

253128



253128

MEMORIA DESCRIPTIVA  
de una Patente de Invención a nombre de:  
KNAPSACK GRIESHEIM AKTIENGESELLSCHAFT, de  
nacionalidad alemana, domiciliada en KNAP  
SACK BEI KÖLN, (Alemania); por: "PERFEC-  
CIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS HORNOS ELEC-  
TRICOS CON ELECTRODOS PERMANENTES".

-----ooo000ooo-----

El invento se refiere a perfeccionamientos en los  
hornos electricos con electrodos permanentes provistos de un man-  
to metálico y de una armadura metálica, los cuales se calcinan  
en el horno en que se emplean, y consiste en que los conducto-  
5 res de entrada de la corriente se colocan en la parte no calci-  
nada de los electrodos con su canto inferior a 1 a 5 aproxima-  
damente, dado el caso también 2 ó 3 ó 4 metros por encima del  
extremo superior de la parte calcinada de los electrodos; en que  
la corriente se conduce a la parte calcinada de los electrodos



10 únicamente a través del manto metálico y de la armadura metálica; en que en estas partes metálicas se mantiene una densidad de corriente hasta cuando más de unos 2,5 amp. por  $\text{mm}^2$ . de la sección transversal del metal, por ejemplo de la sección transversal del hierro; en que el manto metálico y la armadura metálica poseen una sección transversal que según la densidad de corriente hasta para que estas partes metálicas, al paso de la corriente en el servicio, no se calienten por encima de  $\pm 500^\circ \text{C}$  y en que la carga específica de todo el electrodo no sobrepasa de 4 amp por  $\text{cm}^2$  de la sección transversal de los electrodos.

20 Ciertamente que ya es sabido el colocar los conductores de entrada de la corriente en la parte no calcinada de los electrodos permanentes, y que por otra parte se ha procurado emplear el manto metálico y la armadura metálica de los electrodos permanentes para la entrada de la corriente desde la parte no calcinada a la parte calcinada del electrodo, pero hasta el presente se ha procurado mantener la entrada de la corriente tan cerca como es posible de la parte calcinada del electrodo o hacer que dicha entrada de la corriente quede situada sobre la parte del electrodo que ya estaba calcinada. Con esto se ha querido mantener tan corto como es posible el recorrido desde el portaelectrodo hasta el extremo inferior del mismo electrodo y para lograr esto se ha recurrido también a los llamados portaelectrodos profundos, en los que la admisión de la corriente quedaba situada en el horno cerrado por debajo de su tapa.



35            Ahora bien, según el invento es posible renunciar a  
tales portaelectrodos profundos y colocar las admisiones de  
las corrientes bastante por encima del extremo superior de la  
parte calcinada de los electrodos permanentes, manteniendo enton-  
ces al mismo tiempo en el manto metálico y en la armadura metá-  
40 lica una densidad de corriente hasta cuando más de 2,5 amp. por  
 $\text{mm}^2$  de la sección transversal del metal, por ejemplo de la sec-  
ción transversal del hierro.

Gracias a esta limitación de la carga de corriente  
es posible conducir toda la corriente introducida a través del  
45 manto metálico y de la armadura metálica a la parte calcinada  
del electrodo, cuando además se observa la medida de que la  
sección transversal del manto metálico y de la armadura metálica  
sea tal que estas partes metálicas no se calienten por encima  
de + 500° C al paso de la corriente en el servicio.

50            Si la densidad de la corriente pasa de unos 2,5 amp.  
por  $\text{mm}^2$  de la sección transversal del metal, por ejemplo llega  
a 4 hasta 5 amp. por  $\text{mm}^2$  de la sección transversal del metal, en-  
tonces el manto metálico y la armadura metálica se ponen ya tan  
calientes por el paso de la corriente y por el calor ascendente  
55 del hogar del horno, que pierden su resistencia de aguante, de  
suerte que ocurre que el electrodo, por efecto de su propio peso  
se rompe cerca de la zona de combustión.

Ahora bien, si la sección transversal del manto metá-  
lico y de la armadura metálica se hiciesen tan grandes que ambos



60 aún con una densidad de corriente de por ejemplo 4 a 5 amp. no  
se pusiesen calientes en grado no permisible, entonces, al emplear  
hierro, la sección transversal del manto y de la armadura re-  
sultarían tan grandes que llegaría demasiado hierro a la mesa  
fundida del horno eléctrico, por lo cual no sería ya posible nin-  
65 gún funcionamiento económico.

Por consiguiente, según el invento la sección transver-  
sal del manto metálico y de la armadura metálica debe mantenerse  
pequeña. Solo necesita ser tan grande que precisamente una den-  
sidad de corriente hasta cuando más de 2,5 amp. por  $\text{mm}^2$  de la  
70 sección transversal del metal, por ejemplo de la sección trans-  
versal del hierro, no provoque ningún caldeo no permisible.

Para todo el electrodo no debe sobrepasarse una carga  
específica de corriente de 3 a 4 amp. por  $\text{cm}^2$  de la sección  
transversal del electrodo, para que la zona de combustión quede  
75 situada lo más cerca posible del extremo interior del electrodo,  
esto es, para que la parte calcinada del electrodo sea corta.  
Si se permitiese una densidad mayor de corriente, por ejemplo de  
6 a 7 amp. por  $\text{cm}^2$  de la sección transversal del electrodo, enton-  
ces en todas las circunstancias se quemaría el electrodo hasta  
80 la zona de los conductores de entrada de la corriente.

La experiencia ha demostrado que los electrodos perma-  
nentes solo pueden trabajar perfectamente cuando la parte calcina-  
da del electrodo es corta, esto es, cuando su longitud no supera  
aproximadamente el doble diametro del electrodo. Si el electro-

23498



85 do se calcina en un trozo más largo, entonces este muñón largo  
calcinado no solo se expone en grado grandísimo a esfuerzos mecá-  
nicos transversales, sino que por efecto de su peso más elevado  
carga muchísimo el manto del electrodo y su armadura de hierro,  
de la que totalmente o en parte considerable cuelga el muñón  
90 calcinado.

Frente a los portaelectrodos profundos hasta ahora  
empleados, el procedimiento del invento tiene la ventaja de que  
puede evitarse el complicado dispositivo refrigerador con el  
horno cerrado por debajo de la tapa del mismo horno, no metien-  
95 dose ya el portaelectrodo en el horno tan cerca como sea posible  
sino a la inversa colocándolo en el electrodo tan alto como sea  
posible.

Gracias a esto, además de ser pequeño el esfuerzo  
soportado por los conductores de entrada de la corriente a con-  
100 secuencia del calor del horno, y gracias a ser menos complicada  
la construcción, se logra la ventaja de que el reajuste de los  
conductores de entrada de la corriente solo se necesita reali-  
zando a intervalos de tiempo muy grandes, pues cuanto más largo  
es el recorrido desde la tapa del horno hasta el conductor  
105 de entrada tanto mayores son los intervalos de tiempo a los que  
hay que realizar el reajuste del conductor de entrada en el elec-  
trodo. Por consiguiente, el conductor de entrada de la corriente  
en el electrodo puede trasladarse hacia abajo en un trozo con-  
siderablemente mayor que hasta aquí con el electrodo sin va-



110 riación alguna, antes de que sea necesario tirar el mismo hacia arriba nuevamente por haber llegado por abajo hasta la tapa del horno.

Otra forma distinta del funcionamiento según el invento consiste en emplear conductores de entrada de la corriente  
115 te fijos en el espacio y utilizar dispositivos de sostén, de elevación y descenso que ataquen en los extremos superiores de los electrodos.

Aquí se logra la ventaja de no tener ya que reajustar en absoluto los conductores de entrada de la corriente,  
120 pues no se trasladan ya hacia abajo con los electrodos y luego se tienen que elevar nuevamente, sino que se disponen fijos respecto por ejemplo, a la tapa del horno. Con esta medida las entradas de la corriente solo sirven preferentemente como tales. El sostén, la elevación y el descenso de los electrodos  
125 se realiza mediante dispositivos que atacan en el extremo superior de los electrodos, por ejemplo, en la parte superior de las chapas del manto de los electrodos.

En el servicio de los hornos con electrodos permanentes según el invento se logra además la importante ventaja  
130 de que no hay que atender al estado de calcinación de los electrodos. Naturalmente que la zona de calcinación del electrodo debe quedar siempre por debajo de la tapa del horno.

Podía esperarse que en los electrodos se presentase una condensación de corriente hacia afuera, de suerte que la



135 sección transversal del manto de hierro y de la armadura de  
hierro no bastase ya para conducir la corriente desde el con-  
ductor de entrada a la parte calcinada del electrodo, sin que  
las partes de hierro se calentasen indebidamente.

140 Tanto más sorprendente ha sido el que, a pesar del  
efecto skin, fuese posible, sin aumentar el espesor de la chapa  
del manto del electrodo, dicho paso de la corriente, aún cuan-  
do la sección transversal del manto metálico y de la armadura  
metálica solo sea de tal valor que pueda mantenerse una carga  
de cuando más 2,5 amp. por  $\text{mm}^2$  de la sección transversal del  
145 metal.

El siguiente ejemplo servirá para explicar el nuevo  
procedimiento:

#### Ejemplo

150 En un horno eléctrico cerrado para la obtención de  
fósforo se disponen en los vértices de los ángulos de un trian-  
gulo equilátero tres electrodos permanentes de 1350 mm de diá-  
metro cada uno, siendo la distancia recíproca de los ejes de  
los electrodos de unos 3000 mm.

155 El interior del horno se cierra herméticamente por  
una cúpula y mediante tres cajas de estopas colocadas alrededor  
de los electrodos, respecto a la atmósfera exterior.

Los electrodos poseen un manto de hierro con 2 mm de  
espesor de la chapa y en el interior una armadura de hierro,  
escogiéndose ambas cosas de manera que conjuntamente den una

9.11.28



160 sección transversal en el hierro de unos 220 cm<sup>2</sup>.

Los electrodos penetran desde la superficie de la cúpula del horno y en el interior de éste, por término medio 3500 mm. La zona de calcinación en que se calcina la masa de los electrodos existente en el interior de los mismos, queda  
165 por su borde superior situada unos 500 mm por debajo de la superficie de la tapa del horno.

El portaelectrodo que dá entrada a la corriente, y que por ejemplo se compone de una corona de 10 placas de contacto comprimidas bajo presión y cada una de 120 cm de largo, se dis-  
170 pone ahora de modo que se encuentra por encima de la cúpula del horno y precisamente con su borde inferior 1,0 hasta 5,0 m aproximadamente por encima del extremo superior de la parte calcinada, esto es, 0,5 hasta 4,5 m aproximadamente por encima de la superficie superior de la cúpula del horno.

175 Ahora se sirve el horno con la mezcla conocida para la obtención de fósforo compuesta de fosfato bruto, carbón y sílice y se da entrada a una corriente eléctrica de unos 55000 amp por electrodo. La tensión varía con la capacidad del horno en cada caso requerida y es de unos cientos de voltios. Los elec-  
180 trodos no se ponen calientes en grado no permisible. El horno puede servirse en la forma ordinaria.

Aquí debemos advertir que el paso de corriente no necesita en caso alguno producir solo el caldeo, sino que la temperatura más alta se presenta cerca de la zona de calcinación en



185 una zona por tanto, en la que tiene también actividad el calor ascendente del horno.

Gracias al nuevo procedimiento se logra la ventaja de que puede renunciarse a los portaelectrodos profundos y a sus complicados dispositivos de refrigeración; de que los porta-  
190 electrodos de entrada de la corriente de los electrodos solo necesitan reajustarse a mayores intervalos de tiempo que hasta aquí, o nada absolutamente en los electrodos; de que además el dispositivo destinado a desplazar el electrodo puede ser de construcción más sencilla y de que el electrodo se sirve exclusi-  
195 vamente según las exigencias del servicio sin atender a su estado de calcinación.

Aplicando el procedimiento del invento el muñón calcinado del electrodo no debe sobrepasar una longitud de próximamente el doble de diámetro del electrodo y por consiguiente  
200 no debe pasar de un peso de por ejemplo unas 6 t.

En una zona determinada del electrodo, a saber, en aquella en que el manto de hierro cede su función de soporte al electrodo calcinado, el electrodo, el manto de hierro y la armadura de hierro se hallan justamente en situación, conser-  
205 vando dicho peso, de sostener con seguridad el muñón calcinado del electrodo.

Por eso la carga de corriente de la sección transversal del manto metálico debe mantenerse por bajo del límite anteriormente señalado, con objeto de que el hierro del manto no se



210 ponga en la zona crítica un poco por encima de la zona de combus-  
tión más caliente de lo que se necesita para calcinar la masa del  
electrodo. El manto normal de los electrodos con el paso de 2,5  
amp por  $\text{mm}^2$ , no se calienta considerablemente, solo en la proxi-  
midad de  $+ 500^{\circ} \text{C}$  pondría en peligro la resistencia del hierro  
215 una densidad de corriente superior a 2,5 amp por  $\text{mm}^2$ .

La carga total del electrodo no debe pasar de 3 a 4  
amp. por  $\text{cm}^2$  pues de lo contrario la calcinación alcanzaría un  
trozo demasiado largo y también demasiado pesado del electrodo  
por lo cual según las experiencias no se garantiza ya la esta-  
220 bilidad del electrodo permanente.

El procedimiento para el servicio de hornos eléctri-  
cos con electrodos permanentes provistos de un manto metálico y  
de una armadura metálica y que se calcinan en el horno en el  
que se emplean, se distingue por tanto según el presente inven-  
225 to por las siguientes características:

- a) los conductores de entrada de la corriente se co-  
locan en la parte no calcinada de los electrodos  
con su borde inferior próximamente 1 a 5 metros  
por encima del extremo superior de la parte cal-  
230 cinada de los electrodos.
- b) la corriente solo se conduce a través del manto  
metálico y de la armadura metálica a la parte cal-  
cinada de los electrodos.
- c) la densidad de la corriente en el manto metálico



235 y en la armadura metálica se ajusta cuando más a 2,5 amp por  $\text{mm}^2$ .

240 d) la relación de las secciones transversales del manto metálico y de la armadura metálica respecto a la sección transversal de todo el electrodo, se calcula de modo que la carga específica de todo el electrodo no sobrepase el valor de 4 amp, por  $\text{cm}^2$ .

245 Finalmente según el invento se emplean conductores de entrada de la corriente fijos en el espacio y también dispositivos de sostén, elevación y descenso que atacan en los extremos superiores de los electrodos.

----- N O T A -----

Se reivindica como nuevo y de propia invención:

250 1.- Perfeccionamientos introducidos en los hornos eléctricos con electrodos permanentes provistos de un manto metálico y de una armadura metálica, que se calcinan en el horno en que se emplean, caracterizados porque los conductores de entrada de la corriente se colocan en la parte no calcinada de los electrodos con su borde inferior 1 hasta 5 m aproximadamente por encima del extremo superior de la parte calcinada de los electrodos, conduciéndose la corriente únicamente a través del manto metálico y de la armadura metálica a la parte calcinada de los electrodos, ajustándose la densidad de corriente en el manto metálico y en la armadura metálica cuando más a 2,5 amp por  $\text{mm}^2$  y calculándose la relación

255



NOV.

de las secciones transversales del manto metálico y de la armadura  
260 metálica respecto a la sección transversal de todo el electrodo de  
modo que la carga específica de todo el electrodo no sobrepase el  
valor de 4 amp por  $\text{cm}^2$ .

2.- Perfeccionamientos según lo reivindicado en el punto  
1, caracterizados porque se emplean conductores de entrada de  
265 la corriente fijos en el espacio.

3.- Perfeccionamientos según lo reivindicado en los pun-  
tos 1 y 2 caracterizados porque se emplean dispositivos de sostén  
elevación y descenso que atacan en los extremos superiores de  
los electrodos.

270 4.- PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS HORNOS ELEC-  
TRICOS CON ELECTRODOS PERMANENTES.

Tal como se describe y reivindica en la presente Me-  
moria Descriptiva, que consta de doce hojas escritas a máquina por  
una sola cara.

Madrid, 4 de Noviembre de 1.959

*Carlos Juncos*