

308069



PATENTE DE INVENCION

B. 1116.

*Memoria Descriptiva*  
*sobre*

"Procedimiento y aparato para la electrolisis ígnea de la alúmina".

==.==.==.==.==

*Solicitante:* PECHINEY, Compagnie de Produits Chimiques et Electrometallurgiques, entidad francesa, residente en: 23, rue Balzac, Paris 8ème, Francia.

==.==.==.==.==

Este invento tiene por objeto un nuevo procedimiento para evitar quemaduras y la alimentación sistemática de las cubas para la electrolisis ígnea de la alúmina.

5. Es bien sabido que la alimentación en alúmina

308059

- 2 -



13 ENE 1965

- de las cubas de electrólisis ígnea que sirven para la preparación del aluminio, ha de realizarse de modo que el contenido en alúmina del baño de electrólisis quede comprendido entre dos límites, uno inferior, por debajo del cual existe el peligro de producirse la polarización del sistema anódico, llamada "quemadura", y otro superior, por encima del cual se observa la formación, en el fondo de la cuba, de depósitos de alúmina no disuelta, susceptibles de impurificar el carbón de la solera catódica, lo cual perturba gravemente el funcionamiento de la cuba.
- 5.
- 10.

- El objeto de este invento es un procedimiento para prevenir las quemaduras, y la alimentación sistemática de las cubas para la electrólisis de la alúmina, que se libra de estos inconvenientes; asegura en todo momento una proporción correcta de alúmina en el baño de electrólisis así como la previsión y la supresión de las quemaduras.
- 15.

- Este invento tiene por objeto un conjunto de aparatos para la puesta en práctica de este procedimiento.
- 20.

- En el procedimiento de acuerdo con este invento, se alimenta la cuba con alúmina cuantas veces el valor de la resistencia ohmica interior de la cuba inicia un crecimiento regular que anuncia la quemadura.
- 25.

De acuerdo con un método preferido de aplicación de este procedimiento, se procede a las operaciones siguientes:

- se mide una resistencia interior aproximada, llamada observada "R" de la cuba, calculando la relación
- 30.



308069 - 3 -

entre la caída de tensión ohmica "U" en la cuba y la intensidad "I" que atraviesa esta última, valorándose "U" por diferencia entre la tensión "V" existente en los terminales de la cuba y una estimación ("a") de la fuerza contraelectromotriz de la cuba;

5.

- se calcula un valor medio de "R" tomado en un periodo superior a 1 segundo, pero que no llegue a 10 minutos, para obtener un valor medio " $\overline{R}$ " que no dependa de las fluctuaciones de la resistencia interior instantánea "R";

10.

- se somete la posición del sistema anódico al valor de " $\overline{R}$ ";

- se alimenta la cuba en alúmina cuando el valor de " $\overline{R}$ " inicia un crecimiento regular que anuncia la quemadura.

15.

La instalación de acuerdo con este invento, comprende:

- un comparador de fases cuyo circuito magnético saturable lleva cuatro devanados, el primero de los cuales está acoplado, a través de una resistencia, a los bornes de un shunt atravesado por la corriente I de la cuba, el segundo forma parte de un circuito que comprende, acoplados en serie: un primer reostato, un generador continuo cuya tensión "a" representa la fuerza contraelectromotriz de la cuba, y la cuba a medir; la cuba y el generador están conectados en oposición; el tercero está acoplado a un generador alternativo de frecuencia "f" Hertzios, y el cuarto alimenta un detector de armónicas que suministra una tensión de frecuencia  $\underline{f}$  defasada en  $+\frac{\pi}{2}$  o en  $-\frac{\pi}{2}$  con respecto a

20.

25.

30.

302069 - 4 -



la tensión del generador alternativo;

5. - un motor difásico uno de cuyos circuitos está conectado al generador alternativo y el otro, por medio de un amplificador, al detector de armónica; el árbol del motor ataca al primer reostato, un índice para la lectura de "R" y un segundo reostato;
10. - un circuito de valor medio que comprende, montados en serie, el segundo reostato, un generador de corriente continua, un circuito integrador, un amperímetro que acusa el valor de " $\int R$ " y un circuito de comparación que asegura la comparación de " $\int R$ " a un valor de referencia  $R_0$ , y que ataca al mecanismo de levantamiento del circuito anódico de la cuba.

15. Las figuras adjuntas que en nada limitan el alcance de este invento tienen como único objeto el facilitar la comprensión de las explicaciones siguientes:

20. La figura 1 es un esquema de la instalación eléctrica de regulación y de previsión de las quemaduras.

La figura 2 representa la variación de " $\int R$ " en función del tiempo, al aproximarse la quemadura.

25. En un taller moderno de electrólisis, las grandes dimensiones de la nave, las bruscas variaciones de intensidad debidas a las quemaduras, y la dispersión del personal, hacen fastidiosa y falta de precisión la regulación de la posición del sistema anódico de las cubas. Así pues, inmediatamente se piensa en la substitución de la regulación manual rutinaria por una
30. regulación automática; sin embargo, con anterioridad,



308069 - 5 -

los ensayos de una regulación de esta índole, no han dado los resultados deseados.

- Para que una regulación automática de esta naturaleza sea posible, es preciso, en primer lugar,
5. que el funcionamiento de las cubas pueda ser regular y que no le modifiquen operaciones accesorias. Esto no ofrece grandes dificultades en el caso de las cubas de ánodos "recocidos"; en el caso de las cubas de ánodos continuos llamados "Soederberg" es preciso proceder de
10. tal modo que la separación de las clavijas solo introduzca débiles perturbaciones en la regulación de la cuba; esta separación ha de hacerse de modo regular, de acuerdo con un plan rigurosamente establecido.

- Una información objetiva relativa a la regulación del plan que limita el extremo inferior del sistema anódico, o "plan anódico" está dado por el valor de la resistencia anterior real " $\rho$ " de la cuba.
15. Esta resistencia se define por

$$\rho = \frac{V - E}{I}$$

20. siendo V la diferencia de potencial en los bornes de la cuba, en un instante definido por el tiempo "t";

E es la fuerza contraelectromotriz de electrólisis, en el instante "t";

- I es la intensidad de la corriente que atraviesa la cuba en el instante "t".
- 25.

La instalación utiliza un valor "R", la resistencia interior observada definida por

$$R = \frac{V - a}{I}$$

- en la que "a" es una estimación aproximativa y constante de "E".
- 30.



30-069 - 6 -

En la figura, se observan tres de las cubas de la serie considerada a saber, 1, 2 y 3 y el conjunto de aparatos está acoplado en la cuba 2.

5. La resistencia shunt comprobada 11 que está en serie con todas las cubas, alimenta uno de los devanados de excitación 13 de un comparador magnético 12 a través de una resistencia 16; este devanado, por tanto, está atravesado por una corriente de intensidad "i" proporcional a "I"; corriente que atraviesa la cuba,  $i = AI$ . El segundo arrollamiento de excitación 14 del comparador 12 se alimenta, a través de un primer reostato 19 de resistencia "r" por una tensión obtenida oponiendo un generador 18 de tensión "a" a la diferencia de potencial "V" existente en los bornes de la cuba 2. Este arrollamiento 14 está por tanto atravesado por una corriente "j", tal que  $j = \frac{V - a}{r}$ .
- 10.
- 15.

- El circuito magnético saturable 17 del comparador 12 lleva un tercer devanado o arrollamiento 15 alimentado por un generador de tensión alternativa 21 de cualquier frecuencia "f" elegida en este caso igual a 400 Hz, así como un cuarto arrollamiento 16 que alimenta el detector de armónica 20; este último selecciona la armónica 2 de la corriente alternativa suministrada por el generador 21 y transforma enseguida esta corriente armónica en una corriente sinusoidal de frecuencia  $\underline{f}$ , defasada en  $+\frac{\pi}{2}$  o en  $-\frac{\pi}{2}$ , con respecto a la corriente suministrada por 21.
- 20.
- 25.

- El motor difásico 23 tiene su arrollamiento de fase fija 24 conectado a los bornes del generador 21, mientras que su arrollamiento de fase de mando 25
- 30.



308069 - 7 -

está conectado, a través del amplificador 22, a la salida del detector 20. Este motor arrastra:

- el cursor del primer reostato 19;
- un índice de lectura directa 26 provisto, eventualmente, de un registrador de resistencia interior instantánea;
- el cursor de un segundo reostato 27.

Este reostato forma parte de un circuito atravesado por una corriente "J" proporcional al valor medio " $\sqrt{R}$ " de "R" que comprende, acoplados en serie, un origen de corriente continua 28, un dispositivo integrador 29 y un dispositivo comparador 30 que compara el valor de " $\sqrt{R}$ " a un valor de referencia " $R_0$ " y envía, a través del mecanismo de relojería 31, una orden de regulación al motor cargado de desplazar el sistema anódico de la cuba 2. La corriente "J" ataca un aparato de medida 32 graduado en " $\sqrt{R}$ " que puede estar dotado de un registrador.

Los bornes 41 a 44 permiten acoplar sucesivamente el dispositivo a los bornes de las cubas 1, 2, 3. El funcionamiento del dispositivo es el siguiente:

Las corrientes:  $i = AI$  y:  $j = \frac{V - a}{r}$  se aplican respectivamente a los arrollamientos 13 y 14 del comparador de fase 12. Bajo el efecto del número de amperios-vueltas total, un campo magnético continuo satura el circuito magnético 17 del transformador que constituyen con este circuito magnético, los arrollamientos 15 y 16, y provoca la aparición, en el arrollamiento 16, de una corriente alterna deformada que comprende, además de la frecuencia fundamental, las



308059

- armónicas pares. Esta corriente deformada ataca el detector 20 que selecciona la armónica 2, de frecuencia  $2f$ , y luego la transforma en una corriente de frecuencia  $f$  defasada con respecto a la corriente que circula en el arrollamiento 15, en  $+\frac{M}{2}$  o en  $-\frac{M}{2}$ , según el signo del campo magnético continuo que satura el circuito magnético 17 y del que depende la polaridad de la armónica 2. Esta señal pasa por el amplificador 22 y ataca el arrollamiento 25 del motor 23, cuyo otro arrollamiento 24 está directamente alimentado por el generador 21. El sentido de rotación de este motor, depende del signo del defasado de la corriente proporcionada por el detector 20, y por tanto, del signo del campo magnético continuo en el circuito 17 que, a su vez, depende de la importancia relativa de "i" y de "j". Cuando  $i = j$ , el campo es nulo, el detector 20, alimentado por una tensión de frecuencia  $f$  no deformada no alimenta ya el arrollamiento 25; el motor 23 se detiene. En este momento, se tiene:

20. 
$$i = j, \text{ o sea: } AI = \frac{V - a}{r}$$
$$\text{de donde } \frac{V - a}{I} = R = Ar.$$

- En el equilibrio, la resistencia instantánea observada de la cuba 2, "R" es pues proporcional a "r", resistencia del reostato 19. Ahora bien, cuando no hay equilibrio, el motor gira y actúa sobre el reostato 19, hasta establecerse el equilibrio; el desplazamiento del motor es pues proporcional a "R", cuyo valor es acusado, y eventualmente registrado, por 26.
- 25.

- La Sociedad solicitante ha comprobado que la resistencia interior de una cuba experimenta oscilacio
- 30.

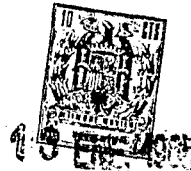


308069

- nes cuya amplitud es importante. Se comprueba por una parte, la existencia de oscilaciones permanentes de "período" próximo a un segundo y de amplitud próxima a 1 micro-ohmio, que están ligadas al mismo fenómeno de la electrólisis, y probablemente son debidas al desprendimiento gaseoso que acompaña al mismo y, por otra parte, las defluctuaciones más lentas de "período" próximo a un minuto y de amplitud que puede llegar a 5 micro-ohmios; estas últimas fluctuaciones que parecen ligadas a los movimientos del metal, y a su vez consecuencia de un desequilibrio de distribución de la corriente, son tanto más importantes cuanto más potente es la cuba de electrólisis por sí misma, y parecen menos importantes en las cubas de ánodos "precocidos" que en las cubas de ánodos Soederberg.
- 5.
- 10.
- 15.

- Las variaciones rápidas de la resistencia interior constituyen una de las grandes dificultades que han dado lugar a los reveses que se han registrado en la aplicación de la regulación automática; conviene pues anular o amortiguar estas variaciones fundamentando la regulación, no sobre el valor instantáneo "R" de la resistencia, sino sobre un valor medio " $\overline{R}$ " tomada en un tiempo superior a un segundo e inferior a 10 minutos pero que, lo más a menudo se elige comprendido entre 15 segundos y 2 minutos.
- 20.
- 25.

- Para ello, el motor 23 arrastra un segundo reostato 27 alimentado por un generador 28 de tensión continua constante, a través de un integrador 29 que puede estar constituido sencillamente por un sistema resistencia-capacidad o, mejor, por un circuito equi-
- 30.



300060

- librado del tipo puente de Wheatstone y cuya constante de tiempo es sensiblemente igual al tiempo durante el cual se desea tomar la media. Esta integración puede hacerse por cualquier otro dispositivo mecánico o eléctrico.
5. En el circuito del generador 28 circula pues una corriente de intensidad "J" proporcional a " $\sqrt{R}$ ". En el circuito 30 el valor de "J" se compara al valor "J<sub>0</sub>" que corresponde al valor de referencia "R<sub>0</sub>" de "R" y la corriente así obtenida, a través de un relevador
10. puede accionar el motor del dispositivo de elevación del sistema anódico de la cuba 2.

- Es mejor comparar el valor de "J", merced a relevadores incluídos en 30, a distintos valores fijos J<sub>0</sub>, J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>,... que constituye los límites de zonas sucesivas, y dar una orden de regulación, función de la zona en la que se ha señalado " $\sqrt{R}$ ".
- 15.

Se prefiere además, no hacer intervenir la regulación más que a intervalos de tiempo fijos; el mecanismo de relojería 31 llena esta condición.

20. La figura 2 da un ejemplo de aplicación de esta regulación.

- Se toma, en abscisas, los tiempos "t" antes de la quemadura y, en ordenadas, las variaciones " $\Delta\sqrt{R}$ " de la resistencia interior observada " $\sqrt{R}$ ", tal como se leen o registran en 32. El circuito 30 distingue, para las variaciones " $\Delta\sqrt{R}$ ", las zonas siguientes:
- 25.

- la zona 0, señal 51, comprendida entre los valores de " $\Delta\sqrt{R}$ " correspondientes a las ordenadas 56 y 58;
- 30. - la zona + 1, señal 52, comprendida entre los valores



308069

- 56 y 57 de " $\Delta \sphericalangle R$ ";
- la zona - 1, señal 54, comprendida entre los valores 58 y 59 de " $\Delta \sphericalangle R$ ";
- la zona + 2, señal 53, correspondiente a los valores de " $\Delta \sphericalangle R$ " superiores a 57;
- 5. - la zona - 2, señal 55, correspondiente a los valores de " $\Delta \sphericalangle R$ " inferiores a 59.

El circuito 30 da, según la posición de " $\Delta \sphericalangle R$ " las órdenes siguientes:

- 10. - ninguna, si el valor de " $\Delta \sphericalangle R$ " está en la zona 0;
- un cierto número de vueltas, por ejemplo "n" en el sentido de ascenso (+ n vueltas) si el valor de " $\Delta \sphericalangle R$ " está en la zona - 1;
- un cierto número "p" de vueltas, en el sentido del ascenso, si el valor de " $\Delta \sphericalangle R$ " está en la zona - 2;
- 15. p es, naturalmente, superior a n;
- un cierto número "r" de vueltas, en el sentido del descenso (- r vueltas) si el valor de " $\Delta \sphericalangle R$ " está en la zona + 1;
- 20. - la iluminación de una señal de alimentación que puede ser sencillamente una señal luminosa sin orden de regulación, si " $\Delta \sphericalangle R$ " está en la zona + 2.

El circuito 30 permite hacer variar las anchuras de zona hasta 0,5 micro-ohmios, o sea 0,05 voltios para 100.000 amperios, así como los valores de p, n y r. Un botón de regulación media permite, además, actuar sobre el valor  $R_0$  de referencia, o sea, desplazar el conjunto de las zonas para cada una de las cubas reguladas.

- 30. La regulación solo interviene a intervalos de



- 12 -

308069

tiempo fijos, supuestos iguales a 30 minutos en la figura 2, en la que los tiempos en que puede producirse la regulación están representados por las flechas 61 a 64.

5. La curva 65 de trazo continuo, indica como evoluciona " $\Delta/R$ " antes de la quemadura, en ausencia de regulación de la distancia interpolar o de regulación manual, mientras que la curva 66 de trazo discontinuo indica la misma curva con el regulador en funcionamiento. Se observa que, en el momento (- 105 minutos) correspondiente a la flecha 61, el valor de " $\Delta/R$ " está en la zona 0; el circuito 30 no envía por tanto señal alguna de regulación automática. Por el contrario, en el momento (- 75 minutos), flecha 62, el valor de " $\Delta/R$ " está en la zona + 1; el regulador actúa y lleva el valor de " $\Delta/R$ " a la zona 0. La misma acción se produce en el momento (- 45 minutos), flecha 63. Por el contrario, en el momento (- 15 minutos) correspondiente a la flecha 64, la curva 66 está en la zona + 2; no se da orden alguna de regulación, pero se produce el encendido de una señal luminosa, que, como se explicará constituye una orden de alimentación de la cuba, con alúmina.
- 10.
- 15.
- 20.
25. Durante el funcionamiento de la cuba y, despreciando por el momento los fenómenos ligados con la variación del contenido del baño en alúmina disuelta, se produce la acción de dos fenómenos opuestos: la capa de alúmina fundida, asciende, mientras que el ánodo se desgasta. Estos dos fenómenos tienen velocidades próximas, de tal suerte que, para respetar la distancia
- 30.



- 13 - 308069

interpolan, basta actuar con moderación, en ascenso o en descenso, sobre el sistema anódico. No es posible determinar, para esta regulación fundamental, un valor permanente, pero el dispositivo de regulación descrito produce esta acción de modo completamente adecuado.

5. Algunos trabajos perturban igualmente la regulación del ánodo. Pueden citarse: el ascenso del cuadro móvil que lleva el sistema anódico y, en el caso de cuba con ánodo Soederberg, la separación de las clavijas, que modifica la resistencia interna; esta modificación ha de permanecer bastante reducida para no arrastrar la puesta en servicio de la regulación, por escalonado de la separación de las clavijas de un mismo ánodo; la alimentación de alúmina, que provoca una modificación de la distancia interpolar, de la que resulta, por el hecho de la regulación, un nuevo ascenso del cuadro móvil; la colada del aluminio que puede obligar a cortar la regulación y a establecer de nuevo manualmente el valor de consigna de la resistencia interna, por ser demasiado lenta la regulación; este último inconveniente, desde luego, puede eliminarse por la introducción de una zona de regulación (- 3) colocada por debajo de la zona (- 2) descrita y que provoca un número de revoluciones elevado, superior a "p", en el sentido del ascenso.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- Finalmente, la resistencia inferior observada, o sea, medida por el dispositivo descrito, depende del contenido de alúmina disuelta en el baño de electrólisis; dado que este contenido desciende continuamente entre dos operaciones consecutivas de alimenta-
- 30.



- ción en alúmina, de la cuba, se comprueba un ascenso lento y continuo de esta resistencia ya se trate de "R" o de " $\sphericalangle$ R"; este ascenso se corrige también por el dispositivo automático. Cuando el contenido de alúmina
5. disuelta desciende a un valor tal que el instante en que se produce la polarización del ánodo, o "quemadura", o sea, el instante cero de la figura 2 se halla próximo, se observa un ascenso de característica acelerada; este ascenso, cuya duración es de 2 a 3 horas, no rebasa,
10. primeramente, la zona de regulación 52 y se corrige por el regulador; sin embargo, se acelera cada vez más hasta el punto de representar más de una zona entre dos intervenciones del regulador, como se produce en el período (- 15 minutos), correspondiente a la flecha 64;
15. el regulador en este caso se pone fuera del circuito, y la cuba se alimenta con alúmina al aparecer la señal luminosa antes descrita.
- Después de esta alimentación, se observa un descenso enorme de la resistencia interior observada,
20. seguido de un descenso progresivo de tipo parabólico, con estabilización al cabo de 15 a 20 minutos. Puede pensarse que se trata de dos fenómenos: por una parte la masa de alúmina y de costras o cortezas (antes de la alimentación se pican éstas) cae al fondo de la cuba,
25. haciendo subir el nivel del metal, lo cual provoca una disminución de la distancia interpolar, de donde se deriva la caída enorme de la resistencia observada; por otra parte, la disolución progresiva de la alúmina en el baño, modifica las características del electrolito.
- 30.

-15-  
308069



- Debe tenerse presente que no es necesario hacer hipótesis sobre la causa real de la variación de la resistencia interior observada; puede tratarse de una variación de la fuerza contraelectromotriz de electrólisis, lo mismo que de una variación de la resistencia interior real.
- 5.

Esta función del regulador, de informar sobre el momento en que conviene alimentar la cuba con alúmina, ofrece una importancia especial.

10. En efecto, el contenido de alúmina del baño, ha de permanecer constantemente, comprendido entre dos límites, por una parte, un límite inferior, ligeramente más elevado que el contenido que provoca la quemadura y, por otra parte, un límite superior, correspondiente al punto de saturación, de alúmina libre disuelta, de baño de electrólisis.
- 15.

- Es muy importante, no rebasar este límite ya que la alúmina, caída al fondo de la cuba permanecería en él y ensuciaría el cátodo, lo cual perturbaría profundamente el funcionamiento de la cuba, perturbación que se traduciría en un descenso progresivo del rendimiento y que podría llegar incluso a impedir totalmente la producción de la electrólisis. La cantidad de alúmina suministrada en cada operación de alimentación, se determina empíricamente con objeto de permanecer acusadamente por debajo del contenido límite correspondiente a la saturación del baño.
- 20.
- 25.

- En una variante importante del procedimiento descrito, se suprime la zona + 2, para dejar actuar el regulador en todas las circunstancias en cuanto la curva
- 30.



308069

- 66 pasa a la parte superior de la ordenada 56. La alimentación con alúmina, se regula por el número de acciones, en zona + 1, del regulador. La experiencia demuestra que para cubas Soederberg de 100 kiloamperios, este número de acciones está comprendido entre 1 y 10 y, muy a menudo, entre 1 y 5. En el caso de rebasar las 6 acciones, el plazo de previsión es reducido, la alimentación ha de hacerse casi inmediatamente y, a menudo, la quemadura se realiza antes de que haya habido tiempo para alimentar. Este número de acciones está influenciado en alto grado por las velocidades relativas de desgaste de ánodo y de ascenso de metal. En la práctica, para las cubas consideradas, se eligen 3 o 4 acciones cuando se desea reservar un plazo bastante prolongado -dos horas por ejemplo- antes de alimentar, lo cual permite agrupar las operaciones para un cierto número de cubas, y se aprovechan 5 o incluso 6 acciones cuando se prefiere alimentar con relativa rapidez en un período del orden de 30 minutos después de la señalización, por ejemplo. Uno de los factores que determinan la elección del número de acciones, es el volúmen del baño, en igualdad de los demás factores, en cubas de volúmen muy reducido de baño, y en el caso de cubas de ánodos "precocidos" la alimentación puede ser necesaria desde la primera acción del regulador, mientras que en el caso de cubas de gran volúmen de baño, puede no alimentarse hasta después de un número de acciones que puede llegar a 10.

A título de ejemplo, el procedimiento se aplica a una serie de cubas de ánodos Soederberg, de



100 kiloamperios.

308069

- La regulación se lleva a cabo mediante la instalación descrita. La importancia del desplazamiento anódico se evalúa en número de revoluciones del árbol que acciona los desplazamientos; cada revolución equivale a un desplazamiento del ánodo de 1/3 de mm, o sea, a una variación de tensión de 0,01 voltio o también a una variación de resistencia interna de 0,1 micro-ohmio. Puede también valorarse por la duración de la impulsión dada al motor que asegura el desplazamiento del sistema anódico.
- 5.
  - 10.

- El regulador se acopla sucesivamente en las cubas de la serie considerada, cada una de las cuales se regula cada 30 minutos. Para cada cuba, el tiempo de medida es de 95 segundos con objeto de permitir la integración en una duración suficiente, la regulación verdadera, dura 10 segundos, la conmutación en la cuba siguiente por el juego de los contactores 42, 43, 45, dura 5 segundos. La inmovilización del aparato es pues de 90 segundos por cuba. Un aparato puede por tanto atender a 20 cubas.
- 15.
  - 20.

Se toma:  $a = 1,6$  voltios.

Las órdenes transmitidas por el regulador son las siguientes:

- 25. zona - 2:  $p = 10$  revoluciones en el sentido de ascenso
- zona - 1:  $n = 2$  " " " "
- zona 0: ninguna orden
- zona + 1:  $r = 2$  revoluciones en el sentido de descenso
- zona + 2: encendido de la señal luminosa de alimentación.
- 30.



- 18 - 308069

En un primer tiempo, solo se ha regulado una cuba, y en un período de 4 meses, el rendimiento de Faraday medio de la cuba regulada ha sido de 89% contra 87,7%, para cubas testigos lo más parecidas posible reguladas manualmente.

5.

A continuación, la regulación se aplica a un grupo de cinco cubas en las mismas condiciones, pero la zona + 2 está suprimida accionándose la señal luminosa de alimentación, por un relevador de memoria, cuando después de una alimentación se han comprobado 5 acciones en la zona + 1.

10.

El rendimiento medio de Faraday, tomado en 4 meses, se ha visto que era igual a 88% contra 84,5% para una serie de cubas no reguladas lo más parecidas posible. Los rendimientos son más reducidos que los del primer ejemplo, ya que se trata de cuba que no tiene el mismo calorifugado, explotadas en otras condiciones.

15.

El consumo de fluor, por tonelada de aluminio producida, ha sido de 18 kg contra 30 kg para las cubas testigos, no reguladas.

20.

Una serie completa de 20 cubas funciona de este modo desde hace muchos meses con una regulación cada 30 minutos, tan perfectamente, que un solo aparato de medida y de regulación basta para asegurar la regulación de las cubas de la serie. El funcionamiento es muy satisfactorio; se comprueba una reducción del consumo eléctrico y, sobre todo, del consumo de fluor.

25.

El dispositivo descrito puede admitir numerosas variantes. En especial, el dispositivo de inte-

30.



308069

- gración puede simplificarse, si se utiliza, para medir la resistencia interior, un aparato dotado de una constante de tiempo más elevada y, quizá, una sensibilidad menos exagerada. En tal caso, basta un dispositivo de amortiguación mucho más sencillo.
- 5.
- Por otra parte, las variaciones de resistencia, y más especialmente las variaciones lentas, son menos importantes en el caso de las cubas de ánodos "precocidos", y el dispositivo de integración descrito
10. resulta entonces de una complicación inútil; basta en tal caso prever, en el circuito principal constituido por el arrollamiento 16 del comparador y el motor 23, una constante de tiempo eléctrica o mecánica, lo cual permite suprimir el circuito de integración 27 a 29.
15. Entonces, es el motor 23 el que, por intermediación de un comparador que desempeña la misión de 30, acciona el motor asegurando el desplazamiento del sistema anódico de la cuba.
- Cualquier procedimiento o cualquier instalación que tenga uno por lo menos de los rasgos característicos anteriormente descritos, constituye un objeto de este invento.
- 20.
- N O T A
- Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento
- 25.
30. se refiere a una solicitud de patente presentada en



- 20 - 308069

Francia, con fecha 14 de enero de 1964, nº PV.960.247, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por

5. lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA ELECTRÓLISIS ÍGNEA DE LA ALÚMINA"; caracterizándose por lo siguiente:

10. 1ª.- Procedimiento para la electrólisis ígnea de la alúmina, especialmente para la previsión de las quemaduras y la alimentación sistemática de las cubas, caracterizado porque se alimenta la cuba con alúmina cuantas veces el valor de la resistencia óhmica interior de dicha cuba inicia un crecimiento regular que anuncia la quemadura.

15. 2ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado porque comprende las operaciones siguientes: se mide una resistencia interior aproximada llamada observada "R" de la cuba, calculando la relación entre la caída de tensión óhmica "U" en la cuba y la intensidad "I" que atraviesa esta última, valorándose "U" por diferencia entre la tensión "V" existente en los bornes de la cuba y una estimación "a" de la fuerza contraelectromotriz de la cuba; se calcula un valor medio de "R", tomado en un período superior a 1 segundo, pero que no llegue a 10 minutos, para
20. obtener un valor medio " $\overline{R}$ " que no dependa de las fluctuaciones de la resistencia interior instantánea "R"; se supedita la posición del sistema anódico al valor de " $\overline{R}$ "; se alimenta la cuba con alúmina,
25. cuando el valor de " $\overline{R}$ " inicia un crecimiento regular
- 30.



308069

que anuncia la quemadura.

5. 3ª.- Procedimiento según reivindicación 2ª, caracterizado porque se resta del valor medio " $\angle R$ " de la resistencia interior observada de la cuba, un valor de referencia  $R_0$  y solo se actúa sobre el sistema anódico si:  $\Delta \angle R = \angle R - R_0$  es, en valor absoluto, superior a un valor predeterminado.

10. 4ª.- Procedimiento según reivindicación 3ª, caracterizado porque se divide en zonas el intervalo de los valores que puede tomar " $\Delta \angle R$ " y se manda al mecanismo de desplazamiento del sistema anódico, una misma orden cuantas veces el valor observado de " $\Delta \angle R$ " se halla en una misma zona.

15. 5ª.- Procedimiento según reivindicación 4ª, caracterizado porque se divide el intervalo de los valores que puede tomar " $\Delta \angle R$ " en cinco zonas a las que corresponden las órdenes siguientes: una zona 0, centrada en el valor nulo de " $\Delta \angle R$ ", a la que no corresponde orden alguna, ya que el sistema anódico no ha de desplazarse; una zona + 1 comprendida entre el límite superior de la zona 0 y un valor positivo superior, a la que corresponde una orden de descenso (+ r revoluciones) del mecanismo que acciona el sistema anódico; una zona - 1 comprendida entre el límite inferior de la zona 0 y un valor negativo inferior, a la que corresponde una orden de ascenso (+ n revoluciones) del mecanismo que acciona el sistema anódico; una zona + 2, situada por encima del límite superior de la zona + 1, a la que corresponde el envío de una señal de alimentación con alúmina, no desplazándose el sistema anódico;

20.

25.

30.



- 22 308069

una zona - 2 situada por debajo del límite inferior de la zona - 1, a la que corresponde una orden de ascenso de  $+ p$  revoluciones, siendo  $p$  superior a  $n$ .

- 6ª.- Procedimiento según reivindicación 4ª,
5. caracterizado porque se divide el intervalo de los valores que puede tomar " $\Delta/R$ " en cuatro zonas a las que corresponden las órdenes siguientes: una zona 0, centrada en el valor nulo de " $\Delta/R$ ", a la que no corresponde orden alguna, ya que el sistema anódico no ha de desplazarse; una zona  $+ 1$ , situada por encima del límite superior de la zona 0, a la que corresponde una orden de descenso ( $r$  revoluciones) del mecanismo que acciona el sistema anódico; una zona - 1, comprendida entre el límite inferior de la zona 0 y un valor negativo inferior, a la que corresponde una orden de ascenso ( $+ p$  revoluciones) del mecanismo que acciona el sistema anódico; una zona - 2, situada por debajo del límite inferior de la zona - 1, a la que corresponde una orden de ascenso de  $+ p$  revoluciones, siendo  $p$  mayor que  $n$ ;
10. la señal de alimentación con alúmina que se envía cuando la orden corresponde a la zona  $+ 1$ , se ha dado un cierto número de veces; este número depende esencialmente de la constitución de la cuba de electrólisis y está comprendido entre 1 y 10; muy a menudo, entre 1 y 5.
15. y 5.
- 20.
- 25.

- 7ª.- Aparato para la aplicación práctica del procedimiento según, por lo menos, una de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque comprende un comparador de fases, cuyo circuito magnético saturable lleva cuatro arrollamientos, el primero de los cuales
- 30.



- se deriva a través de una resistencia, de los bornes de un shunt atravesado por la corriente  $I$  de la cuba; el segundo forma parte de un circuito que comprende, acoplados en serie: un primer reostato, un origen continuo cuya tensión " $a$ " representa la fuerza contraelectromotriz de la cuba, y la cuba a medir; la cuba y el origen están conectados en oposición; el tercero se acopla a un origen alternativo de frecuencia de " $f$ " Hz; y el cuarto alimenta un detector de armónica que proporciona una tensión de frecuencia  $f$  defasada en  $+\frac{\pi}{2}$  o en  $-\frac{\pi}{2}$  con respecto a la tensión del origen alternativo; un motor difásico uno de cuyos circuitos está conectado al origen alternativo; el otro, por mediación de un amplificador, al detector de armónica;
5. el árbol del motor ataca al primer reostato, un índice para la lectura de " $R$ " y un segundo reostato; un circuito de valor medio que comprende, montados en serie, el segundo reostato, un generador de corriente continua, un circuito que introduce un tiempo de respuesta, tal como un amortiguador, un integrador, un amperímetro que acusa el valor de " $\int R$ ", y un circuito de comparación que asegura la comparación de " $\int R$ " con un valor de referencia  $R_0$  y que ataca el mecanismo de elevación del circuito anódico de la cuba.
10. 20. 25. 8ª.- Aparato, según reivindicación 7ª, caracterizado porque el circuito que comprende el segundo arrollamiento del comparador de fases, así como el circuito de regulación, comprende contactores que permiten acoplarlo sucesivamente en distintas cubas alimentadas, en serie, a partir de un mismo origen de corriente.
15. 30.

300069

- 24 -



9ª.- "Procedimiento y aparato para la electrólisis ígnea de la alúmina"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

5.

Esta memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

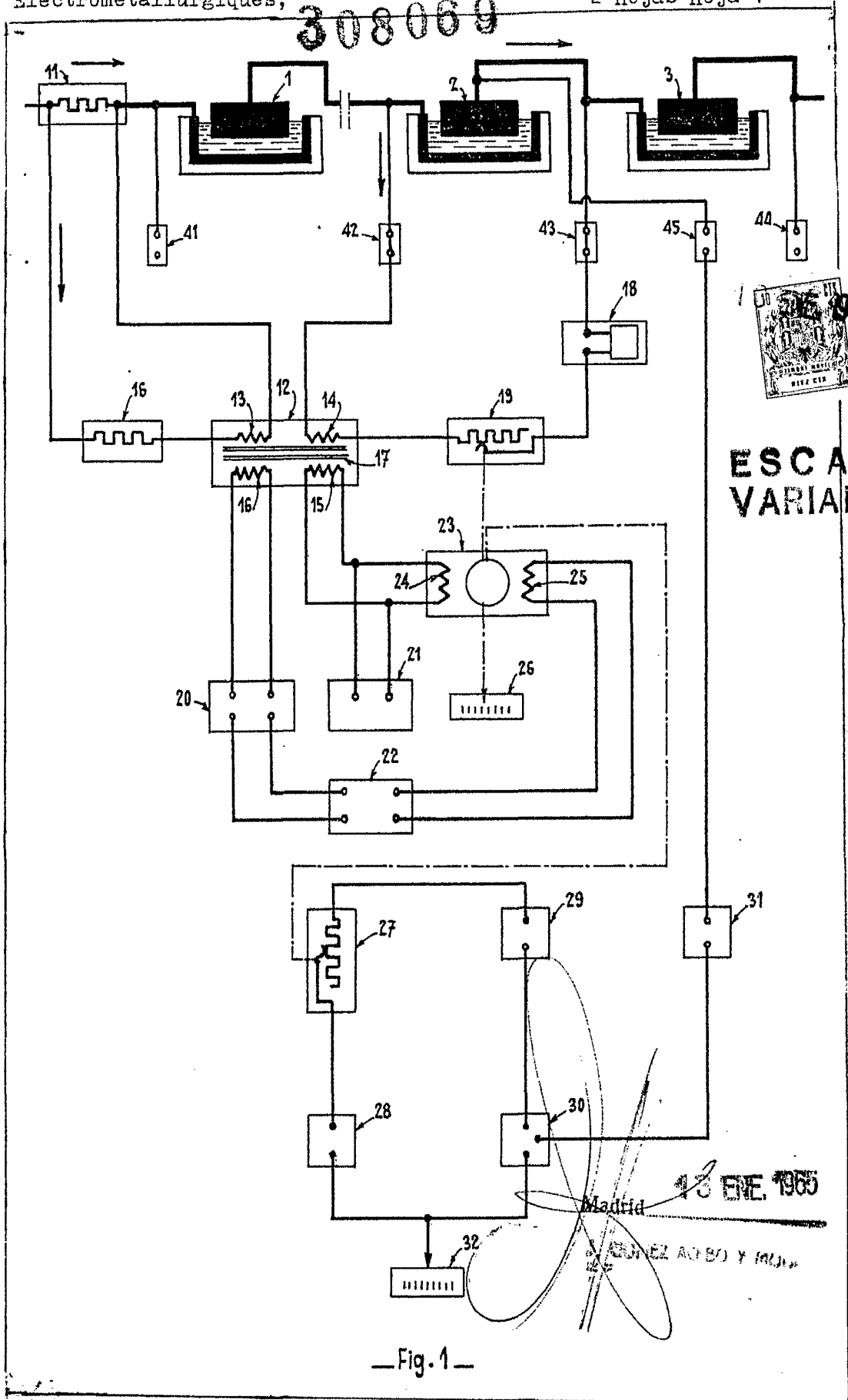
Madrid, 13 ENE 1965

PECHINEY, Compagnie de Produits Chimiques et Electrometallurgiques.-

J. GONZÁLEZ ACEBO Y MOLINA

A large, stylized handwritten signature in black ink, overlapping the typed name below it.

308069



— Fig. 1 —

308069

