).

10 Algunos de los resultados más significativos conseguidos por los inventores están presentados en el ejemplo a continuación, que no deberá ser entendido como una limitación del alcance de la invención.

EJEMPLO

15 Una planta para electroextracción de cobre fue ensamblada de acuerdo con el esquema de la figura 3. Tres celdas electrolíticas, cada cual comprendiendo 5 ánodos hechos a partir de una malla de titanio revestida con una capa catalítica a base óxido de iridio y 4 cátodos de cobre, fueron conectados en serie eléctrica por medio de dos barras colectoras de corriente de cobre con asientos de forma trapezoidal para los ánodos y asientos de forma triangular para los cátodos (ver figura 1). 36 cables fueron entonces conectados por empernado a la barra colectora en correspondencia de los 36 contactos eléctricos generados (dos por cada electrodo). Los cables fueron a su vez
20 conectados a un registrador de datos equipado con un microprocesador y una memoria de datos, programado para activar una alarma cada vez que se detectara una discrepancia del 10 % con respecto a los datos pre-programados.

25 El método empleado para calcular la repartición de la corriente en este caso específico está basado en el modelo expresado por las siguientes fórmulas en donde la corriente I relativa a cada ánodo y cada cátodo de la celda 2 está dada por:

$$I (\text{ánodo } 1) = I'(k_{21}, a_{21})$$

$$I (\text{ánodo } 2) = I''(k_{21}, a_{22}) + I'(k_{22}, a_{22})$$

$$I (\text{ánodo } 3) = I''(k_{22}, a_{23}) + I'(k_{23}, a_{23})$$

$$I (\text{ánodo } 4) = I''(k_{23}, a_{24}) + I'(k_{24}, a_{24})$$

$$I (\text{ánodo } 5) = I''(k_{24}, a_{25})$$

$$I (\text{cátodo } 1) = I'(k_{31}, a_{31}) + I''(k_{31}, a_{32})$$

$$I (\text{cátodo } 2) = I'(k_{32}, a_{32}) + I''(k_{32}, a_{33})$$

$$I (\text{cátodo } 3) = I'(k_{33}, a_{33}) + I''(k_{33}, a_{34})$$

$$I (\text{cátodo } 4) = I'(k_{34}, a_{34}) + I''(k_{34}, a_{35})$$

45 con I' e I'' que identifican las corrientes que fluyen a través de porciones de barras colectoras comprendidas entre cada pareja de contactos eléctricos que unen cada cátodo y cada ánodo.

Para una celda genérica X valen entonces las siguientes relaciones:

$$I (\text{ánodo } Y) = I''[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + I'(k_{XY}, a_{XY})$$

$$I (\text{cátodo } Y) = I'[k_{(X+1)Y}, a_{(X+1)Y}] + I''[k_{(X+1)Y}, a_{(Y+1)(Y+1)}]$$

55 Debido a la homogeneidad del material y a la configuración de la barra colectora de corriente, el valor de la resistencia R entre dos contactos eléctricos consecutivos es el mismo.

Siendo V la diferencia de potencial entre dos contactos eléctricos genéricos, la relativa corriente es igual a 1/(RxV).

60 Si I_{tot} es la corriente total y están presentes cátodos y N + 1 ánodos por cada celda, entonces para una celda vale:

$$I_{tot} = \sum I(\text{ánodo } Y) \text{ con } Y \text{ que varía entre } 1 \text{ y } N+1 \text{ o } I_{tot} = \sum I(\text{cátodo } Y) \text{ con } Y \text{ que varía entre } 1 \text{ y } N+1.$$

A través de todas las celdas: I_{tot} = (1/R) x {ΣV[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + V (k_{XY}, a_{XY})} con Y que varía entre 1 y N+1, así que en cada celda: 1/R = I_{tot} / {ΣV[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + V (k_{XY}, a_{XY})} con Y que varía entre 1 y N+1.

65 La misma evaluación de 1/R puede ser efectuada a partir de las corrientes catódicas en una celda.

Tal operación es efectuada para cada una de las barras colectoras.

En particular, para el ánodo individual y el cátodo individual de una celda genérica X vale la siguiente relación:

$$I(\text{ánodo } Y) = 1/R \times \{V[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + V(k_{XY}, a_{XY})\}$$

$$I(\text{cátodo } Y) = 1/R \times \{V[k_{X(Y-1)}, a_{(X+1)Y}] + V[k_{(X+1)Y}, a_{(Y+1)(Y+1)}]\}$$

Un técnico versado en la materia puede utilizar otros modelos, como por ejemplo en el caso en que estén presentes barras equilibradoras.

En tal caso, con referencia a la figura 4, si I(B ánodo Y) es la corriente alimentada a los ánodos de la barra equilibradora con los ánodos apoyados del lado opuesto y con Y que varía entre 1 y con Y que varía entre 1 y b_x son los puntos de contacto entre barra equilibradora y ánodos, vale la relación siguiente:

$$I(\text{B ánodo } Y) = I[b_{X(Y+1)}, b_{XY}] - I[b_{XY}, b_{X(Y-1)}]$$

Indicando entonces con R_t , la resistencia de la porción de barra equilibradora interpuesta entre dos contactos eléctricos adyacentes, se obtiene la siguiente relación:

$$I(\text{B ánodo } Y) = 1/R_b \cdot \{V[b_{X(Y+1)}, b_{XY}] - V[b_{XY}, b_{X(Y-1)}]\},$$

y la corriente total a los ánodos será:

$$I(\text{corriente total ánodo } Y) = I(\text{ánodo } Y) + I(\text{B ánodo } Y).$$

La descripción anterior no se entenderá como limitativa de la invención, que puede ser practicada según diferentes formas de realización sin alejarse de sus objetivos, y cuyo alcance está unívocamente definido por las reivindicaciones anexas.

En la descripción y en las reivindicaciones de la presente solicitud, la palabra "comprender" y sus variaciones tal como "comprende" y "comprendido" no tienen el objetivo de excluir la presencia de otros elementos, componentes o etapas de proceso accesorias.

REIVINDICACIONES

1. Barra colectora de corriente para celdas de plantas electroquímicas que comprende:
- 5 - un cuerpo principal alargado de resistividad homogénea, comprendiendo dicho cuerpo alojamientos para uno o más contactos eléctricos opcionalmente removibles, estando dichos alojamientos homogéneamente espaciados;
- sondas para detectar el potencial eléctrico, estando dichas sondas conectadas a través de medios de sujeción a dicha barra colectora de corriente en correspondencia con dichos uno o más contactos eléctricos.
- 10 2. Barra colectora de corriente según la reivindicación 1, en la que dichos alojamientos para uno o más contactos eléctricos opcionalmente removibles están posicionados de manera alternada en la dirección longitudinal y homogéneamente espaciados.
- 15 3. Barra colectora de corriente según la reivindicación 1, en la que dichos alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos y catódicos opcionalmente removibles están posicionados de manera alternada en la dirección longitudinal y posicionados en lados opuestos del ancho de la barra colectora.
- 20 4. Planta electroquímica que comprende una multiplicidad de celdas electrolíticas, estando dichas celdas conectadas recíprocamente en serie eléctrica por medio de una barra colectora de corriente según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3.
- 25 5. Planta según la reivindicación 4, en la que dicha multiplicidad de celdas están conectadas en serie eléctrica:
- a una celda terminal anódica conectada al polo positivo de un rectificador por medio de una barra colectora de corriente provista de alojamientos para uno o más contactos eléctricos anódicos; y
- a una celda terminal catódica conectada al polo negativo de un rectificador por medio de una barra colectora de corriente provista de alojamientos para uno o más contactos eléctricos catódicos;
- 30 teniendo dicha barra colectora de corriente sondas para detectar el potencial eléctrico conectado a través de medios de sujeción a dicha barra colectora de corriente en correspondencia de dichos uno o más contactos eléctricos.
- 35 6. Barra colectora de corriente según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3 en la que dichos medios de sujeción están seleccionados entre el empernado y la soldadura.
- 40 7. Barra colectora de corriente según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3 en la que dichas sondas para detectar el potencial eléctrico son cables o alambres.
- 45 8. Sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas de plantas electroquímicas que comprende:
- barras colectoras de corriente según una de las reivindicaciones 1 a 7;
- medios de computación analógicos o digitales para medir valores de intensidad de corriente de cada electrodo individual a partir de valores de potencial eléctrico detectados por dichas sondas;
- un dispositivo de alarma conectado a cada electrodo;
- 50 - un procesador apto para comparar la medida de intensidad de corriente proporcionada por dichos medios de computación con un conjunto de valores críticos predefinidos para cada electrodo;
- medios para activar dicho dispositivo de alarma cada vez que dicha intensidad de corriente resulte no conforme a dicho valor crítico predefinido para cualquier electrodo.
- 55 9. Sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas de plantas electroquímicas según la reivindicación 8, que comprende:
- un dispositivo de alarma conectado a todos los electrodos;
- medios para activar dicho dispositivo de alarma cada vez que dicha intensidad de corriente resulte no conforme a dicho valor crítico predefinido para cualquier electrodo.
- 60 10. Sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas de plantas electroquímicas según las reivindicaciones 8 o 9, que comprende:
-dispositivos para levantar electrodos individuales;
-medios para activar dichos dispositivos de levantamiento cada vez que dicha intensidad de corriente resulte no conforme a dicho valor crítico predefinido para cualquier electrodo.

11. Sistema para monitorear en continuo la distribución de corriente en cada electrodo de celdas electrolíticas de plantas electroquímicas según la reivindicación 10, en el que dichos dispositivos de levantamiento comprenden al menos un resorte.

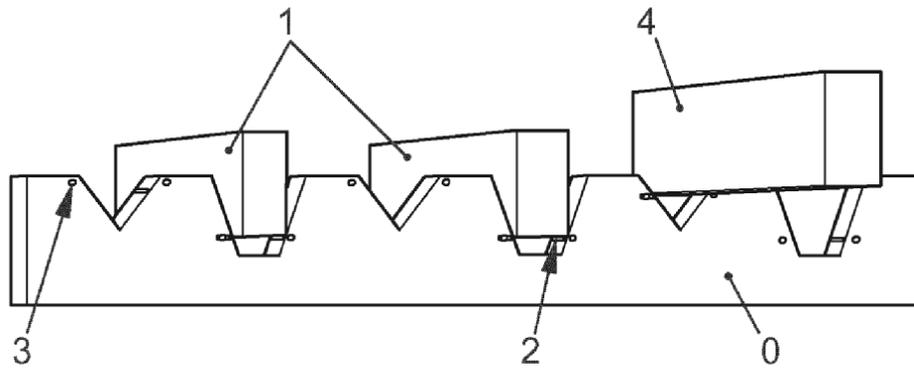


FIG. 1

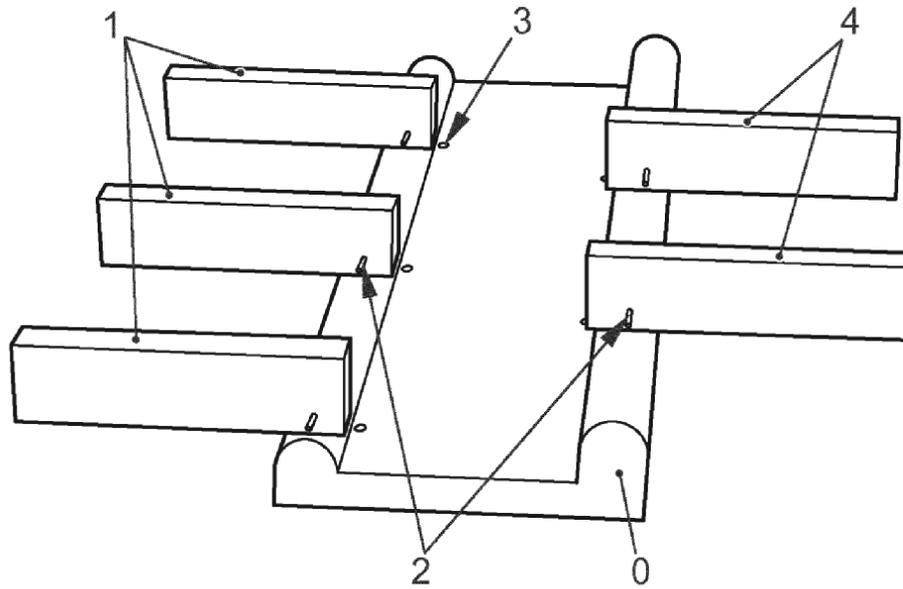


FIG. 2

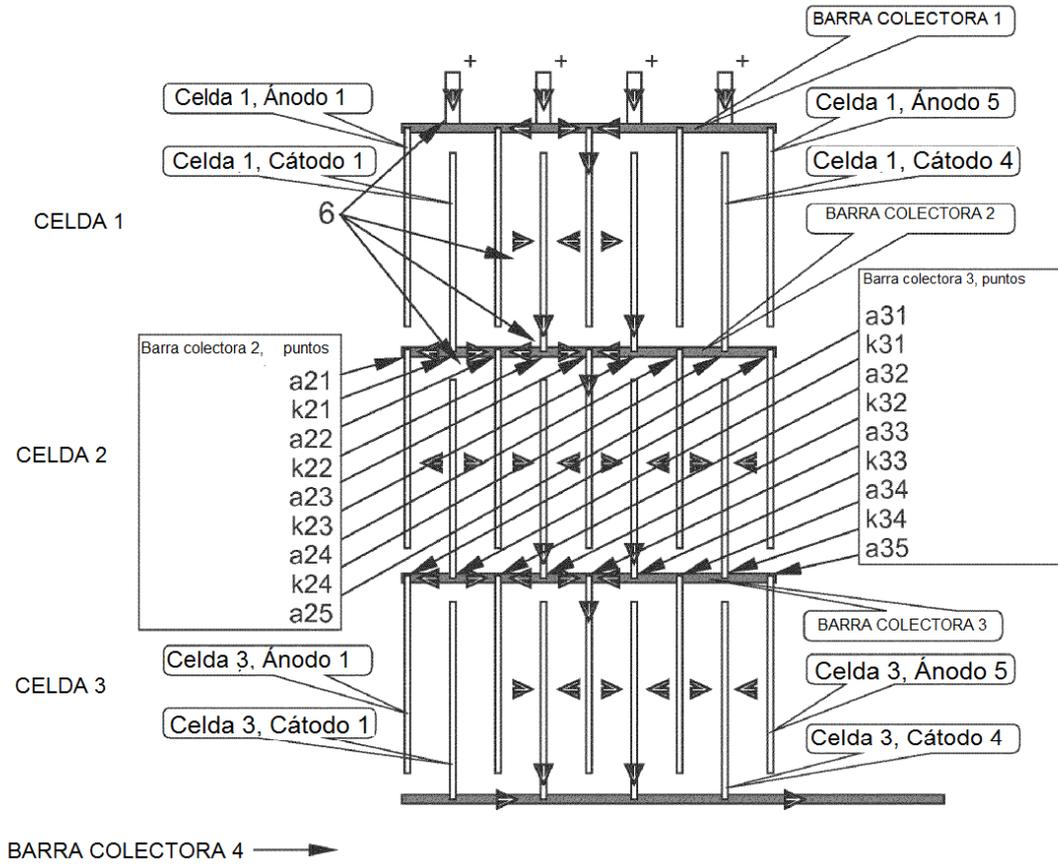


FIG. 3

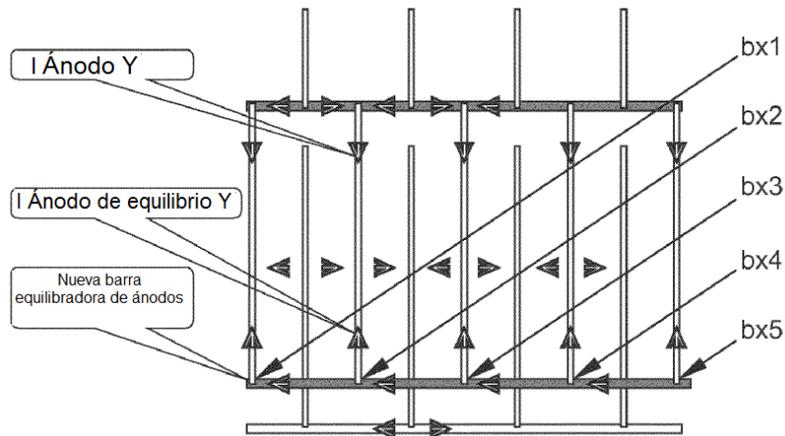


FIG. 4

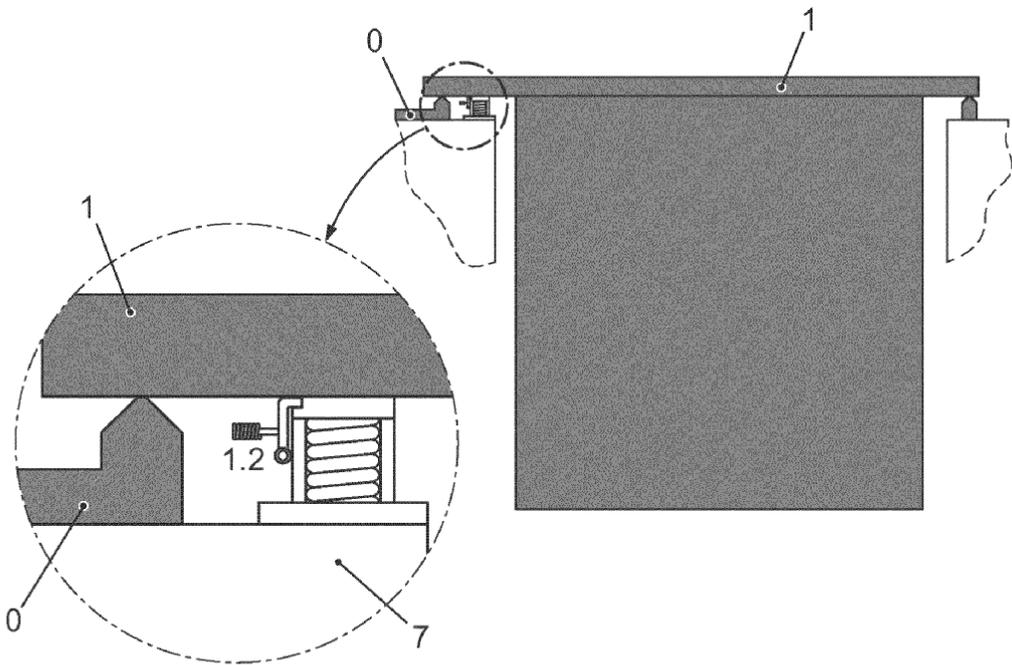


FIG. 5a

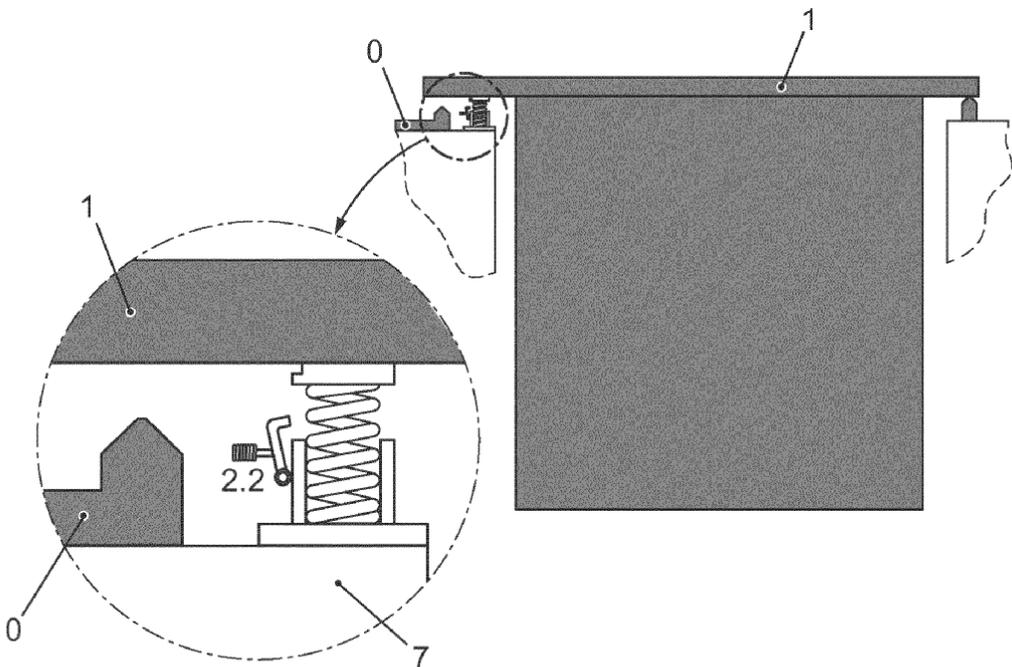


FIG. 5b