

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 535**

51 Int. Cl.:

C25C 7/02 (2006.01)

C25C 7/06 (2006.01)

C25C 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2014 PCT/EP2014/053322**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO2014128211**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2014 E 14705527 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2959038**

54 Título: **Dispositivo para monitorizar distribución de corriente en celdas electrolíticas interconectadas**

30 Prioridad:

20.02.2013 IT MI20130235

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

21.06.2017

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:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 618 535 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

Dispositivo para monitorizar distribución de corriente en celdas electrolíticas interconectadas

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un sistema para monitorizar distribución de corriente en celdas para aplicaciones electrometalúrgicas.

Antecedentes de la invención

10 La corriente suministrada a celdas de plantas electroquímicas, particularmente a celdas de plantas de extracción electrolítica o de refino electrolítico de metal, puede distribuirse de manera muy diversa entre los electrodos instalados en dichas celdas con consecuencias negativas en producción. Un fenómeno de este tipo puede ocurrir por muchas razones. Por ejemplo, en el caso particular de plantas de extracción electrolítica o de refino electrolítico de metal, los electrodos de polaridad negativa (cátodos) se extraen frecuentemente de sus asientos para permitir recoger el producto depositado sobre ellos, para colocarlos otra vez después en sus ubicaciones originales para un ciclo de producción posterior. Una manipulación frecuente de este tipo, que generalmente se lleva a cabo sobre un número muy grande de cátodos, a menudo conduce a una recolocación imperfecta en las barras de distribución colectoras de corriente respectivas dando lugar a contactos eléctricos peores que los ideales, también debido a posible ensuciamiento de los asientos. Adicionalmente, puede tener lugar deposición de producto en un modo irregular sobre la superficie de electrodo, con formación de gradientes de masa de producto alterando el perfil de superficie del cátodo. Siempre que esto ocurre, tiene lugar un estado de desequilibrio eléctrico debido a que el espacio entre el ánodo y el cátodo ya no es constante a lo largo de toda la superficie: la resistencia eléctrica, que es una función de la distancia entre cada par de ánodos y cátodos, se vuelve variable, agravando el problema de distribución de energía irregular.

20 Por tanto, la corriente puede distribuirse en diferentes extensiones a cada electrodo tanto debidos a malos contactos eléctricos entre los propios electrodos y las barras de distribución colectoras de corriente como a causa de alteraciones del perfil de superficie de los cátodos. Además, incluso el simple desgaste de ánodos puede afectar la distribución de corriente.

25 Estas inhomogeneidades en la distribución de corriente pueden conducir a cortocircuitos entre el ánodo y el cátodo. En este caso, la corriente tiende a concentrarse en las zonas de cortocircuito con severos daños de los ánodos enfrentados. Además, el cortocircuito ocasiona una concentración de corriente sobre el cátodo afectado, disminuyendo corriente a los cátodos restantes e impidiendo seriamente la producción, que no puede reanudarse hasta que se desconecte el cátodo cortocircuitado.

30 Una distribución de corriente desigual, además de generar una pérdida de calidad y capacidad de producción tal como se ha mencionado, también pondría en riesgo la integridad y vida útil de los ánodos de última generación obtenidos partiendo de mallas de titanio.

35 En plantas industriales, dado el alto número de celdas y electrodos presentes, la tarea de detectar irregularidades en la distribución de corriente es muy compleja. De hecho, tal medida implica miles de medidas manuales, llevadas a cabo por operarios a través de detectores magnéticos o infrarrojos. En el caso específico de instalaciones de extracción electrolítica o de refino electrolítico de metal, se realizan estas detecciones por el operario en un entorno a alta temperatura y en presencia de nieblas de ácido, que consisten principalmente en ácido sulfúrico.

40 Además, los dispositivos manuales convencionales usados por operarios, tales como gausímetros o instrumentos con sensores infrarrojos, solo permiten rastrear grandes desequilibrios de distribución de corriente, ya que en realidad detectan desequilibrios indirectos generados por variaciones de campo magnético o temperatura, que a su vez son una función de intensidad de corriente local.

45 Se conocen sistemas para la monitorización inalámbrica de celdas que, a pesar de ser permanentes y trabajar en continuo, solo detectan cambios en tensión y temperatura para cada celda y no para cada electrodo individual. Esta información, tal como se trató anteriormente, apenas es precisa y es globalmente insuficiente. Además, existen ahora proyectos de desarrollo que apuntan a la detección continua de corriente suministrada a cátodos individuales mediante sensores de corriente fija que dependen del efecto Hall: estos sensores son componentes activos que requieren un suministro de energía externa de gran tamaño, tal como un gran conjunto de baterías.

50 Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO 2009/016190 A2 describe un sistema para monitorizar, controlar y gestionar una planta de extracción electrolítica y de refino electrolítico usando circuitos o sensores electrónicos para medir variables de proceso tales como distribución de corriente a cátodos y ánodos de celdas electrolíticas.

También se conocen sistemas basados en sensores magnéticos, sin embargo no ofrecen una exactitud suficiente de medida.

5 En conclusión, estos sistemas manuales o semimanuales tienen la desventaja de no ser adecuados para un funcionamiento continuo que permite solo controles ocasionales; además, tienen la desventaja de poder mostrar solo variaciones de corriente de gran magnitud además de ser muy caros.

Por estas razones, la industria tiene la necesidad de un sistema técnica y económicamente viable para monitorizar de manera permanente y continua la distribución de corriente en todos los electrodos instalados en celdas de una planta de extracción electrolítica o de refino electrolítico.

Sumario de la invención

10 La presente invención permite monitorizar en continuo la distribución de corriente de miles de electrodos en plantas electroquímicas, por ejemplo en plantas de extracción electrolítica o de refino electrolítico de metal, sin usar componentes alimentados externamente y sin requerir la presencia de operarios para llevar a cabo medidas manuales en entornos insalubres, informando del mal funcionamiento de uno o más electrodos específicos a través de un sistema de alerta.

15 La ausencia de componentes electrónicos activos tales como sensores infrarrojos o magnéticos permite un sistema mucho más barato y virtualmente libre de mantenimiento.

Se exponen diversos aspectos de la invención en las reivindicaciones adjuntas.

20 Bajo un aspecto, la invención se refiere a un dispositivo para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador compuesto por al menos dos celdas de electrolisis adyacentes, conteniendo cada una, una multiplicidad de cátodos y ánodos, comprendiendo el dispositivo al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas que consiste en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea, comprendiendo el cuerpo alojamientos adecuados para soportar cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, estando los alojamientos distanciados de manera uniforme, la barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con al menos un elemento base compuesto de material aislante equipado con sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de los alojamientos de la barra de distribución colectora de corriente entre celdas.

El término alojamientos se usa en el presente documento para indicar asientos adecuados para albergar y soportar ánodos y cátodos, así como favorecer contactos eléctricos óptimos entre los electrodos y las barras de distribución.

30 Seleccionando materiales adecuados para barras de distribución colectoras de corriente caracterizados por conductividad constante en todas direcciones, geometrías bien definidas de alojamientos de electrodo proporcionados sobre las barras de distribución y contactos eléctricos adecuados entre barras de distribución y electrodos, la distribución de corriente eléctrica a los electrodos puede colocarse en correspondencia directa con valores de diferencia de potencial que pueden medirse sobre las barras de distribución colectoras de corriente.

35 Bajo otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador compuesto por al menos dos celdas de electrolisis adyacentes, conteniendo cada una, una multiplicidad de cátodos y ánodos, comprendiendo el dispositivo una barra de distribución de cátodo auxiliar, una barra de distribución de ánodo auxiliar y al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas dispuesta entre ellas, consistiendo las barras de distribución auxiliares y la barra de distribución entre celdas en cuerpos alargados de conductividad eléctrica homogénea, consistiendo la barra de distribución colectora de corriente entre celdas en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea que comprende alojamientos para soportar los cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, las barras de distribución auxiliares y las barras de distribución entre celdas haciendo tope con al menos un elemento base compuesto de material aislante, conteniendo el elemento base sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de los alojamientos de la barra de distribución colectora de corriente entre celdas y para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos espaciados de manera uniforme en cualquiera de las barras de distribución auxiliares.

40 Las barras de distribución auxiliares tienen la función de absorber la corriente que se interrumpiría tras un mal funcionamiento de electrodo. Ventajosamente, esta característica permite no detener la planta en caso de mal funcionamiento de un electrodo y obtener, a través de la medida de la tensión eléctrica sobre barras de distribución auxiliares, una evaluación cuantitativa más precisa del mal funcionamiento.

45 En una realización, el material aislante del elemento base es plástico reforzado con fibras (fibre-reinforced plastic (FRP)).

El elemento base puede consistir en una sola pieza o componerse de una multiplicidad de partes separadas, una por cada barra de distribución colectora de corriente, incluyendo barras de distribución auxiliares.

5 Las barras de distribución colectoras de corriente pueden tener diferentes formas de manera que los alojamientos pueden colocarse a distancias iguales a lo largo de la longitud de la barra; en otra realización, una barra de distribución más ancha puede dotarse de alojamientos colocados alternativamente sobre lados opuestos a lo largo de su longitud.

En una realización, las sondas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos son cables o alambres.

10 Para garantizar contactos más eficientes, en correspondencia de zonas de contacto eléctrico, las sondas están equipadas con puntas retráctiles de modo que se compensa cualquier deformación de la barra de distribución colectora de corriente o del elemento base aislante.

Las puntas retráctiles están ubicadas en correspondencia de dichos contactos eléctricos.

15 Aún cuando las sondas de detección están integradas en el elemento base aislante, que ya proporciona alguna protección por sí mismo, se prefiere el uso de protecciones aislantes adicionales en vista del entorno de niebla de ácido corrosivo y de la proximidad de la solución de ácido a los puntos de contacto.

En una realización, el elemento base comprende muelles forrados con tejido plástico o sellos compuestos de material de caucho en correspondencia de puntas retráctiles para su protección contra el entorno hostil.

20 Bajo otro aspecto, la invención se refiere a un electrolizador que comprende una multiplicidad de celdas para electrodeposición de metal conectadas mutuamente en series eléctricas a través de un dispositivo tal como se describe anteriormente.

25 En una realización, la invención se refiere a un electrolizador en el que la multiplicidad de celdas está conectada en series eléctricas a un extremo con una celda terminal cuyos ánodos están conectados al polo positivo de un suministro de energía directo a través de una barra de distribución colectora de corriente equipada con alojamientos para contactos eléctricos anódicos, y el otro extremo con una celda terminal cuyos cátodos están conectados al polo negativo de dicho suministro de energía directo a través de una barra de distribución colectora de corriente equipada con alojamientos para contactos eléctricos catódicos y las barras de distribución colectoras de corriente hacen tope con un elemento base compuesto de material aislante que contiene sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos.

30 Bajo otro aspecto, la invención se refiere a un sistema para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador compuesto por celdas para electrodeposición de metal, equipada cada una con una multiplicidad de dichos cátodos y ánodos, que comprende un dispositivo tal como se describe anteriormente; medios de cálculo analógicos o digitales para obtener valores de intensidad de corriente en cada cátodo individual y cada ánodo partiendo de los valores de potencial eléctrico detectados por dichas sondas; un dispositivo de alerta, un procesador adecuado para comparar la medida de intensidad de corriente proporcionada por dichos medios de cálculo con un conjunto de valores críticos predefinidos para cada cátodo y cada ánodo; 35 medios para la actuación de dicho dispositivo de alerta siempre que dicha intensidad de corriente resulte no conforme con dicho valor crítico predefinido correspondiente para cualquier cátodo o ánodo.

40 En un aspecto adicional, la invención se refiere a un método para readaptar un electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes y equipado con al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas, consistiendo dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea equipado con alojamientos distanciados de manera uniforme para soportar cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con al menos un elemento base original compuesto de material aislante, que comprende las etapas de:

45 - elevar dicha al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas desde dicho elemento base original;

50 - sustituir dicho elemento base original con al menos un elemento base de repuesto compuesto de material aislante, conteniendo dicho elemento base de repuesto sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de dichos alojamientos de dicha al menos una barra de distribución colectora de corriente; y

- colocar dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con dicho elemento base de

repuesto.

En una realización, la invención se refiere a un método en el que el electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes está equipado con una barra de distribución colectora de corriente entre celdas, una barra de distribución de cátodo auxiliar y una barra de distribución de ánodo auxiliar.

- 5 En una realización adicional, la invención se refiere al método en el que se lleva a cabo la etapa de colocar dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con dicho elemento base de repuesto mediante ayuda de guías.

10 Ahora, se describirán con referencia a los dibujos adjuntos algunas implementaciones que ejemplifican la invención, que tienen el único propósito de ilustrar la disposición recíproca de los diferentes elementos con respecto a dichas implementaciones particulares de la invención; en particular, los dibujos no están necesariamente dibujados a escala.

Breve descripción de los dibujos

15 Las figuras 1, 2, 3 y 4 muestran una vista tridimensional de una posible realización de la invención que comprende una barra de distribución colectora de corriente entre células, barras de distribución auxiliares anódicas y catódicas, un elemento base que contiene sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos.

La figura 5 muestra un esquema de una planta que consiste en tres celdas electrolíticas conectadas en series, comprendiendo cada celda 5 ánodos y 4 cátodos.

Figura 6 muestra un esquema de celda que comprende una barra de distribución auxiliar.

20 La figura 7 muestra un esquema de circuito que representa un modelo bidimensional de sistema que comprende 5 ánodos y 4 cátodos.

Descripción detallada de los dibujos

25 La figura 1 muestra una vista superior tridimensional de un dispositivo que comprende una barra 0 de distribución colectora de corriente entre celdas conductiva, una barra 1 de distribución auxiliar anódica, una barra 2 de distribución auxiliar catódica, un elemento 3 base.

La figura 2 muestra una vista inferior tridimensional de una barra 0 de distribución colectora de corriente entre celdas conductiva, una barra 1 de distribución auxiliar anódica, una barra 2 de distribución auxiliar catódica, sondas para la detección de potencial 4 y puntas 5 retráctiles.

30 La figura 3 muestra una vista superior tridimensional de la disposición de sondas para la detección de potencial 4 y puntas 5 retráctiles tal y como están integradas en el elemento 3 base. La figura 4 muestra una vista superior de un elemento 3 base, puntas 5 retráctiles, un detalle de un anillo estanqueidad 6 de caucho.

35 En la figura 5 se muestra un esquema del sistema de electrolizador compuesto por 3 celdas electrolíticas (celda 1, celda 2 y celda 3) conectadas en series eléctricas, comprendiendo cada una 5 ánodos (ánodo 1 y ánodo 5 que identifican los dos ánodos externos), 4 cátodos (cátodo 1 y cátodo 4 que identifican los dos cátodos externos), una barra de distribución colectora de corriente anódica (barra 1 de distribución), una barra de distribución colectora de corriente catódica (barra 4 de distribución), dos barras de distribución colectoras de corriente entre celdas (barra 2 de distribución y barra 3 de distribución), flechas que indican la dirección de flujo 6 de corriente, puntos para medir el potencial (a_{21-25} , k_{21-24} , a_{31-35} , k_{31-34}).

40 La figura 6 muestra un esquema de celda que comprende una barra de distribución auxiliar (barra de equilibrio de ánodos nuevos), flechas que indican la dirección de la corriente principal (I, ánodo Y), flechas que indican la corriente de compensación (I, ánodo Y de equilibrio).

45 En la figura 7 se muestra un esquema de circuito que representa un modelo que reproduce un trayecto de corriente bidimensional para una celda que tiene 4 cátodos y 5 ánodos. Las marcas 1, 2, 3 y 4 representan corrientes a cátodos 1, 2, 3 y 4, respectivamente (no mostrados). Las marcas 5, 6, 7, 8, y 9 representan corrientes a ánodos 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente (no mostrados). La marca 10 indica resistencias representativas de las propiedades eléctricas de la barra de distribución colectora de corriente. La marca 11 indica flujos de corriente dentro de la barra. La marca 12 representa la diferencia de tensión en los puntos de contacto entre dos puntos de tope de dos electrodos consecutivos sobre la barra. La marca 13 indica puntos donde se toman las medidas.

Algunos de los resultados más significativos obtenidos por los inventores están ilustrados en el siguiente ejemplo, que no tiene la intención de limitar el alcance de la invención.

Ejemplo

5 Una planta de extracción electrolítica de cobre se montó según el esquema de la figura 5. Tres celdas electrolíticas, comprendiendo cada una 5 ánodos compuestos de una malla de titanio recubierta con una capa catalítica basada en óxido de iridio y 4 cátodos de cobre, se conectaron en series eléctricas por medio de dos barras de distribución colectoras de corriente entre celdas de cobre con alojamientos trapezoidales para los ánodos y los cátodos (véase la figura 1). Entonces, las dos barras de distribución estaban alojadas sobre un elemento base de plástico reforzado con fibras que contiene 36 sondas que tienen puntas retráctiles en correspondencia de los 36 contactos eléctricos que hay que establecer (dos por electrodo). Las sondas estaban conectadas a su vez a un registrador de datos 10 equipado con un microprocesador y una base de datos, programado para activar una alarma conectada al mismo por si se detectaba una discrepancia del 10% comparada con los valores fijados.

El método usado para calcular la distribución de corriente en este caso específico está basada en el modelo expresado por las siguientes fórmulas, con corriente I pertinente a cada ánodo y cada cátodo de celda 2 dado por:

$$\begin{aligned}
 15 \quad I (\text{ánodo } 1) &= I'(k_{21}, a_{21}) \\
 I (\text{ánodo } 2) &= I''(k_{21}, a_{22}) + I'(k_{22}, a_{22}) \\
 I (\text{ánodo } 3) &= I''(k_{22}, a_{23}) + I'(k_{23}, a_{23}) \\
 I (\text{ánodo } 4) &= I''(k_{23}, a_{24}) + I'(k_{24}, a_{24}) \\
 I (\text{ánodo } 5) &= I''(k_{24}, a_{25}) \\
 20 \quad I (\text{cátodo } 1) &= I'(k_{31}, a_{31}) + I''(k_{31}, a_{32}) \\
 I (\text{cátodo } 2) &= I'(k_{32}, a_{32}) + I''(k_{32}, a_{33}) \\
 I (\text{cátodo } 3) &= I'(k_{33}, a_{33}) + I''(k_{33}, a_{34}) \\
 I (\text{cátodo } 4) &= I'(k_{34}, a_{34}) + I''(k_{34}, a_{35})
 \end{aligned}$$

25 en las que I' e I'' identifican corrientes que fluyen a través de fracciones de barra de distribución colectora de corriente comprendida entre cada par de contactos eléctricos a través de cada cátodo y cada ánodo y k_{21}, a_{21} identifican la corriente que fluye a través de la barra de distribución colectora de corriente entre celdas respectiva en el segmento entre el cátodo 1 y el ánodo 2 (teniendo los pares restantes un significado análogo) con el primero de cada subíndice de k y a indicando el número de celda y el último el número de cátodo o número de ánodo respectivamente.

30 Por tanto, se aplican las siguientes relaciones para una celda X genérica:

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

En vista de la homogeneidad del material y configuración de barras de distribución colectoras de corriente, el valor de la resistencia R entre dos contactos eléctricos consecutivos cualquiera de una barra de distribución es el mismo.

35 Entonces, si V es la diferencia de tensión entre dos contactos eléctricos consecutivos genéricos, la corriente correspondiente es igual a $(1/R) \times V$ (o más sencillamente, V/R).

Entonces, si I_{tot} es la corriente total y están presentes N cátodos más N + 1 ánodos por celda, para cualquier celda dada:

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

Para todas las celdas: $I_{tot} = (1/R) \times \{\sum V[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + V(k_{XY}, a_{XY})\}$ con Y oscilando entre 1 y $N+1$,

por tanto para cada celda: $1/R = I_{tot} / \{\sum V[k_{X(Y-1)}, a_{XY}] + V(k_{XY}, a_{XY})\}$ con Y oscilando entre 1 y $N+1$.

Puede hacerse la misma evaluación de $1/R$ partiendo de las corrientes de cátodo en una celda.

- 5 Esta operación se lleva a cabo para todas las barras de distribución colectoras de corriente: de este modo el valor de R se determina aprovechando las múltiples lecturas de tensión. Una vez se determina R , que depende de la estructura física de las barras de distribución colectoras de corriente entre celdas, es posible determinar el valor de las corrientes que fluyen en la multiplicidad de electrodos. En particular, para el ánodo y cátodo individuales de una celda X genérica, se da:

$$10 \quad I(\text{ánodo } Y) = (1/R) \times \{V[(k_{X(Y-1)}, a_{XY})] + V(k_{XY}, a_{XY})\}$$

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

Un experto en la técnica puede usar otros modelos, tales como por ejemplo en el caso en el que están presentes barras de distribución auxiliares.

- 15 En este caso, con referencia a la figura 6, si I (ánodo Y de equilibrio) es la corriente suministrada a los ánodos a través de la barra de distribución auxiliar con la que los ánodos hacen tope en el otro lado y b_x son los puntos de contacto entre la barra de distribución auxiliar y los ánodos, se da:

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

Por tanto, denotando con R_b la resistencia de la porción de barra de distribución auxiliar entre dos contactos eléctricos consecutivos se obtiene la siguiente relación:

$$20 \quad I(\text{ánodo } Y \text{ de equilibrio}) = (1/R_b) \times \{V[b_{X(Y+1)}, b_{XY}] - V[b_{XY}, b_{X(Y-1)}]\},$$

y la corriente total alimentada a cada ánodo será:

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

- 25 Debe observarse que en el caso ideal de distribución perfecta de la corriente a todos ánodos y cátodos, la corriente en las barras auxiliares es cero: quizás se observa esta situación en plantas nuevas cuando los diversos contactos tienen valores mínimos y similares. Con el progreso de funcionamiento, los contactos empeoran como resultado de la tensión mecánica debido a la extracción y recolocación de los cátodos y a los fenómenos de corrosión causados por nieblas de ácido y por tanto la función de barras de distribución auxiliares donde empieza a fluir corriente entra en juego: la intensidad de tal corriente representa el grado de deterioro de los contactos.

- 30 La diferencia entre I (corriente total de un ánodo Y genérico) y la corriente esperada para cada ánodo en el caso ideal de una distribución perfectamente uniforme permite controlar la situación actual de distribución de corriente e intervenir en operaciones de mantenimiento o reposición de componentes de planta siempre que tal diferencia exceda un valor predeterminado.

La descripción anterior no tiene la intención de limitar la invención, que puede usarse según diferentes realizaciones sin apartarse del alcance de la misma, y cuya extensión está definida únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

- 35 A lo largo de la descripción y reivindicaciones de la presente solicitud, el término "comprender" y variaciones del mismo tal como "que comprende" y "comprende" no tienen la intención de excluir la presencia de otros elementos, componentes o etapas de procedimiento adicional.

La descripción de documentos, actos, materiales, dispositivos, artículos y similares está incluida en esta memoria descriptiva únicamente con el propósito de proporcionar un contexto para la presente invención. No se sugiere ni representa que cualquiera o todas de estos objetos formasen parte de la base de la técnica anterior o fueran conocimientos generales comunes en el campo pertinente a la presente invención antes de la fecha de prioridad de cada reivindicación de esta solicitud.

5

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes, conteniendo cada una, una multiplicidad de dichos cátodos y ánodos, comprendiendo dicho dispositivo al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas y al menos un elemento base, consistiendo dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea, comprendiendo dicho cuerpo alojamientos para soportar dichos cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, estando dichos alojamientos distanciados de manera uniforme, dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con dicho al menos un elemento base compuesto de material aislante equipado con sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de dichos alojamientos de dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas, en el que dichas sondas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos están equipadas con una punta retráctil en correspondencia de dichos contactos eléctricos.
2. Dispositivo para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes, conteniendo cada una, una multiplicidad de dichos cátodos y ánodos, comprendiendo dicho dispositivo una barra de distribución de cátodo auxiliar, una barra de distribución de ánodo auxiliar, al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas dispuesta entre ellas y al menos un elemento base, consistiendo dichas barras de distribución auxiliares y dicha barra de distribución entre celdas en cuerpos alargados de conductividad eléctrica homogénea, consistiendo dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea que comprende alojamientos para soportar dichos cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, dichas barras de distribución auxiliares y dichas barras de distribución entre celdas haciendo tope con dicho al menos un elemento base compuesto de material aislante, conteniendo dicho al menos un elemento base sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de dichos alojamientos de dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas y para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos espaciados de manera uniforme en cualquiera de dichas barras de distribución auxiliares, en el que dichas sondas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos están equipadas con una punta retráctil en correspondencia de dichos contactos eléctricos.
3. Dispositivo para monitorizar de manera continua distribución de corriente según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho material aislante de dicho al menos un elemento base está compuesto de plástico reforzado con fibras (FRP).
4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas sondas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos son cables o alambres.
5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho al menos un elemento base comprende o bien sellos de caucho o bien muelles forrados con tejido plástico en correspondencia de puntas retráctiles.
6. Electrolizador que comprende una multiplicidad de celdas para electrodeposición de metal, estando dichas celdas conectadas mutuamente en series eléctricas por medio de un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Electrolizador según la reivindicación 6, en el que dicha multiplicidad de celdas está conectada en series eléctricas:
- a un extremo con una celda terminal cuyos ánodos están conectados al polo positivo de un suministro de energía directo a través de una barra de distribución colectora de corriente equipada con alojamientos para contactos eléctricos anódicos;
 - y en el otro extremo con una celda terminal cuyos cátodos están conectados al polo negativo de dicho suministro de energía directo a través de una barra de distribución colectora de corriente equipada con alojamientos para contactos eléctricos catódicos; dichas barras de distribución colectoras de corriente haciendo tope con al menos un elemento base compuesto de material aislante que contiene sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos.
8. Sistema para monitorizar de manera continua distribución de corriente en cátodos y ánodos de un electrolizador que tiene una multiplicidad de celdas para electrodeposición de metal, equipada cada una con una multiplicidad de dichos cátodos y ánodos, comprendiendo el sistema:
- un dispositivo según la reivindicación 1 ó 2;

- medios de cálculo analógicos o digitales para obtener valores de intensidad de corriente en cada cátodo individual y cada ánodo partiendo de los valores de potencial eléctrico detectados por dichas sondas;

- un dispositivo de alerta;

5 - un procesador adecuado para comparar la medida de intensidad de corriente proporcionada por dichos medios de cálculo con un conjunto de valores críticos predefinidos para cada cátodo y cada ánodo;

- medios para la actuación de dicho dispositivo de alerta siempre que dicha intensidad de corriente resulte no conforme con dicho valor crítico predefinido correspondiente para cualquier cátodo o ánodo.

10 9. Método para readaptar un electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes y equipado con al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas, consistiendo dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas en un cuerpo principal alargado de conductividad eléctrica homogénea equipado con alojamientos distanciados de manera uniforme para soportar cátodos y/o ánodos y establecer un contacto eléctrico con ellos, dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con al menos un elemento base original compuesto de material aislante, que comprende las etapas de:

15 - elevar dicha al menos una barra de distribución colectora de corriente entre celdas desde dicho elemento base original;

20 - sustituir dicho elemento base original con al menos un elemento base de repuesto compuesto de material aislante, conteniendo dicho elemento base de repuesto sondas integradas para detectar una tensión eléctrica y para establecer contactos eléctricos en correspondencia de dichos alojamientos de dicha al menos una barra de distribución colectora de corriente, en el que dichas sondas para detectar una tensión eléctrica y establecer contactos eléctricos están equipadas con una punta retráctil en correspondencia de dichos contactos eléctricos; y

- colocar dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con dicho elemento base de repuesto.

25 10. Método según la reivindicación 9, en el que dicho electrolizador que consiste en al menos dos celdas de electrolisis adyacentes está equipado con una barra de distribución colectora de corriente entre celdas, una barra de distribución de cátodo auxiliar y una barra de distribución de ánodo auxiliar.

11. Método según la reivindicación 9 ó 10, en el que se lleva a cabo dicha etapa de colocar dicha barra de distribución colectora de corriente entre celdas haciendo tope con dicho elemento base de repuesto mediante ayuda de guías.

Fig. 1

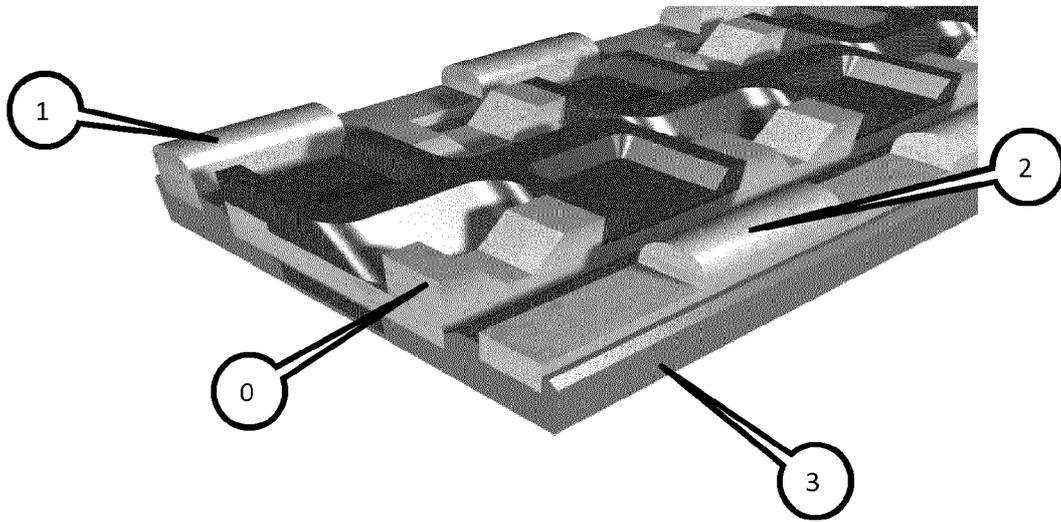
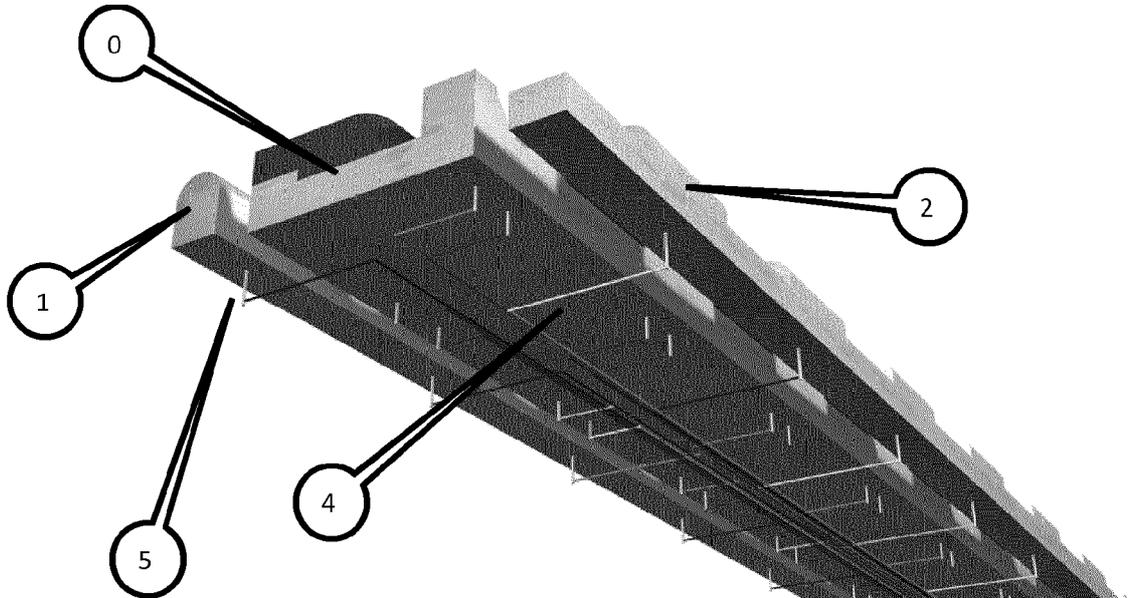


Fig. 2



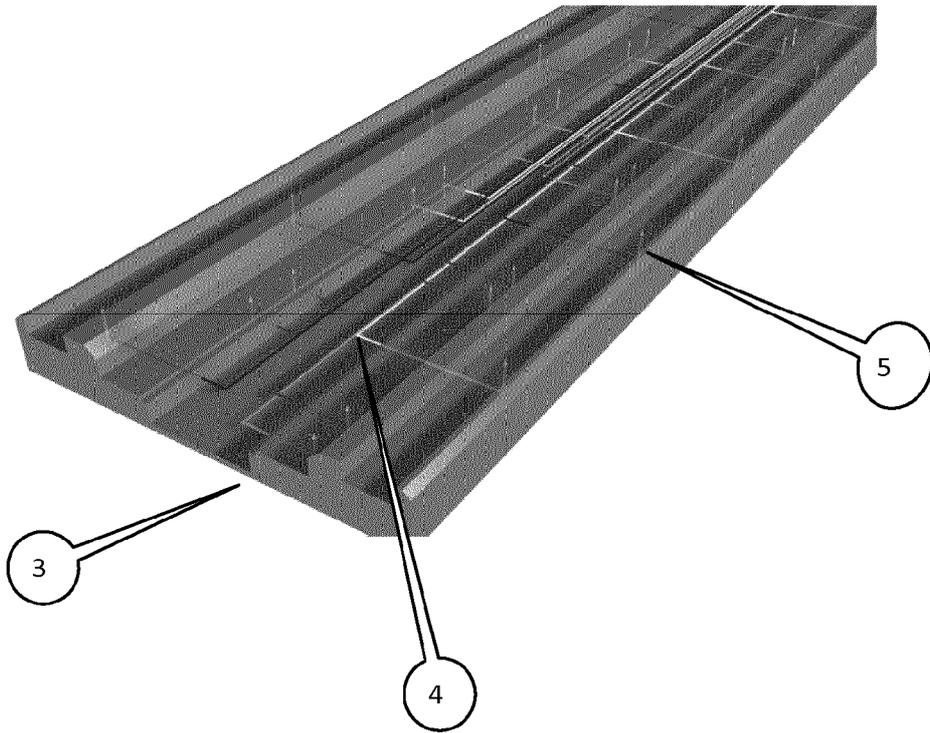


Fig. 4

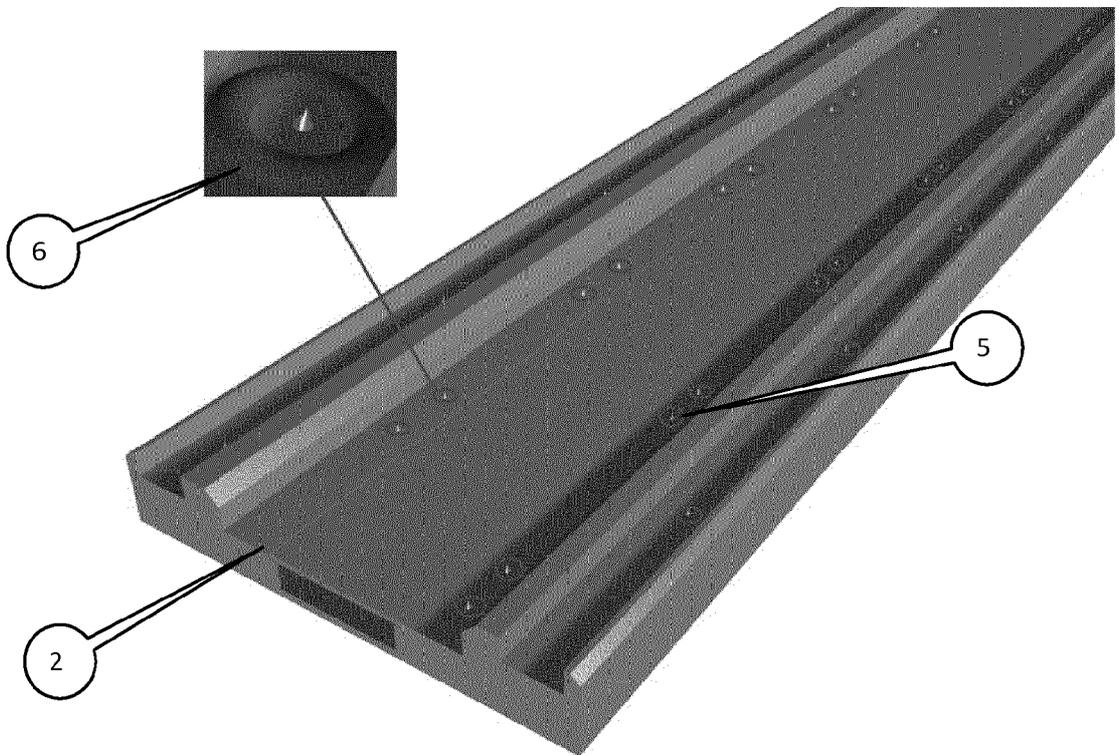


Fig. 5

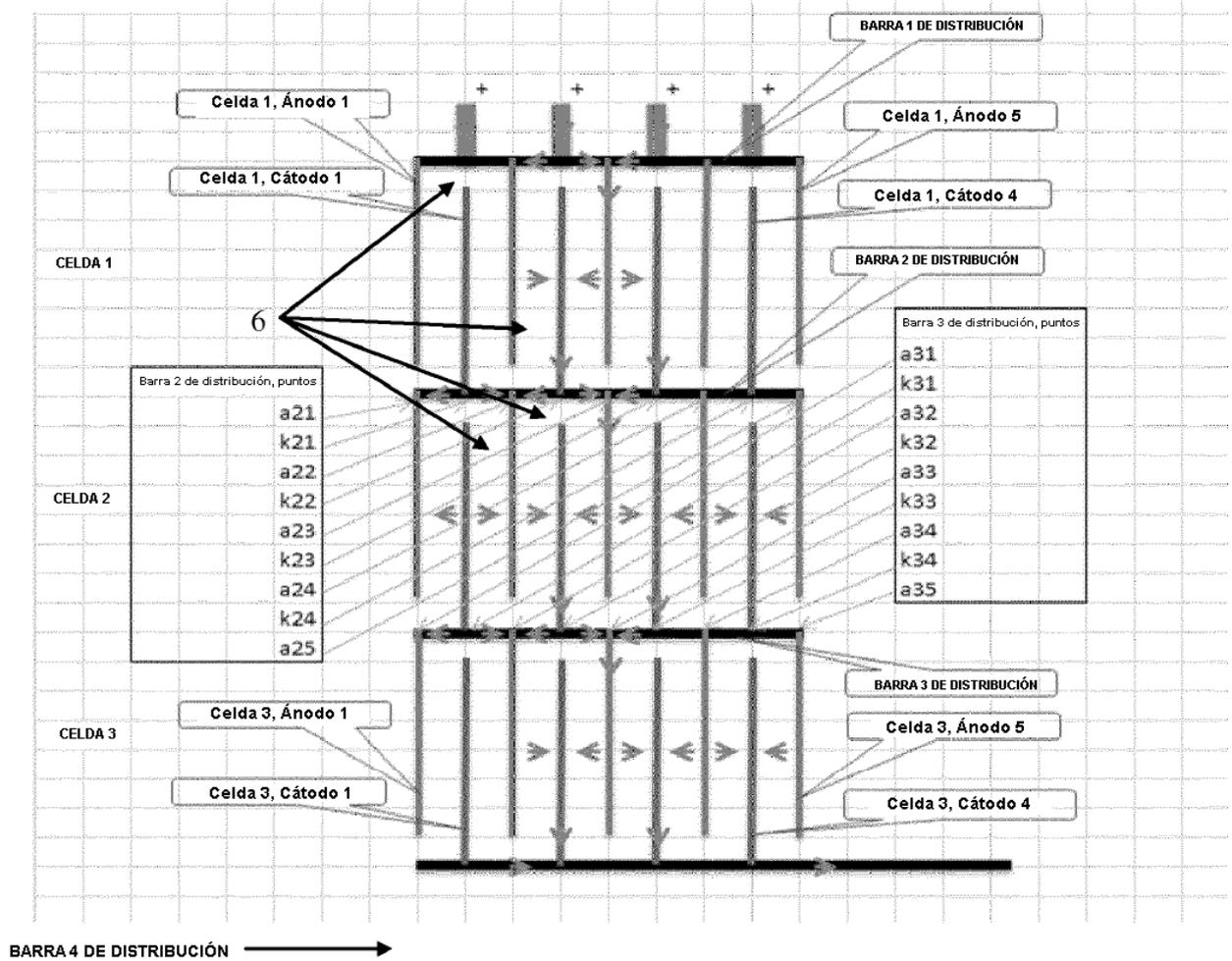
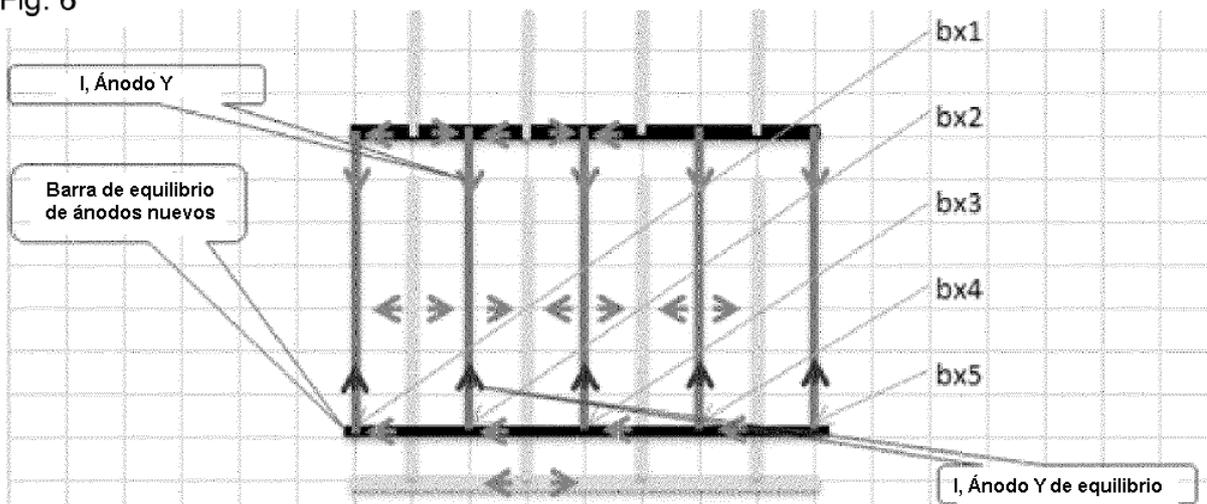


Fig. 6



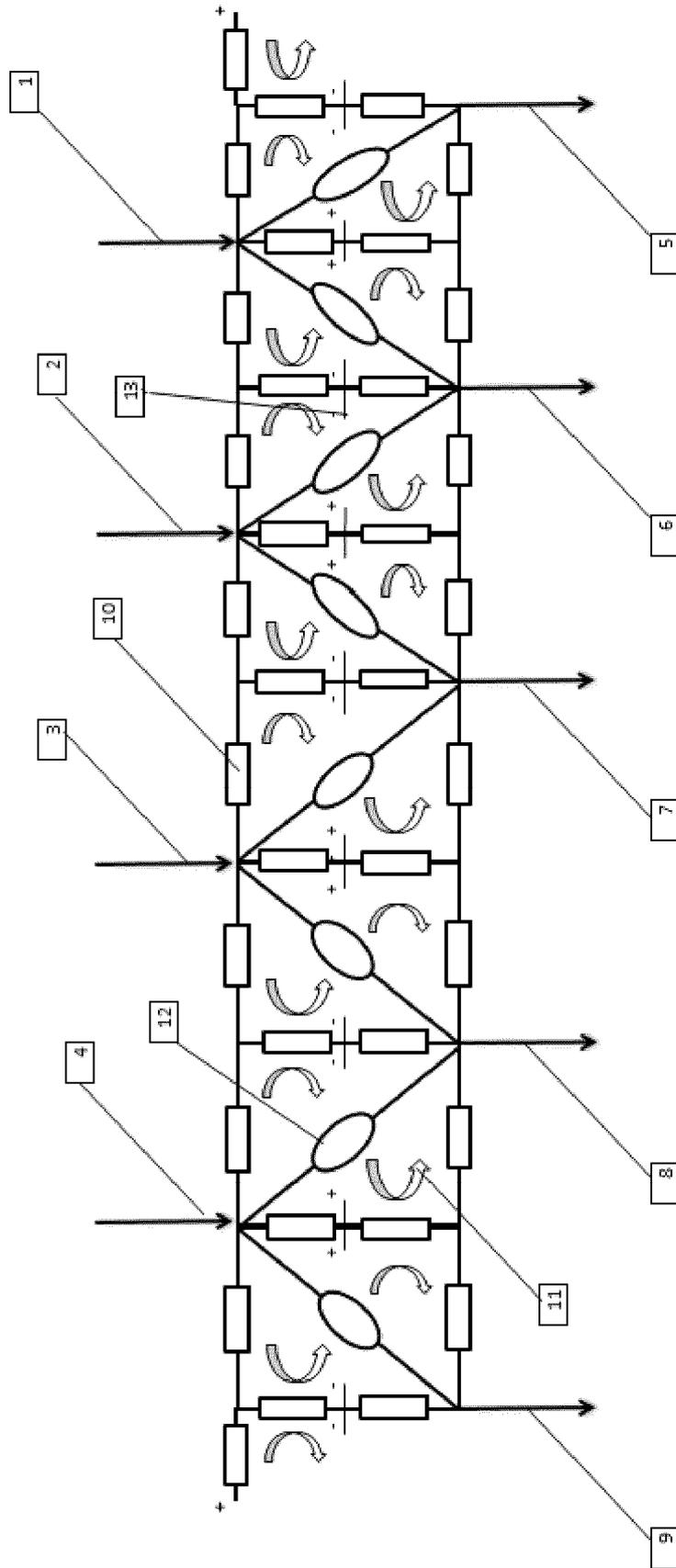


Fig. 7