



ESPAÑA

19 ES 21 22	11 NUMERO 488.533	10 A1
	23 FECHA DE PRESENTACION 13-2-80	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO PV 79 04476	32 FECHA 14 de Febrero de 1.979	33 PAIS Francia.
---	------------------------------------	---------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C25E 7106	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION PROCEDIMIENTO PARA SIMETRIZAR LA COMPONENTE VERTICAL DEL CAMPO MAGNETICO DE LAS CUBAS DE ELECTROLISIS DISPUESTAS A LO ANCHO.

71 SOLICITANTE (S) ALUMINIUM PECHINEY.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 28, rue de Bonnel, 69003 LYON (Francia)
--

72 INVENTOR (ES) Paul MOREL, Ing., Jean Pierre DUGOIS, Ing.
--

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO y POMBO
--

La presente invención se refiere a un procedimiento -
para simetrizar el campo magnético vertical en las cubas de elec-
trólisis de alta intensidad, conectadas en serie y dispuestas a
lo ancho con respecto al eje de la serie, destinadas a la produc-
5 ción de aluminio por electrólisis de alúmina disuelta en criolita
fundida.

Para la comprensión de todo lo que sigue, se recuerda
que la producción industrial del aluminio se opera por electrólisis
10 lisis ignea, en cubas conectadas eléctricamente en serie, de una
solución de alúmina en criolita llevada a una temperatura del ór-
den de 950 a 1.000°C por efecto Joule de la corriente que atra-
viesa la cuba.

Cada cuba comprende un cátodo rectangular que forma -
crisol, cuyo fondo está constituido por bloques de carbono sella-
15 dos sobre barras de acero denominadas barras catódicas, que sir-
ven para evacuar la corriente del cátodo hacia los ánodos de la
cuba siguiente.

Los ánodos, igualmente de carbono, son sellados sobre
vástagos fuertemente cerrados sobre barras de aluminio, denomina-
20 das barras anódicas, fijadas sobre una superestructura que cuel-
ga sobre el crisol de la cuba. Estas barras anódicas están conec-
tadas por conductores en aluminio denominados "subidos" a las -
barras catódicas de la cuba anterior.

Entre los ánodos y el cátodo se encuentra el baño de -
25 electrolisis, es decir la solución de alúmina en criolita. El -
aluminio producido se deposita sobre el cátodo, siendo mantenido
constantemente un volante de aluminio en el fondo del crisol ca-
tódico.

Al ser el crisol rectangular, las barras anódicas que
30 soportan los ánodos son, en general, paralelas a sus lados mayo-

res, mientras que las barras catódicas son paralelas a sus lados menores, denominados cabezas de cuba.

Las cubas son colocadas según filas, a lo largo ó a lo ancho, según que su lado mayor ó su lado menor sea paralelo al eje de la fila. Las cubas se conectan eléctricamente en serie conectándose las extremidades de la serie a la salidas positiva y negativa de una subestación eléctrica de rectificación y de regulación. Cada serie de cubas comprende un cierto número de filas conectadas en serie, siendo el número de las filas, preferentemente par a fin de evitar longitudes inútiles de conductores.

La corriente eléctrica que recorre los diferentes conductores: electrolito, metal líquido, ánodos, cátodos, conductores de conexión, crea campos magnéticos importantes. Estos campos inducen en el baño de electrólisis y en el metal fundido contenido en el crisol, fuerzas denominadas de Laplace que, por los movimientos que engendran son perjudiciales para la buena marcha de la cuba. El diseño de la cuba y de sus conductores de conexión es estudiado para que los campos magnéticos creados por las diferentes partes de la cuba y los conductores de conexión se compensen: se llega así a una cuba que tiene como plano de simetría el plano vertical paralelo a la fila de cubas y que pasa por el centro del crisol.

Sin embargo, las cubas son igualmente sometidas a campos magnéticos perturbadores que proceden de la ó de las filas adyacentes.

En lo que sigue, las palabras "anterior" y "posterior" se entienden con respecto al sentido general de la corriente eléctrica en la fila de cubas considerada. Se entiende por "fila adyacente" la fila más próxima de la fila considerada y por

"campo de la fila adyacente" la resultante de los campos de todas las filas diferentes de la fila considerada.

La finalidad de la invención es realizar una cuba cuyo sistema anódico sea alimentado por llegadas de corriente dispuestas sobre los lados menores de la cuba y cuyo diseño de conductores entre cuba sea tal que se realice una excelente simetría del campo magnético vertical según la regla siguiente:

- El valor absoluto de la componente B_z es el mismo en los cuatro ángulos,

- El signo de B_z es alternativamente positivo y negativo cuando se pasa de un ángulo de la cuba al otro según su perímetro.

Este resultado se obtiene:

a) habida cuenta del campo magnético creado por las filas de cubas adyacentes,

b) habida cuenta de la modificación del campo magnético debida a la presencia de las piezas ferromagnéticas situadas cerca de la cuba.

B_z designa la componente del campo magnético según el eje vertical Oz , en un triángulo de referencia cuyo eje Ox es paralelo al eje de la serie en el sentido de la corriente, fijándose el punto O en el centro del plano catódico.

En la patente francesa 2.333.060 y el certificado de adición 2.343.826 a esta patente, se han descrito medios que se refieren a la forma de compensar el campo magnético creado por las filas de cubas adyacentes aplicando un bucle de corriente bajo la cabeza exterior, es decir bajo el lado menor de la cuba más alejado de la fila más próxima. El dispositivo utilizado - consiste en desviar una parte de la corriente que rodea la cabeza exterior de la cuba haciéndola pasar por un conductor situado

bajo la cuba.

El procedimiento, objeto de la invención, que tiene como finalidad simetrizar la componente vertical del campo magnético de las cubas de electrólisis colocadas a lo ancho, es decir llevar el campo magnético vertical a tener sensiblemente el mismo valor absoluto en los cuatro ángulos de la cuba, con signos alternativamente positivo y negativo cuando se describe el perímetro de la cuba, consiste en modificar la repartición de la corriente en los conductores de alimentación del ánodo de una cuba posterior a partir del cátodo de la cuba anterior adyacente superponiendo a la cuba dos bucles eléctricos que producen un campo magnético vertical suplementario sensiblemente igual al campo magnético vertical medio de la cuba sobre su lado menor, y de sentido contrario, disponiéndose estos bucles eléctricos de compensación bajo cada uno de los lados menores ó "cabezas" de la cuba y en hacer pasar, por un conductor suplementario una fracción ó la totalidad de la corriente que recorre el colector negativo anterior, alcanzando este conductor suplementario el mismo colector anterior bordeando el lado mayor posterior de la cuba.

Los conductores suplementarios se colocan lo más alto posible bajo la cuba, horizontal y paralelamente a los lados menores de la cuba y de tal modo que los planos que pasan por el conductor interior y exterior y por la arista interior del ánodo sobre los lados menores interior y exterior respectivamente, formen con la vertical un ángulo sensiblemente igual a 45° .

Las figuras 1 y 2 esquematizan la posición del conductor de compensación bajo las cabezas de la cuba.

La figura 3 muestra la disposición geométrica real del bucle de compensación bajo una de las cabezas de la cuba.

La figura 4 esquematiza, en planta, la posición de los conductores de conexión entre dos cubas sucesivas y la posición de los bucles de compensación bajo las cabezas de una de las cubas (la cuba anterior).

5 Para la realización de la invención, es preciso en primer lugar determinar las intensidades I_i e I_e en los bucles de compensación.

Se calcula el campo magnético vertical en cada uno de los ángulos de la cuba (sea figura 3):

- 10 Bz_1 en el ángulo interior anterior
 Bz_2 en el ángulo interior posterior
 Bz_3 en el ángulo exterior posterior
 Bz_4 en el ángulo exterior anterior.

15 Las expresiones anterior/posterior han de entenderse con respecto al sentido general de la corriente en la fila de la cuba. El cálculo de estos campos se realiza teniendo en cuenta el campo magnético creado por las filas adyacentes y la acción sobre el campo de las masas ferromagnéticas situadas cerca de la cuba.

20 Se escriben entonces las dos ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} Bz_1 + Bz_2 &= 0 \\ Bz_3 + Bz_4 &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

25 Las ecuaciones (1) son lineales en I_i e I_e (siendo el campo magnético proporcional a la intensidad) y permiten por tanto determinar I_i e I_e .

30 Ahora bien, se sabe que ausencia de las filas adyacentes, la componente vertical Bz_1, Bz_2, Bz_3, Bz_4 del campo magnético en los cuatro ángulos de la cuba es antisimétrica en y , - siendo la cuba, por construcción, simétrica con respecto al plano xOz .

$$Bz'_1 = Bz'_4$$

$$Bz'_2 = Bz'_3$$

El campo vertical creado por las filas adyacentes, por una parte, y por los bucles magnéticos, por otra, es prácticamente independiente de la abscisa x , es decir que tiene un valor constante bz sobre todo el lado menor interior y un valor constante $b'z$ sobre todo el lado exterior.

Se obtiene por tanto:

$$Bz_1 = Bz'_1 + bz$$

$$Bz_2 = Bz'_2 + bz$$

$$Bz_3 = Bz'_3 + bz' = -Bz'_2 + bz'$$

$$Bz_4 = Bz'_4 + bz' = -Bz'_1 + bz'$$

Las ecuaciones (1) traen consigo:

$$bz = -bz' = -\frac{Bz'_1 + Bz'_2}{2}$$

$$Bz_1 = \frac{Bz'_1 - Bz'_2}{2}$$

$$Bz_2 = \frac{Bz'_2 - Bz'_1}{2}$$

$$Bz_3 = \frac{Bz'_1 - Bz'_2}{2}$$

$$Bz_4 = \frac{Bz'_2 - Bz'_1}{2}$$

$$Bz_1 = -Bz_2 = Bz_3 = -Bz_4 \quad (2)$$

La finalidad es modificar, mejorándole, el campo magnético vertical sobre el lado menor de la cuba, por lo que se colocará el conductor que pasa bajo la cuba de modo que tenga una acción máxima en esta zona.

En la figura 1, C representa la sección del conductor de compensación vista en extremo, y M, el punto donde el campo

magnético a compensar es el más intenso; α es el ángulo que forma el plano que contiene el conductor de compensación C y el punto M con la vertical. Si se llama I la intensidad de la corriente en el conductor C, el campo magnético B en el punto M vale:

$$B = \frac{2 I}{h} \cos. \alpha$$

Si se llama B_z la componente vertical del campo en el punto M, se tiene:

$$\begin{aligned} B_z &= B. \sin \alpha \\ &= \frac{1}{h} \times 2 \cos \alpha \sin \alpha \\ &= \frac{1}{h} \sin 2 \alpha \end{aligned}$$

B_z es máxima para $\sin 2 \alpha = 1$, por ende para $\alpha = 45^\circ$.

El conductor de compensación debe por tanto colocarse como se vé en la figura 2, de tal modo que el plano definido por el conductor y por el ángulo exterior del ánodo forme un ángulo sensiblemente igual a 45° con la vertical.

En esta figura 2 que esquematiza una sección vertical de la cabeza exterior de una celda de electrólisis, (1) es el ánodo, (2) el electrolito fundido, (3) la capa de aluminio líquido, (4) el bloque catódico, (5) el ángulo inferior del ánodo cerca del cual el campo magnético vertical a compensar es máximo y (6) el conductor de compensación.

La figura 3, que es una vista esquemática en perspectiva de una cabeza de una celda de electrólisis, precisa la posición y el trazado del conductor de compensación 7. Comprende: un descenso 8 a partir del conductor negativo exterior anterior 9 hasta la altura del fondo de la cuba 10, un paso horizontal 11 bajo la cuba paralelamente a su lado menor 12, un ascenso 13

hasta la altura del colector negativo exterior posterior 14, -
colocado entre éste último y el cajón de la cuba, y un retorno
15, paralelamente al lado mayor de la cuba 16, para alcanzar el
colector exterior anterior 9. El trazado punteado y flechado in-
52 dica como se forma el bucle eléctrico generador del campo de -
compensación. Las barras catódicas son designadas con la referen-
cia 17. Un bucle idéntico y simétrico con respecto al eje de la
serie, se dispone sobre la otra cabeza de la cuba, como se mues-
tra en la figura 4.

10 Sobre una serie de cubas de 90 KA, con 14 m de distan-
cia entre filas de cubas, se utiliza el dispositivo indicado -
más arriba y se calcula, a partir de las ecuaciones (1):

$$I_i = 9 \text{ kA aproximadamente}$$

$$I_e = 22,5 \text{ KA aproximadamente.}$$

15 Sobre estas cubas se han medido los campos magnéticos
verticales siguientes: en los ángulos:

$$B_{z_1} = 31 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_2} = -40 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_3} = 30 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_4} = -40 \text{ Gauss.}$$

20 La simetría se realiza por tanto de un modo totalmen-
te satisfactorio.

Sobre una serie de cubas idénticas, pero no compensa-
das, se ha medido por comparación los campos magnéticos vertica
25 les siguientes, en los ángulos:

$$B_{z_1} = 55 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_2} = -25 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_3} = 15 \text{ Gauss}$$

$$B_{z_4} = -75 \text{ Gauss.}$$

30 Dicho desequilibrio afecta la buena marcha de las cu-

bas y se traduce por un rendimiento Faraday insuficiente.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, -
así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse -
constar que las disposiciones anteriormente indicadas son suscep
5 tibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su prin
cipio fundamental.

10

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para simetrizar la componente vertical del campo magnético de las cubas de electrólisis dispuestas a lo ancho, es decir para llevar el campo magnético vertical a tener sensiblemente el mismo valor absoluto, en los cuatro ángulos de la cuba, con signos alternativamente positivo y negativo cuando se describe el perímetro de la cuba, procedimiento según el cual se modifica la repartición de la corriente en los conductores de alimentación del ánodo de una cuba posterior a partir del cátodo de la cuba anterior adyacente a fin de superponer a la cuba dos bucles eléctricos que producen un campo magnético vertical suplementario sensiblemente igual al campo magnético vertical medio de la cuba sobre su lado menos, y de sentido contrario, caracterizado porque los bucles eléctricos están situados bajo cada uno de los lados menores de la cuba.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se forma un bucle de corriente bajo cada cabeza de cuba, haciendo pasar por un conducto suplementario al menos una fracción de la corriente que recorre el colector negativo anterior, alcanzando este conductor suplementario el mismo colector anterior bordeando el lado mayor posterior de la cuba.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los conductores suplementarios están colocados lo más alto posible bajo la cuba, horizontal y paralelamente a los lados menores de la cuba, de tal modo que los planos que pasan por el conductor interior y exterior y por la arista interior del ánodo, sobre los lados menores interior y exterior, formen respectivamente con la vertical un ángulo sensiblemente igual a 45°.

4.- Procedimiento para simetrizar la componente verti

30

cal del campo magnético de las cubas de electrólisis dispuestas a lo ancho; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

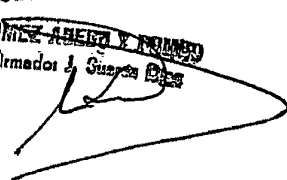
Esta Memoria consta de 11 hojas escritas a máquina -
5 por una sola cara.

Madrid, 18 MAR. 1980

ALUMINIUM PECHINEY.

J. M. GÓMEZ AGUIRRE Y FERNÁNDEZ

D. P. Firmador J. Gómez Aguirre



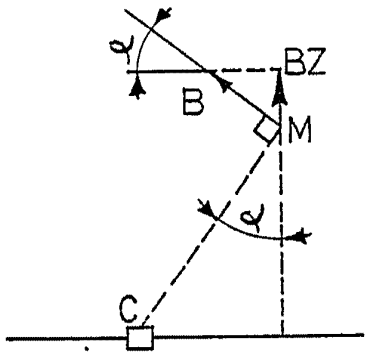


FIG.1

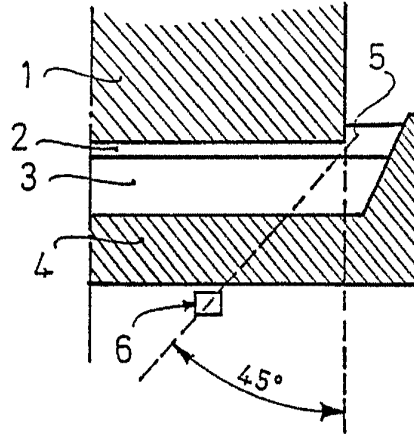


FIG.2

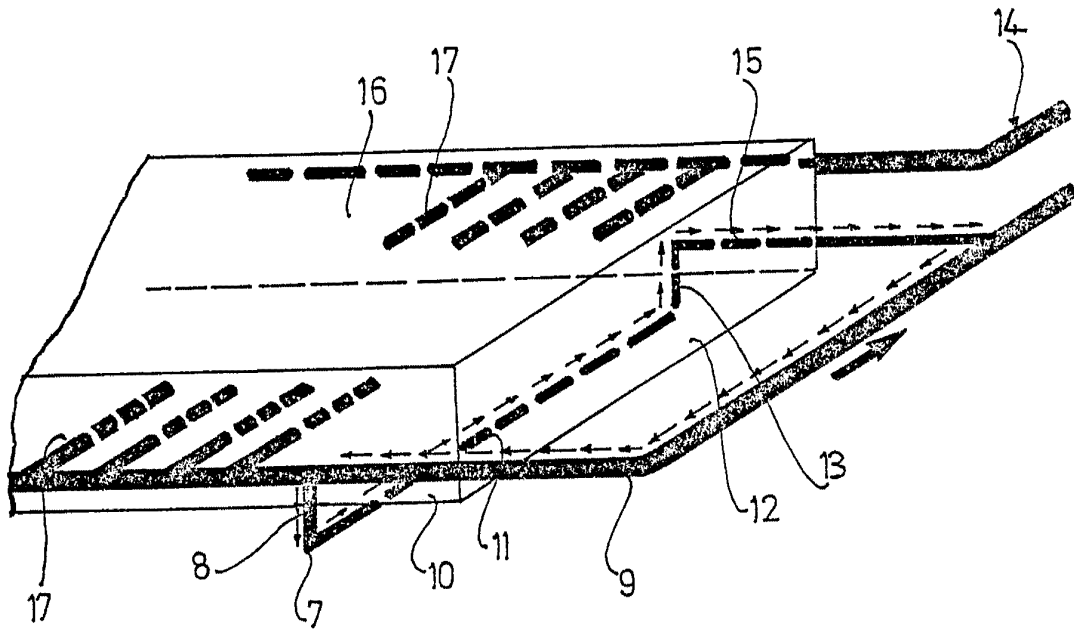
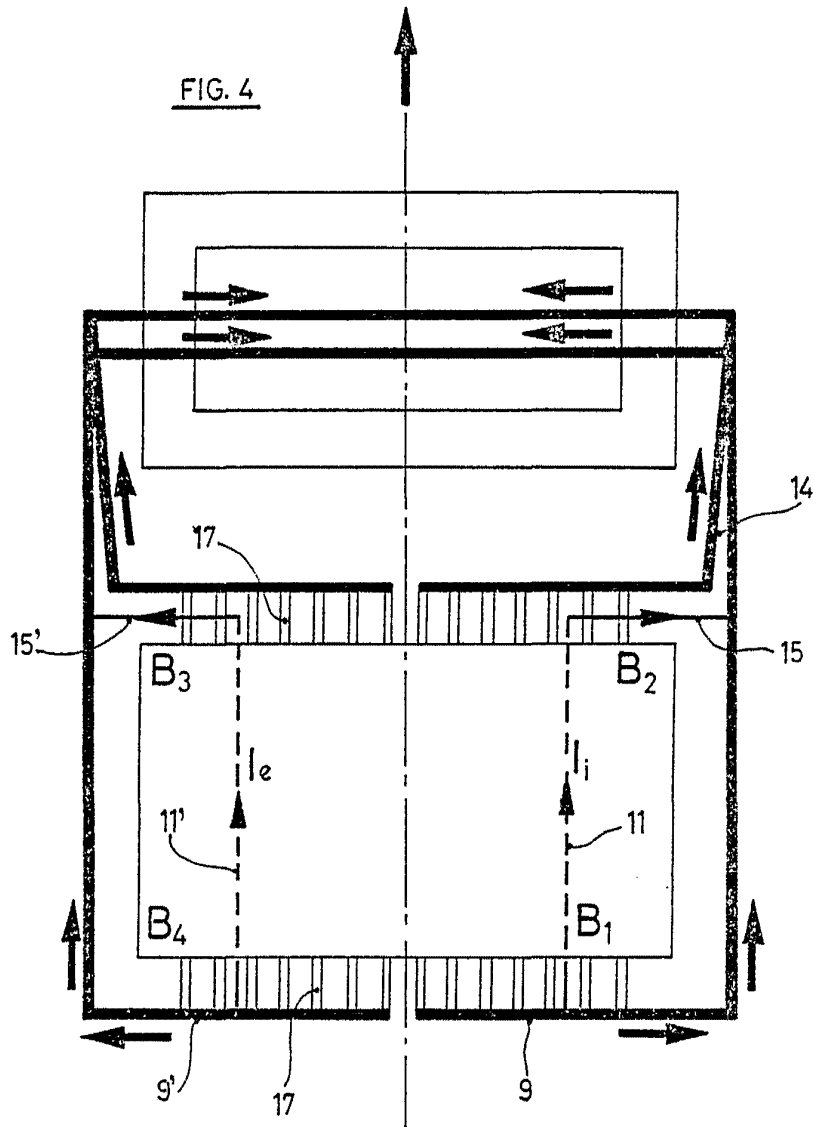


FIG.3

ESCALA VARIABLE.

Madrid 10 MAR. 1900

J. M. GOMEZ ABEJO Y FERRERES
p. p. Firmados J. Suarez Diaz



ESCALA VARIABLE.

Madrid 19 MAR 1900
J. M. GOMEZ ADEDO Y PUNZO
D. D. Arredoi J. Suarez Diaz