

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

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

19 ES	11 21	483012	10 A1
22		FECHA DE PRESENTACION 31 JUL. 1979	

## PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 8356/78-6		32 FECHA 4- Agosto 1.978	33 PAIS SUIZA
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	
64 TITULO DE LA INVENCION <b>PERFECCIONAMIENTOS EN LAS PILAS ELECTROLITICAS CON COMPONENTES COMPENSADOS DEL CAMPO MAGNETICO<sup>®</sup>.</b>  C25 B 3/06			
71 SOLICITANTE (S) <b>SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM, AG.</b>			
DOMICILIO DEL SOLICITANTE <b>CHIPPIS (Suiza)</b>			
72 INVENTOR (ES) <b>D. WOLFGANG SCHMIDT-HATTING.</b>			
73 TITULAR (ES) <b>SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM, AG.</b>			
74 REPRESENTANTE <b>M.V. DE LA TORRE</b>			

- Memoria Descriptiva -

El invento se refiere a una pila electrolítica para obtener aluminio mediante electrólisis en metal fundido, desde cuyos lados longitudinales la corriente eléctrica que sale de las varillas catódicas, es dirigida, -  
5 por medio de un mínimo de cuatro barras colectoras, así-  
metricamente, a las barras anódicas del horno siguiente.

Para obtener aluminio por electrólisis de óxido de aluminio, se disuelve este en una colada de fluoruro de aluminio, formada, en su mayor parte por criolita ( $\text{AlF}_3$ ).  
10 El aluminio catódicamente separado se deposita bajo la colada de fluoruro sobre el fondo de carbón de la pila, formando el cátodo la superficie del aluminio fluido.

Los ánodos, que en el procedimiento normal están constituidos por carbono amorfo, se sumergen en la fusión desde la parte superior y en los ánodos, a causa de la descomposición electrolítica del óxido de aluminio, -  
15 se forma oxígeno que produce CO y  $\text{CO}_2$  como consecuencia del empleo de ánodos de carbono. La electrólisis se desarrolla a una temperatura de 900 a 1000 C.

El conocido principio de una pila electrolítica de aluminio normal con ánodos de carbón pre-quemados puede verse en la figura 1, que representa un corte vertical en sentido longitudinal a través de una parte de una pila electrolítica. La cuba de acero -12-, que va revestida a un aislamiento térmico -13- de material ignífugo estable al calor y de carbono -11-, contiene la colada de fluoruro -10-, el electrolito. El aluminio catódicamente separado -14-, se deposita sobre el fondo de carbón -15- de la pila. La superficie -16- del aluminio fluido representa el cátodo. En el revestimiento de carbono  
20  
25  
30

-11- van embutidas, en sentido transversal a la dirección longitudinal de la pila, unas varillas catódicas de hierro -17-, que conducen lateralmente hacia el exterior la corriente eléctrica procedente del revestimiento de carbono -11- de la pila. En la colada de fluoruro -10- se sumergen desde la parte superior los ánodos -18- de carbono amorfo que transportan al electrolito una corriente continua. Los ánodos van firmemente unidos con las varillas anódicas -21-, a través de las barras conductoras -19- y de los cierres -20-.

La corriente circula desde las varillas catódicas -17- de una pila a través de unas barras colectoras no representadas, a la varilla anódica -21- de la pila siguiente. La corriente circula desde la varilla anódica -21-, a través de la barra conductora -19-, los ánodos -18-, el electrolito -10-, el aluminio fluido -14- y el revestimiento de carbono -11-, hasta las varillas catódicas -17-. El electrolito -10- va recubierto de una costra -22- de colada solidificada y de una capa de óxido de aluminio -23-. Entre el electrolito -10- y la costra rígida -22- se forman, durante el servicio, unas cámaras -25-. En los costados del revestimiento de carbono -11- se forma también una costra de electrolito rígido, el borde -24-, el cual es determinante de la dilatación horizontal del baño formado por el aluminio fluido -14- y por el electrolito -10-.

La separación d desde la cara inferior del ánodo -26- a la superficie del aluminio -16-, llamada también distancia interpolar, puede variarse subiendo o bajando la varilla anódica -21- con auxilio del meca-

nismo elevador -27- que va montado sobre las columnas -28-. Cuando se acciona el mecanismo elevador -27- se levantan simultáneamente todos los ánodos (o se bajan). Además, la posición, en cuanto a altura, de los ánodos puede graduarse independientemente, en la forma conocida, con auxilio de los cierres -20- existentes en la varilla anódica -21-.

Los hornos electrolíticos van dispuestos en serie en la forma normal o dispuestos longitudinal o transversalmente. La corriente electrolítica atraviesa primero los hornos conectados en serie de una fila y vuelve después, en una o varias series de hornos contiguos, hasta el rectificador a alimentar.

Esta conducción o conducciones de retorno generan una corriente de dispersión magnética vertical  $H_z$  que puede calcularse, de acuerdo con la siguiente fórmula, que tiene aplicación general para los conductores atravesados por la corriente:

$$H_z = \frac{I}{2 \pi r} \quad (\text{A/cm})$$

en donde I es la intensidad en amperios y r la separación media con respecto a la fila de hornos contigua.

Los campos magnéticos generados por las series de hornos contiguos alteran considerablemente la simetría magnética deseada de una pila electrolítica, porque en determinadas partes del horno se añaden a los campos magnéticos propios, mientras que, por el contrario, en otros, se deducen de los mismos. El campo magnético originado por la superposición genera asimetrías en el metal del horno, que, en combinación con los cam-

ponentes horizontales de la densidad de la corriente, -  
son responsables de corrientes, abombamientos y vibra-  
ciones en el metal. Como quiera que todos estos fenóme-  
nos tienen una repercusión inconveniente, tiene la ma-  
5 yor importancia poder influir en la distribución magne-  
tica de los campos de acuerdo con consideraciones teóri-  
cas y experiencias prácticas.

Es un hecho conocido el de que la distribu-  
ción del campo en el metal fundido del electrolito pue-  
de regularse en las proximidades y en la lejanía de los  
10 alrededores del horno, mediante la adecuada elección de  
la distribución de corriente. Así, se ha conseguido, por  
ejemplo, simetrificar o dimensionar correspondientemente  
hornos de 210 kA, tanto magnéticamente, como en lo que  
15 se refiere a la densidad de la corriente. Como quiera -  
que en la distribución del campo intervienen, no solo -  
influencias del campo cercano, sino también influencias  
de las series de hornos vecinas, es problemático compen-  
sar en suficiente medida en un horno electrolítico el -  
20 campo lejano.

En "Erzmetall" 27/10, (1974), 464, señala el  
técnico que en los hornos electrolíticos de simetría ex-  
traordinariamente buena, deben acoplarse otras asime-  
trías para evitar vibraciones en el aluminio separado y  
25 esto se consigue separando los carriles de aluminio ca-  
tódicos en un lugar determinado, sin dejar sin corrien-  
te el horno. La separación se efectúa de forma tal que  
con respecto al eje transversal del horno no derivan mu-  
chas barras catódicas su corriente hacia los lados lon-  
30 gitudinales del horno.

Este conocido procedimiento se representa en la figura 2 y de acuerdo con el mismo, la corriente continua de un horno -30- es conducida, a través de las varillas catódicas -17- y de las barras colectoras catódicas -31- a una diagonal no representada de la pila siguiente. La barra colectora -31- se separa en -32-, aplicándose intencionadamente una asimetría en la conexión catódica, con respecto al eje transversal -33-. Magnéticamente, se crea por la separación un campo adicional ascendente, pudiéndose eliminar efectivamente las corrientes magnéticamente condicionadas en el metal fluido.

La patente BE-OS 26 53 743 describe la comprensión de campos magnéticos en los que los extremos de las varillas catódicas están unidas, por lo menos, en un lado longitudinal de los hornos electrolíticos transversales, en un número diferente, con los ánodos del horno siguiente a través de las barras colectoras. Esto, en lo que se refiere al campo magnético adicional, tiene la misma influencia que la separación de las barras o carriles.

En ambos casos, representa un inconveniente el hecho de que el campo magnético que se genera se realice en el horno siguiente de la conexión eléctrica en serie.

Por este motivo, el inventor se ha propuesto crear una pila electrolítica para la producción de aluminio en la que la dispersión magnética pueda reducirse o eliminarse a través de las filas de hornos contiguos, sin incluir en el campo adicional de los hornos sucesivos.

El objetivo que se persigue se resuelve con el invento, disponiendo las barras colectoras catódicas que van a derivar la corriente en direcciones opuestas, en uno de los lados longitudinales del horno, a diferentes distancias  $D, d$  del eje longitudinal, y las barras colectoras del otro lado a diferentes distancias  $D', d'$  del eje longitudinal, encontrándose los carriles (o barras) de separaciones más largas  $D, D'$  o las barras de separaciones más cortas,  $d, d'$  en posición diametralmente opuestas y aplicándose los desplazamientos  $D-d$  o  $D'-d'$  de las barras colectoras, de acuerdo con la posición de la serie de hornos contiguos, de forma tal que en la pila electrolytica se forme un campo magnético adicional determinado por medio de conocidos procedimientos de cálculo de la electrotécnica y que esté dirigido en sentido opuesto a la dispersión magnética, a través de la serie de hornos contiguos.

Según una forma de ejecución preferida del invento, los desplazamientos de las barras colectoras en el mismo lado longitudinal del horno son tan grandes que el campo magnético generado por los mismos tiene la misma magnitud que el opuesto, dispersado por la serie de hornos contiguos.

Tanto las distancias longitudinales diametralmente opuestas de las barras colectoras al eje longitudinal del horno, como también las correspondientes separaciones más cortas, tienen la misma magnitud. Esto, sin embargo, no es absolutamente imprescindible, pudiendo darse toda clase de variaciones:

- Las separaciones más largas y las más cor-

tas, son diferentes.

- Las separaciones más largas son iguales y las más cortas, diferentes.

5           - Las separaciones más largas son diferentes y las más cortas, iguales.

10           La asimetría generada por el invento puede producirse gracias a las separaciones diametralmente opuestas más largas y más cortas, uniéndose cada barra colectora con el mismo número; es decir, la mitad de los extremos de las varillas catódicas sobre un costado del horno. Según otras formas de ejecución, las barras colectoras diametralmente opuestas, pueden abarcar el mismo número de extremos de varillas catódicas, distinto de la mitad del número total, en un lado longitudinal del horno.

15           El invento se explica más detalladamente sobre la base de los dibujos que representan secciones de la serie de hornos en forma de un corte horizontal, a través de tres pilas electrolíticas.

20           La figura 3 representa tres hornos transversales, en los que cada varilla catódica está unida con cinco extremos de las barras; es decir, cada una con una cuarta parte.

25           La figura 4 representa tres hornos transversales como los de la figura 3; pero en este caso dos barras catódicas diametralmente opuestas están unidas con seis extremos de barras catódicas y los otros dos carriles diametralmente opuestos, con cuatro extremos de barras catódicas.

30           Los hornos -34- dispuestos en fila en posición transversal tienen todos la misma configuración. Las ba-

rras catódicas -17- van conectadas a las barras colectoras -35- -38-, teniendo la barra -35- una distancia  $D$  del eje longitudinal -39-; la barra -36-, una distancia  $d$  y la barra -37-, una distancia  $D'$ , mientras que la barra -38- se encuentra a una distancia  $d'$  del eje longitudinal -39-. -  
5 Estas barras catódicas -35 - 38- van unidas a las barras anódicas -41- del horno siguiente de la misma fila. La situación de la serie de hornos contigua se indica por -42-  
10 Esto genera en el horno -34- una dispersión magnética dirigida de abajo a arriba. Si la serie de hornos se encuentra en el lado opuesto, se generaría una dispersión magnética descendente.

La barra catódica -35- registra una separación del eje longitudinal del horno -39- que es superior en -  
15  $D-d$  a la separación correspondiente de la barra catódica -36-. Igualmente, la barra conductora de corriente -37- presenta una separación del eje longitudinal del horno que es superior en  $D' - d'$  a la separación correspondiente de la barra colectoras -38-. En el caso presente,  $D=D'$   
20 y  $d = d'$ .

En lugar de un carril de corriente único, -35- puede abarcar una serie de barras colectoras paralelas, -36-, -37- y -38-.

De acuerdo con las leyes conocidas de la electricidad, puede saberse que las barras catódicas -35- y -36-  
25 o -37- y -38-, opuestas al eje longitudinal del horno, generan un campo magnético vertical dirigido de arriba a abajo que no puede suprimirse por los correspondientes carriles catódicos del horno anterior en serie, porque estos carriles o barras están más separados del eje longitudinal -  
30

del horno que las barras del mismo horno.

5 Considerando aisladamente cada cuarta parte de hornos se observa que el desplazamiento de las barras catódicas con respecto al horno o a partir de este, refuerza el deseado efecto magnético en el horno anterior o siguiente de la serie.

Ejemplo

10 En este ejemplo, vamos a calcular la dispersión magnética vertical de una serie de hornos contigua y la influencia del desplazamiento, de acuerdo con el invento, de las barras catódicas -35 - 38-. Para una intensidad de la corriente de  $I = 160$  kA y una separación de la fila de hornos de 36 m. se determina según la fórmula

15 
$$H_z = \frac{I}{2 \pi r}$$

mediante la aplicación de los valores, una dispersión magnética de

$$H_z = 7,1 \text{ A/cm.}$$

20 Dos ejes longitudinales de horno -39- registran una separación de 700 cm. Las barras catódicas -35- y -37-, tienen en este caso la misma separación con respecto al eje longitudinal del horno correspondiente, de 400 cm. Igualmente, las barras -36- y -38- dispuestas más cerca del eje longitudinal, tienen en este caso la misma distancia con respecto al eje longitudinal de 270 cm. De esta manera, se genera, por ejemplo sobre el eje longitudinal del

25 horno, -39-, en el lado estrecho del horno, una intensidad del campo magnético  $H_z$  dirigida hacia abajo, que se calcula de la siguiente manera:

30

$$H_z = K \left( \frac{I}{270} + \frac{I}{300} - \frac{1}{400} - \frac{1}{430} \right) = K \cdot 0,022264 =$$

7,1 A/cm.

5 K, tiene la dimensión amperios (A), se calcula para un horno de 160 kA de intensidad de la corriente, de acuerdo con las conocidas reglas de la electrotécnica, para un conductor de longitud limitada, como 3185.

10 Con la disposición de las barras de este ejemplo, puede compensarse, por consiguiente, una dispersión magnética de la serie de hornos contiguos de 7,1 A/cm.

- REIVINDICACIONES -

12.- Perfeccionamientos en las pilas electrolíticas con componentes compensados del campo magnético, para producir aluminio por medio de electrolisis en metal fundido, desde cuyos lados longitudinales la corriente eléctrica que sale de las varillas del cátodo es enviada --  
5 asimétricamente, por medio de un mínimo de cuatro carriles colectores a las barras anódicas del horno inmediato, caracterizados porque las barras colectoras catódicas, que derivan la corriente en direcciones opuestas y uno de los lados longitudinales del horno, se encuentran dispuestos a diferentes distancias del eje longitudinal del horno y las barras colectoras del otro costado del --  
10 horno van dispuestas a diferentes distancias del eje longitudinal del horno, encontrándose los carriles diametralmente opuestos a las separaciones más largas y los carriles a las separaciones más cortas y porque las desviaciones de las barras colectoras, según sea la posición de --  
15 la serie de hornos contiguos, están dispuestas de forma tal que en la pila electrolítica se forma un campo magnético adicional determinado con arreglo a un conocido procedimiento de cálculo electrotécnico que dirige la dispersión magnética en sentido opuesto a través de la serie de hornos contigua.

22.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque los desplazamientos o desviaciones --  
25  $D-d$  o  $D'-d'$  de las barras colectoras son tan grandes que el campo adicional y la dispersión de dirección opuesta a través de la serie de hornos contigua tienen la misma magnitud.

30 32.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 12 o

2ª, caracterizados porque las distancias diametralmente opuestas de las barras colectoras catódicas del eje longitudinal del horno tienen la misma magnitud.

5 4ª.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizadas porque los carriles colectores catódicos que evacúan la corriente eléctrica en direcciones opuestas, están unidos, por lo menos en un lado longitudinal del horno, con el mismo número, una cuarta parte, de extremos de las barras catódicas.

10 5ª.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LAS PILAS ELECTROLITICAS CON COMPONENTES COMPENSADOS DEL CAMPO MAGNETICO".-

Consta la presente memoria descriptiva de trece hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara a las que se acompañan tres de planos para su mejor comprensión.

MADRID, 31 JUL. 1979

M. V. DE LA TORRE  
P. E.

Emilio García Aragón

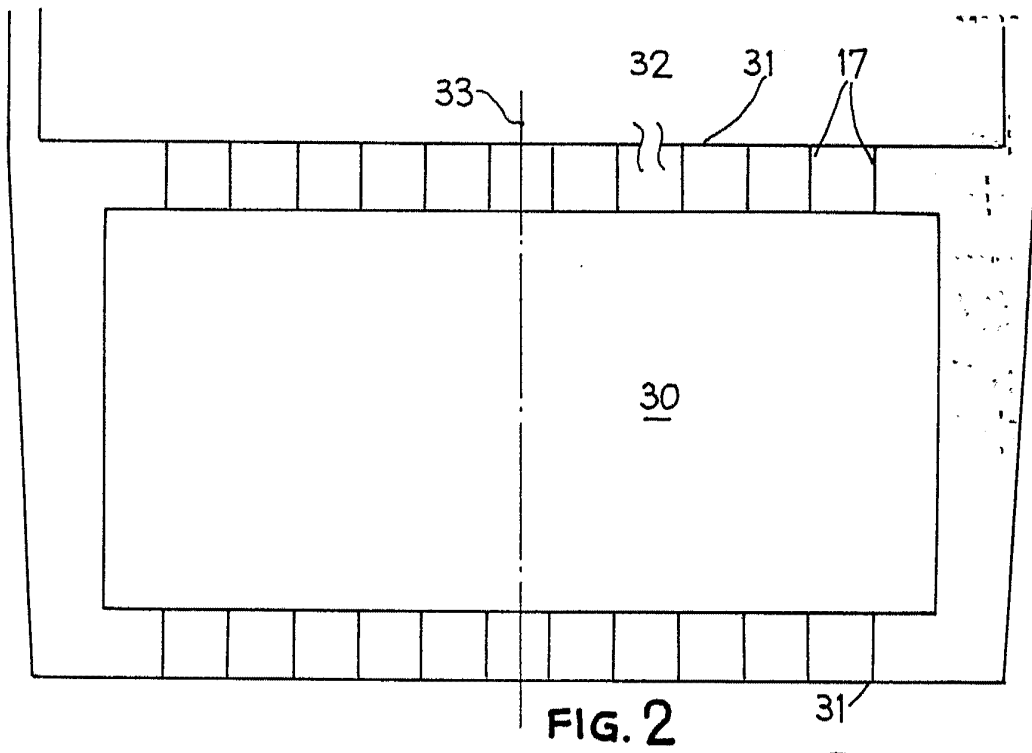
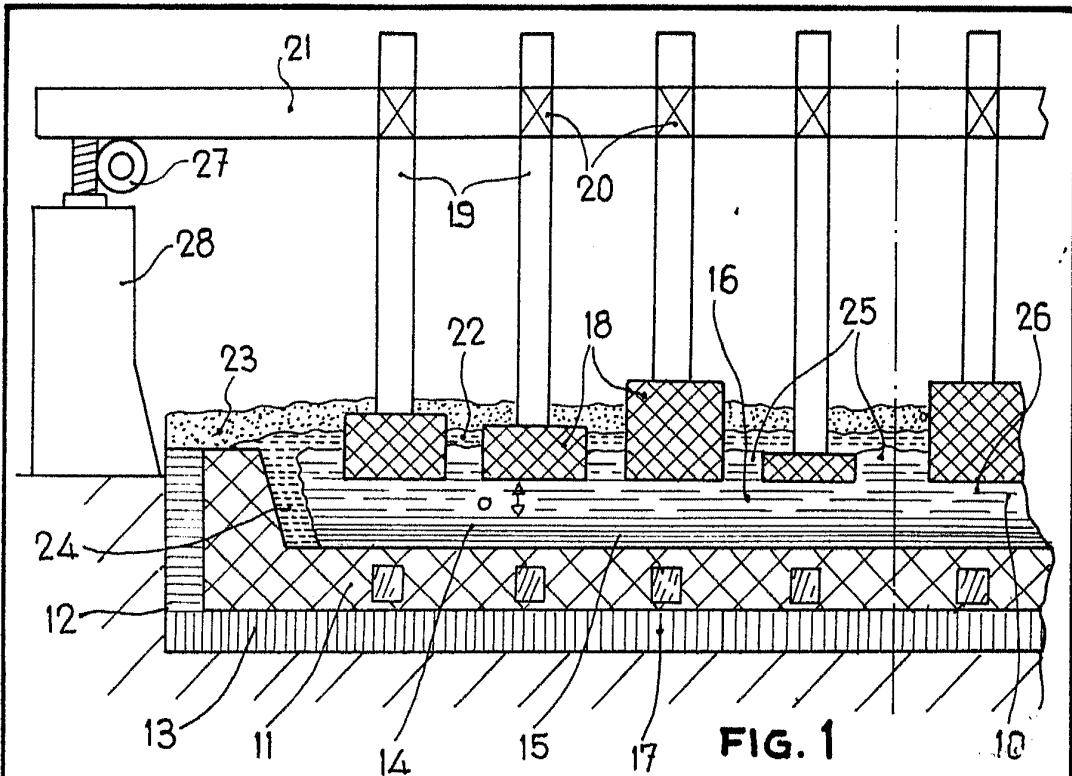


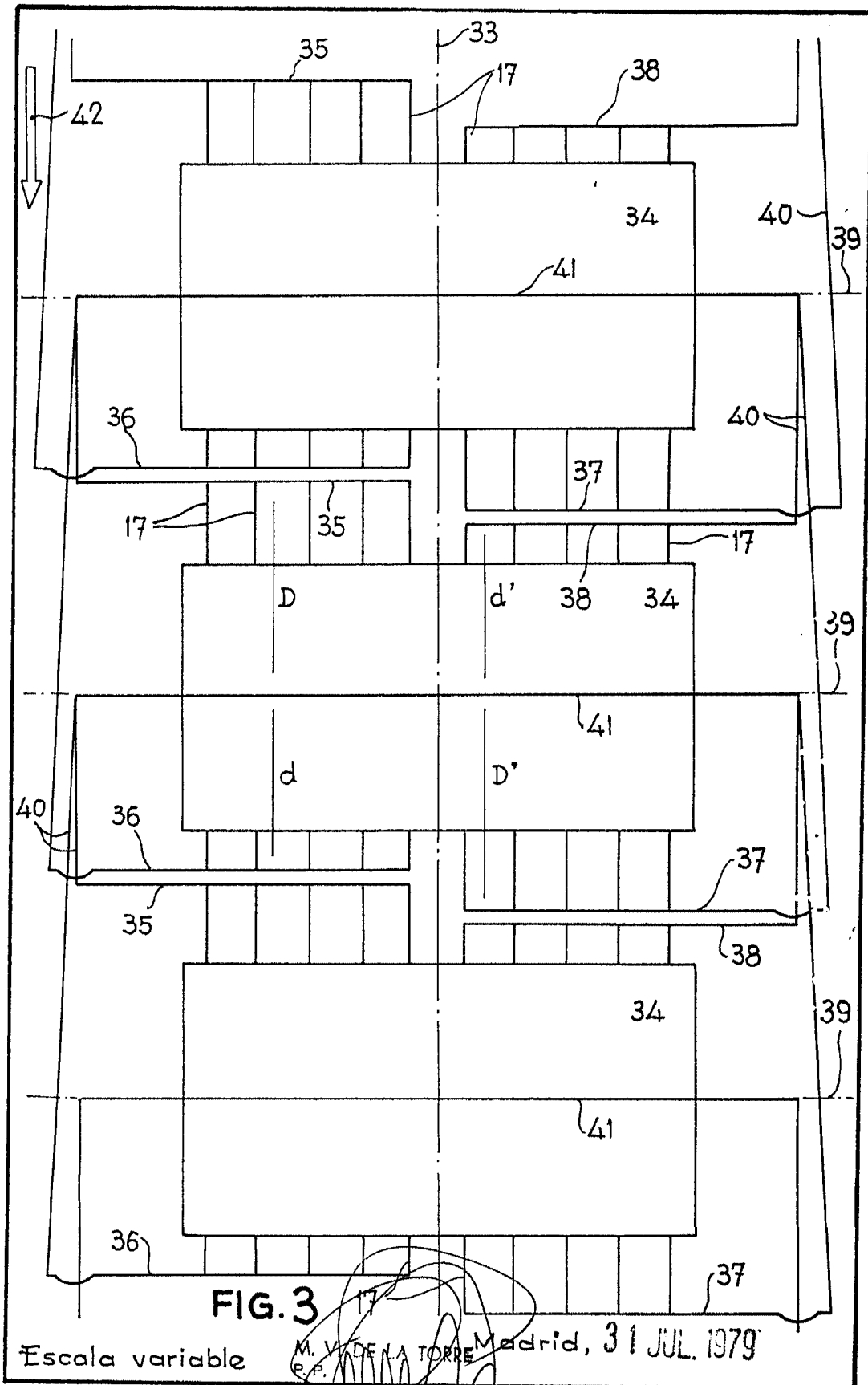
FIG. 2

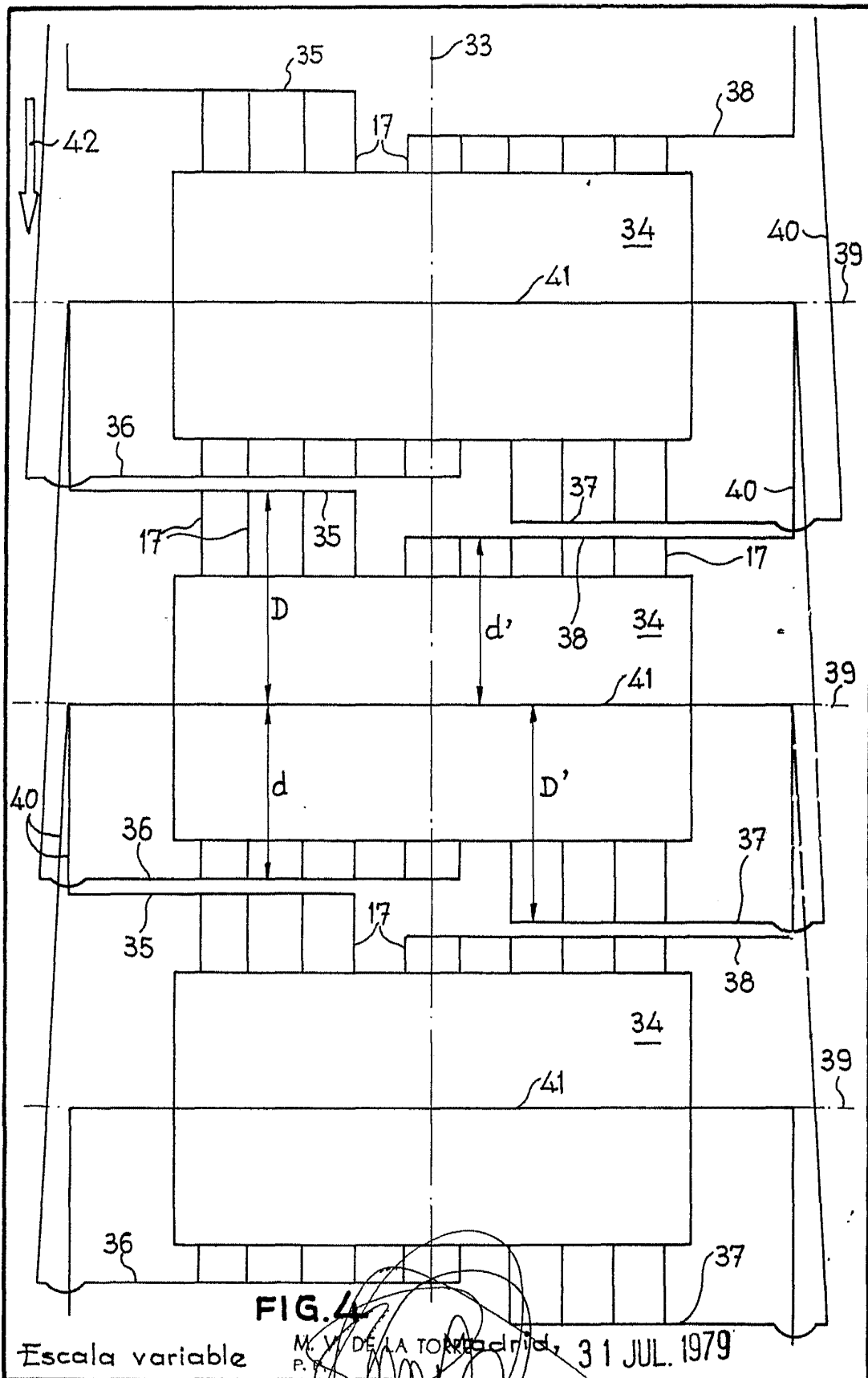
Madrid, 31 JUL. 1979

M. V. DE LA TORRE  
E.P.

Emilio García Arceaga

Escala variable





Escala variable

M. V. DE LA TORRE Madrid, 31 JUL. 1979

Emilio García Artaga