



19 ES	11 21	NUMERO <b>449839</b>	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION <b>15 JUL 1976</b>	

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:		
51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
75 23.065	17 de julio de 1.975	Francia.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C25C	
54 TITULO DE LA INVENCION		
PROCEDIMIENTO DE UNION DE BARRAS DE TRAJIDA DE CORRIENTE EN ACERO CON BLOQUES DE CARBONO.		
71 SOLICITANTE (S)		
SOCIETE DES ELECTRODES ET REFRACTAIRES SAVOIE.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
12, rue du Général Foy, 75008 PARIS, Francia.		
72 INVENTOR (ES)		
Daniel DUMAS. Ing. Gérard HUOULT, Ing.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
GOMEZ ACEBO.		

**POOR  
QUALITY**

5. El procedimiento según la invención, que resulta de los trabajos de los señores Daniel DUMAS y Gérard HUDAULT, se refiere a una forma de realización mejorada de las uniones entre las barras metálicas y los bloques de carbono. De un modo más preciso, la invención se refiere a las uniones que son realizadas entre los bloques de carbono que constituyen el cátodo de las celdas de electrolisis del aluminio y las barras de acero que conectan estos bloques a la fuente de corriente.

10. De un modo más corriente, cada bloque de carbono comprende una o varias ranuras abiertas paralelas a la dirección longitudinal del bloque. Estas ranuras tienen una sección sensiblemente superior a la de las barras de acero que deben contener. Así pues, cuando las barras se disponen correctamente en el interior de la ranura, existe un intervalo del orden de 1 a 3 cm entre la pared de la ranura y la superficie de la barra que está enfrente de esta pared.

15. Para asegurar entre barras de acero y bloques de carbono una buena conexión a la vez eléctrica y mecánica, se llena este intervalo de una materia conveniente.

20. En efecto, los bloques de cátodo equipados de sus barras de traida de corriente en acero deben poder ser manipulados durante el montaje de las celdas de electrolisis sin correr el riesgo de desunirse. Como materia de conexión se utiliza ya sea carbono que se coloca en forma de una pasta o de un polvo, o bien la mayoría de las veces, fundición que es colocada por colada. Esta fundición es colada directamente en el intervalo que existe entre la barra y el bloque de carbono. Este tipo de junta es fácil de realizar y asegura un  
25. excelente contacto entre los bloques de carbono y las barras  
30.

5. de acero, incluso en el caso en que estas sean brutos de laminado en caliente y presenten cotas imprecisas y eventualmente fallos de rectitud. Una vez que se ha solidificado la fundición, el contacto entre ésta y la barra es excelente; por el contrario, se crea una cierta tolerancia o juego entre el bloque de carbono y la fundición como consecuencia de la contracción de ésta. Cuando la celda de electrolisis está en servicio, el calentamiento progresivo del cátodo ocasiona poco a poco una disminución e incluso una eliminación de este juego y el contacto eléctrico entre la barra y el bloque resulta excelente. Si el bloque se fisura durante la vida de la celda, el ataque eventual de la fundición por el aluminio líquido es mucho menos rápido que el del acero, lo que prolonga la vida de la celda.

15. Estas ventajas eran hasta el presente reducidas e incluso anuladas por la aparición prematura de fisuras en los bloques de carbono que a menudo eran iniciadas por la propia alteración de colada de la fundición en el intervalo entre barra de acero y bloque de carbono. Estas fisuras eran o bien longitudinales o bien transversales, y los dos sistemas de fisuras podían existir simultáneamente en el mismo bloque.

20. Las fisuras longitudinales o fisuras en V son debidas a la presión transversal ejercida por la barra de acero revestida en su envoltura de fundición contra las paredes de la ranura. Pueden haber sido cebadas en el momento de la colada, pero se desarrollan a menudo durante la puesta en calentamiento de la celda cuando la temperatura de la barra se eleva rápidamente por efecto Joule, y que, a causa de su coeficiente de dilatación, cinco veces superior al del carbono.

no, ejerce sobre las paredes de carbono de la ranura una presión considerable. Como la materia de los bloques de carbono no es susceptible de deformación plástica notable, se produce una ruptura de las paredes laterales de la ranura cebada a partir del fondo de ésta y que puede propagarse en toda la longitud. Este fenómeno hace los bloques concernidos inutilizables. Para remediar esta dificultad, se pueden, por ejemplo, precalentar, antes de la colada de la fundición, a la vez las barras de acero y los bloques de carbono. Se obtiene entonces, después del enfriamiento, una contracción de la barra de acero revestida de fundición con respecto al bloque de carbono con aparición de un pequeño juego entre ambos. Si los parámetros térmicos han sido bien calculados, este juego se subsana durante la puesta en servicio de la celda sin aparición de esfuerzos excesivos en las paredes en carbono de la ranura.

Las fisuras transversales, al igual que las fisuras longitudinales pueden haber sido cebadas en el momento de la colada de la fundición, pero se desarrollan principalmente durante el calentamiento de la celda. Son debidas, igualmente, a la dilatación de las barras de acero revestidas de fundición, cinco veces mayor en el sentido longitudinal que la dilatación de los bloques de carbono. Si las fuerzas de frotamiento entre fundición y carbono son muy importantes, las barras de acero no pueden deslizar en el interior de las ranuras y ejercen sobre los bloques esfuerzos de tracción que sobrepasan rápidamente la carga de ruptura y ocasionan la formación de fisuras transversales. Estos riesgos de fisuración son tanto mayores cuanto los bloques de carbono son más largos y también cuanto la presión ejercida en el interior

5. de las celdas sobre las paredes laterales de los bloques es mayor, ocasionando fuerzas de frotamientos considerables. Esta presión resulta del hecho de que la carcasa metálica rígida se opone a la dilatación de los bloques según una dirección perpendicular a sus caras laterales mayores durante el ascenso de la temperatura de la celda.

10. Las zonas donde las fuerzas de frotamiento son más importantes se sitúan a menudo hacia las porciones extremas de los bloques, ya que las condiciones de precalentamiento antes de la colada de la fundición, son a menudo tales que las barras están un poco más frías en estas zonas en el momento de la solidificación de la fundición, y, por consiguiente, que la contracción inferior es un poco menor. Estos inconvenientes que eran conocidos desde hace largo tiempo se han agravado progresivamente con el aumento de la longitud de los bloques de cátodos.

15. Diferentes soluciones son conocidas para evitar la fisuración transversal de los bloques de carbono en el momento de la colada de la fundición. Así pues, en la patente francesa 2.175.657, se propone precalentar en condiciones de temperaturas perfectamente determinadas los bloques de carbono y las barras de acero antes de colar la fundición. La patente francesa 2.175.658, se propone comprimir los bloques de carbono en el sentido longitudinal durante la colada. Estos dos procedimientos permiten evitar toda fisuración durante la colada de la fundición, pero no impiden la fisuración ulterior según el proceso que acaba de describirse más arriba.

20. Para evitar estas dificultades, los inventores han creado voluntariamente puntos de anclaje fijos de las ba-

25.

30.

5. rras de acero en las ranuras de los bloques de carbono, y han tomado las medidas necesarias para que estas barras revestidas de su envoltura de fundición realizada por colada, puedan deslizar relativamente libres a partir de estos puntos de anclaje en las ranuras de los bloques.

10. Han elegido como lugar de anclaje precisamente las zonas en que las fuerzas de frotamiento son mayores, es decir las dos porciones extremas de cada bloque. A partir de estos puntos de anclaje y para que las barras puedan deslizar libremente en las ranuras, se han dado cuenta de que el problema sería resuelto agenciando una solución de continuidad hacia el centro del bloque, de modo a tener de algún modo semi-barras capaces de deslizar por el juego de la dilatación diferencial en la ranura, a partir del punto de anclaje en dirección del centro del bloque sin tropezar con ningún obstáculo. También era deseable que las fuerzas de presión ejercidas transversalmente sobre las paredes de las ranuras por los bloques adyacentes no frenarían este deslizamiento en la región mediana. Con tal fin, y según la característica complementaria de la invención, han previsto la posibilidad de reforzar la estructura de los bloques interrumpiendo las ranuras en una longitud suficiente cerca del centro de los bloques. La presencia de dicha zona maciza no ranurada, impide la curvatura hacia el interior o incluso la ruptura de las paredes laterales de las ranuras de bloques de carbono, cerca de esta zona mediana, y reduce de forma importante la curvatura de las paredes de las zonas ranuradas en toda la extensión de los bloques. La extensión de esta zona no ranurada puede variar según la longitud de los bloques y la concepción general de la cuba. En el caso de bloques de una

15.

20.

25.

30.

longitud del orden de 3 a 4 metros, es interesante prever una zona no ranurada que se extienda en una longitud del orden de 100 a 500 mm aproximada y esta situada sensiblemente hacia el centro de los bloques. Esta zona no ranurada no es, sin embargo, absolutamente necesaria; en efecto, se puede tratar de reducir la presión transversal ejercida por los bloques adyacentes modificando la estructura de la celda; también se puede modificar la forma de los bloques de modo a reforzar suficientemente las paredes laterales de las ranuras para evitar una curvatura demasiado importante hacia el interior susceptible de impedir el deslizamiento de las barras de acero.

En todos los casos, las porciones extremas de las semi-barras que se encuentran cerca del centro de los bloques deben poder alargarse o contraerse libremente sin tropezar con obstáculos.

En el caso de ranuras discontinuas, debe existir, en frío, un espacio disponible para la dilatación entre las porciones extremas de las semi-barras y las paredes que detienen las ranuras en la zona mediana. En el caso en que las ranuras sean continuas de un extremo al otro de los bloques, debe existir en frío cerca del centro de cada bloque, una zona vacía en cada ranura, entre las porciones extremas de las semi-barras opuestas, de una extensión suficiente para que la dilatación máxima en longitud de las semi-barras pueda efectuarse libremente sin tropezar con obstáculos o entrar en contacto una contra la otra. El cálculo pone de manifiesto que en el caso de una barra de acero alojada en una ranura de dos metros de largo de un bloque de carbono, -siendo llevado el conjunto a 900°C aproximadamente-, el alargamiento dife-

5. rencia es aproximadamente de 20 mm. Es preciso por tanto que exista un espacio libre del orden de 20 mm o más en la ranura para la dilatación de cada semi-barra cerca del centro de los bloques, lo que quiere decir un espacio de 40 mm o más en el caso de una ranura continua. Para evitar que este espacio se llene de fundición en el momento de la colada de ésta, se debe colocar una junta estanca por ejemplo de amianto cerca de la porción extrema de la semi-barra del lado del centro del bloque, obturando esta junta el intervalo entre la semi-barra
10. -y las paredes de la ranura. Por lo demás es usual utilizar similares juntas dispuestas cerca de la porción extrema de los bloques para impedir el deslizamiento de la fundición hasta el exterior.
15. El o los puntos de anclaje que son realizados en cada semi-barra cerca de la porción extrema de los bloques pueden ejecutarse de numerosas formas sin por ello salir del espíritu de la invención. Se puede, por medio de una herramienta conveniente horadar uno o varios orificios que tengan la secciones y profundidades deseadas en una o varias de las
20. paredes de la ranura. Este o estos orificios pueden ser trabajados por medio de perforadoras o de fresas. Su profundidad y su sección deben ser suficientes para que, después de la colada y enfriamiento de la fundición, los relieves así creados en la envoltura de fundición de la barra no puedan salir de estos orificios merced, por ejemplo, a la contracción consecutiva a la solidificación y al enfriamiento. La sección de
25. estos orificios debe también ser suficiente para que estos relieves resistan sin fisuración a los esfuerzos de cortadura que serán creados durante la manipulación de los bloques y
30. bajo el efecto de los esfuerzos de dilatación durante la puesta

- en calentamiento de la celda. De un modo general, basta que estos orificios tengan una profundidad del orden de 10 a 50 mm. Por razones de facilidad de trabajado, no tienen generalmente paredes cilíndricas, sino que tienden en general a converger del exterior hacia el interior. También pueden presentar redondeados cerca del fondo y también del borde exterior.
5. Esto facilita la penetración de la fundición y da relieves desprovistos de ángulos vivos que resisten perfectamente a los esfuerzos, anclando a la vez perfectamente las semi-barras sin deslizamiento posible. Estos orificios son realizados a poca distancia de la porción extrema de los bloques evitando sin embargo colocarse demasiado cerca de las extremidades de las ranuras lo que correría el riesgo de provocar una fisuración de las paredes de éstas. Estos orificios son horadados preferentemente a una distancia del orden de 50
10. a 200 mm de la porción extrema de los bloques. También se puede, en lugar de orificios, realizar en las caras laterales de las ranuras, una o varias muescas verticales o transversales de perfil y de longitud cualesquiera. Por último, se puede, sin salir del marco de la invención, realizar en las paredes de las ranuras relieves de forma y de dimensiones muy variables. Los relieves serán obtenidos muy simplemente limitando el trabajado en los lugares donde se desee hacerles aparecer. Operando así, se evitará todo debilitamiento incluso localizado de los bloques de carbono.
15. 20. 25.

30. Para evitar que las porciones extremas de las semi-barras situadas del lado del centro de los bloques corran el riesgo de salir de las ranuras, en particular durante manipulaciones de montaje, es útil dar a la sección de las ranuras un perfil tal que las barras no puedan ser arrancadas por un

esfuerzo perpendicular al plano de la cara ranurada del bloque, sino únicamente deslizar por el interior de las ranuras.

5. La utilización de perfiles de este tipo es perfectamente conocida del experto, y tan es así que se emplea por ejemplo ranuras en forma de cola de milano o de diablo; este último tipo de ranura presenta una zona estrechada aproximadamente a mitad de la profundidad. En el momento de la colada de la fundición, esta toma la forma general de la ranura y, tras la solidificación y contracción la barra revestida de fundición no puede ya ser arrancada de la ranura sin ruptura de las paredes laterales de ésta. Por el contrario, la porción extrema no anclada podrá deslizar libremente en el interior de la ranura cuando experimenta variaciones de temperatura.

10. Igualmente es posible aplicar el procedimiento según la invención al caso en que las semi-barras se dispongan no ya en ranuras sino en orificios agenciados en los bloques de carbono en los que la introducción de las barras se efectúa a partir de las caras de extremo de los bloques.

15. Según los casos uno o varios orificios conducen a cada cara extrema. Este o estos orificios sensiblemente paralelos a la dirección longitudinal de los bloques pueden atravesar los bloques de una extremidad a la otra.; pueden también ser interrumpidos cerca del centro de los bloques a fin de mantener en esta zona el máximo de resistencia a los esfuerzos mecánicos. Aunque la sección de estos orificios pueda ser cualquiera, es, la mayoría de las veces, cómodo hacerla circular. Las semi-barras que se introducen en el interior tienen una sección igualmente cualquiera, la mayoría de las veces circular o paralelepípedica. Un juego suficiente

20.

25.

30.

- debe existir entre barra y orificio para poder colar la fundición. El juego es del mismo orden que el que está provisto en el caso en que las semi-barras se alojan en ranuras. El anclaje de estas semi-barras cerca de cada extremidad de los bloques es realizado del mismo modo que en el
5. caso de las ranuras; se obtiene mediante una o varias depresiones o incluso mediante una o varios relieves dispuestos en el interior de los orificios, preferentemente, a una distancia del orden de 50 a 200 mm de la extremidad de los bloques. Estas depresiones o relieves pueden por ejemplo tener una forma anular en el caso de orificios cilindricos. Al
10. igual que en el caso de las ranuras, es preciso proveer un intervalo libre para la dilatación de las semi-barras del orden de 20 mm o más para cada semi-barra. Se impide el deslizamiento de la fundición en estas zonas de dilatación disponiendo juntas estancas, por ejemplo, de amianto, de modo totalmente comparable a lo que se hace en el caso de la colada de la fundición en ranura. Por último, los espacios dejados libres para
15. la dilatación de las semi-barras en las zonas medianas de los bloques o cerca de estas pueden llenarse de una substancia compresible tal como polvo de grafito natural o un filtro de carbono.

- Las ventajas y detalles de la siguiente invención, se harán
20. evidentes en la descripción que, a título de ejemplo, se hace a continuación con relación a las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 representa una vista en perspectiva del aparato.

La figura 2 representa una sección por la línea 2-2 de la figura 1.

25. La figura 3 representa una vista en planta de un fragmento del bloque, incorporando la semi-barra.

- La figura 1 muestra un bloque de carbono amorfo 1 destinado a la construcción de cátodos de cubas de electrolisis del aluminio, que ha sido realizado, según métodos conocidos del experto en forma de paralelepípedos de 500 x 450 x 3200 mm. En cada bloque 1 ha sido formada
- 30.

una ranura 2 en forma de diábolo, según el eje mayor de una de las caras de 500 mm de ancho, teniendo la sección de esta ranura las dimensiones siguientes: profundidad 155 mm, anchura a la entrada y en el fondo 170 mm, anchura a mitad de profundidad 160. En el centro 3 del bloque, la ranura es interrumpida en una longitud de 300 mm. Se ha perforado en las paredes de la ranura a una distancia de 100 mm de cada extremidad del bloque 3 orificios ciegos de 30 mm de profundidad (ver figura 2). El orificio 4 perforado en el fondo de la ranura, en su eje por medio de una perforadora, tiene una sección de revolución y un diámetro a la entrada de 60 mm con un diámetro en el fondo del orificio de 30 mm.

Los otros orificios 5,6 son perforados en frente uno del otro a mitad de altura en las paredes laterales de la ranura 2 por medio de una herramienta de fresado de eje vertical de 120 mm de diámetro. Los orificios tienen 20 mm de profundidad y presentan bordes redondeados. Como consecuencia de la forma de la herramienta de fresado, su altura a la entrada es aproximadamente de 60 mm y su anchura máxima medida paralelamente a la longitud de la ranura es de 90 mm aproximadamente.

Cada semi-barra 7 de una sección de 120x140 mm se dispone en una ranura 2 del bloque de modo que su cara superior de 120 mm de anchura se encuentra sensiblemente a nivel con la cara ranurada del bloque 1 y de modo que su extremidad más próxima del centro 3 del bloque 1 disponga de un juego longitudinal de aproximadamente 30 mm con respecto a la extremidad de la ranura 2 cerca del centro 3 del bloque 1. Dos juntas de amianto por semi-barra dispuestas en el intervalo entre barra y ranura, una junta 8 (ver figura 3) a la entrada de la ranura del lado de la extremidad del bloque 1 y la otra junta 9 (ver figura 3), en la porción extrema de la semi-barra 7 del lado del centro 3 del bloque, impiden que invada la fundición en el momento de la colada el espacio reservado de 30 mm y también que se deslice al exterior. Se aplican los métodos habituales perfectamente conocidos del experto para la preparación de los blo-

ques y de las barras, su precalentamiento antes de la colada, y la propia colada.

5. Después del enfriamiento, se comprueba que es posible manipular sin precauciones particulares los montajes asírrrealizados y su colocación durante el montaje de los métodos de celdas de electrolisis es particularmente fácil.

10. Como ya se ha dicho más arriba, el anclaje de las semi-barras del lado de las extremidades de los bloques puede realizarse por medio de una o varios orificios, o de muescas, de cualquier forma en hueco o en relieve susceptibles de impedir el deslizamiento de las barras en una dirección paralela al eje de los bloques de carbono. Asimismo, los bloques de carbono pueden comprender una o varias ranuras continuas de una extremidad a la otra o por el contrario una zona próxima del centro no ranurada; en este caso, en cada semirranura se reserva para la colocación de la barra de acero un intervalo de dilatación entre la extremidad de la semi-barra y la extremidad de la ranura del lado del centro del bloque. Por último, es preferible pero no indispensable dar a la sección de las ranuras una forma tal que las semi-barras no puedan arrancarse de allí por un esfuerzo transversal. Toda forma más o menos compleja puede ser considerada para lograr este resultado. Aunque la barra representada en la figura tenga una sección paralelepipedica, se puede también considerar cualquier forma de barras sin por ellos salir de la invención. Barras de sección circular pueden dar excelentes resultados.

25. Cuando las ranuras son continuas, las dos semibarras alojadas en cada una de ellas deben poder deslizarse libremente sin que su entrada en contacto eventual pueda bloquear su desplazamiento. Si las necesidades de repartición de la corriente lo hacen deseable, se puede considerar cortar las porciones extremas de las semi-barras, de forma que puedan deslizarse una sobre la otra en la región mediana en la longitud necesaria cortándolas cada una en la mitad de la sección. En este caso,

30.

será preciso igualmente impedir la penetración de la fundición en el momento de la oclada en esta zona de recubrimiento para que no bloquee el deslizamiento. Un contacto eléctrico podrá realizarse sin embargo llenando el espacio no lleno de fundición por una sustancia conductora compresible tal como polvo de grafito natural o un fieltro de carbono.

5.

Tales disposiciones pueden también realizarse en el caso en que los bloques comprenden en lugar de ranuras continuas, orificios perforados a una y otra parte en los que se dojan las semi-barras como ya se ha descrito más arriba.

10.

En el caso de que los bloques comprendan una parte mediana no ranurada o no perforada, se podrá también llenar los espacios de dilatación dejados libres en el extremo de barra de una sustancia compresible tal como polvo de grafito o un fieltro de carbono.

15.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

- REIVINDICACIONES -

5. 1.- Procedimiento de unión de barras de traída de corriente en acero con bloques de carbono, que comprenden ranuras u orificios destinados a recibirlas a fin de constituir elementos de cátodos de celda de electrolisis del aluminio, procedimiento según el cual se solidarizan barras y bloques por fundición aportada en estado líquido, caracterizado porque cada una de las ranuras o cada uno de los orificios de los que serán aplicadas las barras, comprende uno o varios puntos de anclaje situados únicamente cerca de la porción extrema de los bloques, estando constituidos éste o estos puntos por depresiones o relieves que serán tomados por la fundición, en el momento de la colada de esta en el intervalo entre las barras y las paredes de las ranuras o de los orificios, y porque la longitud de cada barra es ajustada de forma que comprenda una extremidad situada cerca del centro del bloque y la mayoría de las veces más acá, pudiendo dilatarse esta extremidad libremente en el sentido longitudinal en el interior de la ranura o del orificio, bajo la influencia del calor, merced a un espacio reservado de dimensiones suficientes.
10. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las ranuras o los orificios son interrumpidos cerca del centro de cada bloque en una longitud de 100 a 500 mm aproximadamente.
15. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los espacios reservados para la dilatación de las barras son llenados de una materia compresible tal como filtro de carbono o polvo de grafito natural.
20. 4.- Procedimiento de unión de barras de traída de corriente en acero con bloques de carbono, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.
- 25.


Esta Memoria consta de 16 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 JUL. 1976

SOCIETE DES ELECTRODES ET REFRACTAIRES SAVOIE.

GOMEZ ACEBO Y MODET

p p Firmado J. Gomez Diaz



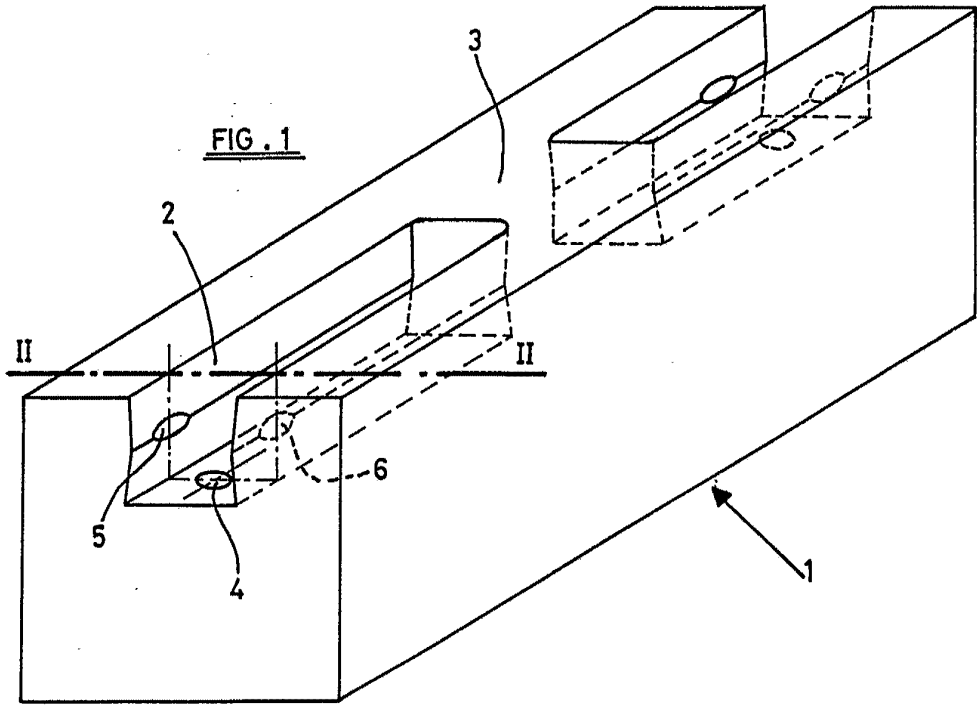


FIG. 1

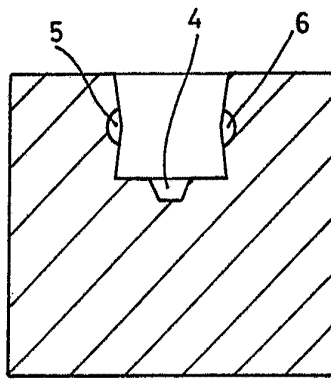


FIG. 2

ESCALA  
VARIABLE

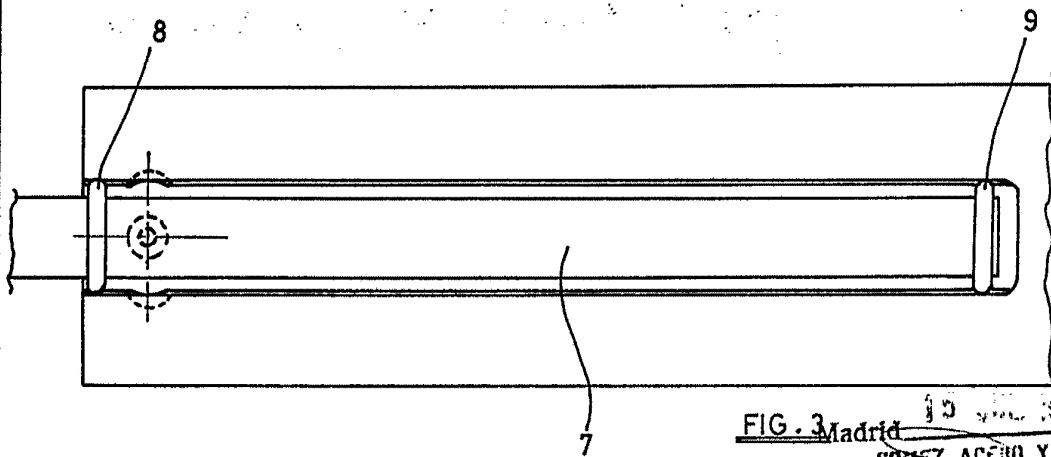


FIG. 3

Madrid 19...  
GOMEZ ACEDO Y MOJER  
Ingenieros

*[Handwritten signature]*