

P.- 37.097

Nº 76132
U.S. Serial Nº 611.207

3 4 8 6 4 3

Memoria descriptiva

8 FEB. 1968



para solicitar PATENTE DE INVENCION **por 20 años**

a nombre de GREAT LAKES CARBON CORPORATION

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 299 Park Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América.

por: "UNA DISPOSICION DE CONEXION ELECTRICA"
(Clase Internacional H01r)



Este invento se refiere a una conexión eléctrica entre dos conductores eléctricos que tienen diferentes coeficientes de dilatación térmica y en que la conexión eléctrica estará, durante su uso, sometida a una temperatura diferente de aquélla a la cual fué hecha, de modo que se provocará una dilatación diferente entre los dos conductores. Más particularmente, el invento se refiere a una conexión de esta clase en la cual la conexión entre los dos conductores se hace por medio de un rebaje en uno de los conductores dentro del cual ajusta con holgura predeterminada a la temperatura de la realización de la unión una parte del otro conductor, dando margen dicha holgura predeterminada para la diferente dilatación entre el conductor insertado y el otro conductor cuando la temperatura de la conexión es cambiada a la temperatura a la cual debe usarse. Esta holgura "predeterminada" es lo bastante reducida para que, cuando la temperatura de la conexión es cambiada a su temperatura de uso desde la de acoplamiento, los dos conductores sean llevados a apretado contacto mutuo, pero no tanto como para que las tensiones establecidas en cualquiera de los miembros por la diferente dilatación motive la producción de fenómenos que den como resultado un aumento apreciable de la resistencia eléctrica de la conexión. En lo que sigue diremos más acerca de estas características de la conexión, de modo que quede aclarado su significado.

Con más particularidad, este invento se refiere a la conexión eléctrica entre una barra metálica, tal como de acero, y un artículo de carbón, en que la conexión eléctrica estará expuesta a temperaturas elevadas durante el



uso, por ejemplo en la conexión eléctrica al cátodo de una
celda de electrolisis del aluminio o a la cuba de reducción
en la fabricación de aluminio. Para que pueda funcionar, la
conexión depende de la diferente dilatación entre estos -
5 dos materiales cuando son calentados a una temperatura ele-
vada. El invento se refiere también a una multiplicidad de
tales conexiones entre barras colectoras metálicas y el -
cátodo de una celda para aluminio.

Las conexiones eléctricas entre barras colecto-
10 ras metálicas y el cátodo de una celda para aluminio se -
han hecho por numerosos métodos diferentes, ninguno de los
cuales ha sido demasiado satisfactorio en el pasado. Esto
se debió al hecho de que las conexiones eran complejas y
suponían considerable mecanización y muchas operaciones -
15 en su acoplamiento, o porque las caídas de tensión a tra-
vés de dichas conexiones eran demasiado grandes durante el
funcionamiento de la celda, o a otras razones.

El presente invento proporciona conexiones per-
feccionadas entre barras colectoras metálicas y el cátodo
20 en una celda para aluminio u otros ambientes en que tales
conexiones sean deseables. Las conexiones de este invento
permiten un rápido y económico montaje del revestimiento -
interior de una cuba de celda para aluminio, reducen al mí-
nimo la costosa mecanización, pueden usar de preferencia -
25 acero dulce relativamente barato para las barras colectoras,
y también proporcionan conexiones de esta clase que dan -
buen contacto eléctrico entre las barras colectoras de ace-
ro y el cátodo preferidos, efectuando así una caída de ten-
sión baja para tales conexiones y una caída de tensión -
30 global baja para todas las conexiones o para toda la celda



durante su funcionamiento.

Estos objetos se consiguen mediante una conexión perfeccionada (o una serie de tales conexiones) consistente en un conductor eléctrico tal como un vástago de acero dulce (tal como la designación comercial 1020 de SAE-AJSJ) que ajusta dentro de un rebaje o agujero hecho en el extremo del otro conductor, tal como un bloque de cátodo. El rebaje o agujero del otro conductor o bloque de cátodo está mecanizado a un tamaño mayor que el conductor macho o vástago de acero en una cuantía predeterminada y controlada. Típica y preferiblemente, este rebaje es cilíndrico y el conductor macho o vástago de acero es también cilíndrico. La diferencia de tamaños o de diámetros que define esta holgura predeterminada permite un acoplamiento muy fácil de las conexiones al cátodo a causa de la holgura inicial entre el vástago o vástagos de acero y el rebaje o rebajes del cátodo. Esta holgura da también margen para la diferente dilatación entre los conductores eléctricos macho y hembra o entre los vástagos de acero y el cátodo cuando la cuba es calentada desde la temperatura ambiente a la de funcionamiento. La temperatura de funcionamiento de la celda es, típicamente, de unos 950°. La holgura predeterminada es tal que sea lo bastante pequeña para que, cuando la temperatura de la conexión o conexiones se aproxime a la de funcionamiento de la celda, los dos conductores sean llevados a un contacto forzado entre sí; pero no tan pequeña como para que las tensiones establecidas en el miembro de carbón por la diferente dilatación, a saber, la dilatación del conductor macho (acero), mayor que la del conductor hembra (cátodo) haga que el miembro de carbón se raje



o dé por resultado de otro modo un aumento apreciable de la resistencia eléctrica de la conexión. Tal producción de rajaduras, si fuera bastante importante, destruiría el contacto forzado entre los miembros de la conexión y, así, aumentaría sustancial o apreciablemente la resistencia eléctrica de la conexión.

A la temperatura de funcionamiento o de uso, el contacto eléctrico o conexión entre los conductores macho y hembra o entre el vástago de acero y el bloque de cátodo, es bueno y, como resultado de ello, habrá una caída de tensión o pérdida mínima entre el vástago y el cátodo en cualquier conexión particular, y una caída de tensión global mínima para la totalidad de tales conexiones en la celda.

Los siguientes ensayos que describimos demuestran la factibilidad y la eficacia de las conexiones de este invento. En estos ensayos, se hizo una pluralidad de conexiones de barra de colector de acero con grafito, utilizando vástagos de acero cilíndricos rectos con rebajes rectos cilíndricos mecanizados en el grafito. Los componentes fueron preparados para dar una holgura, entre el acero y el grafito, a la temperatura ambiente. Esta holgura era tal que, a la temperatura de funcionamiento de una cuba para aluminio (900-950°), quedaba establecido un contacto forzado suficiente para proporcionar un buen contacto eléctrico entre el acero y el grafito sin que al mismo tiempo se rajara el grafito. Los ensayos demuestran que las conexiones de este tipo trabajarán muy satisfactoriamente en su aplicación a celdas para aluminio. (Como antes hemos señalado, las conexiones de este tipo descritas en los ensayos pueden



usarse en cualquier aplicación y a temperaturas distintas de las de las celdas para aluminio y empleando conductores eléctricos hechos de materiales distintos del acero y el grafito).

5

En estos ensayos, se probó una serie de holguras a temperatura ambiente usando vástagos de acero dulce de 62,5 mm y 112,5 mm de diámetro nominal. Se determinaron así mismo las holguras preferidas, mínima y máxima, para cada uno de estos vástagos. Los ensayos fueron destinados a determinar, en primer lugar, las características eléctricas y, en segundo lugar, la compatibilidad de la conexión. Para este fin, los componentes acoplados fueron ensayados en un horno; se conectaron conductores de c.c. al conjunto en el extremo de la barra de acero y en el extremo posterior del bloque de grafito. Fueron colocados conductores de potencial y termopares a intervalos regulares a lo largo del conjunto. La resistencia fué determinada por el método del voltímetro y el amperímetro. Estas condiciones se hicieron a medida que el conjunto era calentado desde la temperatura ambiente a 1000°. Se tomaron lecturas del voltaje con la corriente pasando en ambas direcciones a fin de corregir la f.e.m. térmica.

10

15

20

25

30

Los dibujos adjuntos ilustran y ayudan a describir el invento. La fig. 1 muestra esquemáticamente la disposición de ensayo y de medición descrita en lo que antecede y empleada en la realización de la mayor parte de los ensayos del presente invento. Muestra también la colocación del conductor de potencial (1, 2, 3, 4 y 5) para los ensayos en el vástago o barra de acero dulce de 62,5 mm de diámetro. En este caso, la barra penetra 300 mm dentro de



5 La sección de 150 x 150 mm transversal del grafito. (Sólo una parte de la longitud de la barra de acero ajusta o es introducida en el grafito, ya que un extremo de la barra - metálica debe estar libre para su acoplamiento a la alimen tación de corriente, lo mismo que en la conexión de la bar ra colectora de celda para aluminio). Las líneas de trazos indican los emplazamientos de los termopares.

10 En la fig. 2, la resistencia entre los conductores de potencial 1 y 2 de la fig. 1, en ohmios $\times 10^{-5}$, es - decir, una distancia de 150 mm desde 75 mm en el exterior de la barra de acero del grafito a 75 mm a lo largo del - grafito, está trazada en función de la temperatura para - conjuntos con una holgura a temperatura ambiente que va - desde 0,53 mm a 0,68 mm. Esta gama de holguras se encn-
15 tró muy satisfactoria para el tamaño de vástago indicado y suficiente para permitir tolerancias de mecanización y dar como resultado una resistencia entre aproximadamente 5×10^{-5} y aproximadamente 14×10^{-5} ohmios a 900 $^{\circ}$, sin peli- gro alguno de que se raje el grafito (lo que, de ocurrir,
20 podría dar lugar a un aumento apreciable en la resistencia eléctrica de la conexión debido a la disminución de la fuer- za de contacto entre los miembros). Tales resistencias (y, por tanto, tales holguras) se consideran prácticas y muy ventajosas para una instalación de celda. Las holguras -
25 fuera del orden citado de 0,53 a 0,68 mm para un vástago - de 62,5 mm se probaron también antes de que se encontrara este margen operativo y muy satisfactorio. Se vió que las holguras entre aproximadamente 0,37 mm y aproximadamente 0,83 mm eran, en general, operativas. Se apreciará que la
30 magnitud de la holgura que podría usarse es función de las



propiedades físicas del grafito, tal como su CDT, densidad y resistencia y dimensiones, etc. Las holguras menores que 0,37 mm rajan típicamente el grafito, y las holguras mayores que unos 0,83 mm dan típicamente como resultado resistencias altas no prácticas (no debido a que se raje el grafito, sino debido a un contacto forzado insuficiente desarrollado entre el vástago de acero y el grafito). Las holguras a temperatura ambiente anteriores entre 0,37 y 0,83 mm corresponden a entre aproximadamente 0,6% y aproximadamente 1,3% del diámetro nominal de la barra de acero, cuya relación matemática u holguras son representativas de aquéllas que pueden usarse en el presente invento siempre que se hagan las conexiones usando vástagos de acero cilíndricos con grafito. El "diámetro nominal" se refiere al diámetro o tamaño con el cual la barra de acero está mencionada en catálogos o manuales para artículos tales como las barras de acero laminado en frío o las barras de acero rectificado en máquinas sin centros.

La colocación de los conductores de potencial para los ensayos de un vástago de acero de 112,5 mm que penetra 400 mm en el grafito se muestra en la fig. 3. Se siguió el mismo procedimiento de ensayo usado para el vástago menor, salvo que se usó el punto 3 en lugar del punto 2 al medir la resistencia. Los datos de los ensayos en conjuntos con holguras que van desde 0,93 mm a 1,10 mm (cuyas holguras resultaron satisfactorias para funcionar y también muy satisfactorias para su aplicación en celdas para aluminio para el tamaño de vástago indicado) se presentan en la fig. 4. Estas holguras en el vástago de 112,5 mm de diámetro dan como resultado un margen de resistencias

5 a 900^o desde aproximadamente 2×10^{-5} a aproximadamente 6×10^{-5} ohmios. Ensayos adicionales indicaron que las holguras mayores de unos 1,48 mm dan como resultado resistencias indeseablemente grandes en las juntas y caídas de voltaje elevadas debido a un contacto forzado insuficiente desarrollado entre el vástago de acero y el grafito. Estas holguras son de aproximadamente 0,6% a aproximadamente 1,3% del diámetro nominal de la barra de acero.

10 Se observará que las figs. 2 y 4 muestran también ambas la variación de la resistencia con la temperatura de la conexión y que las curvas tienen la misma forma general, cualquiera que sea el diámetro del vástago de acero. Las conexiones de acero a carbón o a artículo de grafito del presente invento se consideran de la máxima utilidad a temperaturas elevadas entre unos 400^o y unos 1050^o.

15 Las resistencias a temperatura ambiente de las juntas experimentales fueron medidas y se vió que estaban entre 600 y 1000×10^{-5} ohmios para el vástago de 62,5 mm de diámetro y entre 300 y 450×10^{-5} ohmios para el vástago de 112,5 mm de diámetro. Tales valores resistivos relativamente altos sugerían que podría tropezarse con serios problemas para obtener corriente suficiente en una celda para aluminio para llevarla a temperaturas de funcionamiento. Con el fin de determinar los problemas con que podría tropezarse al poner en funcionamiento una celda para aluminio, se hizo una celda simulada para aluminio como se muestra en la fig. 5, empleando un vástago de acero de 112,5 mm de diámetro con holgura de 1 mm, en que la junta se calentó por su misma resistencia. Se empleó un transformador de c.a capaz de suministrar 3.000 amperios de intensidad -



a la celda simulada con fines de alimentación de corriente. Un potencial de 3 voltios de c.a. aplicado a los conductores de corriente elevó la temperatura a 200° en 15 minutos a medida que la corriente subió a 3.000 amperios. Luego, la corriente fué mantenida a 3.000 amperios y se registraron periódicamente las caídas de voltaje y las temperaturas. Se hizo una medición de resistencia a la c.c. al terminar el ensayo. Los datos de esta prueba se muestran en la fig. 6. Se llegó a una temperatura de 650° en 7 horas en cuyo momento la resistencia había alcanzado un valor comparable a los hallados en los ensayos anteriores y más allá del cual no se preveían problemas en el funcionamiento. La inspección del vástago después de los ensayos de calentamiento no mostró indicaciones de formación de arcos ni de fusión. Como se indica en la fig. 6, después de alcanzar los 650°, se desconectó la corriente alterna y se hizo rápidamente una determinación de resistencia con c.c. A esta temperatura, la resistencia indicada a la c.a. fué de unos 12×10^{-5} ohmios, mientras que la resistencia a la c.c. fué de unos $1,5 \times 10^{-5}$ ohmios. La diferencia entre estas dos determinaciones es debida a la caída inductiva en el circuito de c.a., siendo aplicable el valor a la c.c. a la celda de aluminio, a causa del hecho de que tales celdas usan típicamente una alimentación de c.c. Este ensayo demostró que no habría problemas, o que serían ligeros, al poner en funcionamiento una celda de aluminio con las barras de colector rectas por un proceso de puesta en funcionamiento normal.

El anterior equipo simulado de puesta en funcionamiento y de trabajo tal como se ha ilustrado en la fig.



5 imita, se crea, con bastante exactitud o duplica sustan-
cialmente la puesta en funcionamiento de una celda para
aluminio. Por ejemplo, un procedimiento típico en la pue-
ta en marcha de una celda para aluminio consiste en exten-
5 der una capa de coque sobre la parte superior del cátodo,
bajar el ánodo hasta hacer contacto y "cortocircuitarlo"
con el coque y dejar pasar luego corriente por la celda.
(Por consiguiente, el bloque superior de grafito de la fig.
5 simula el ánodo de una celda para aluminio), Se requieren
10 luego normalmente de 72 a 96 horas para que la celda alcan-
ce una temperatura de 600-700°. Luego se quita el coque,
se añaden metal caliente y electrolito y se coloca la cel-
da en la línea. Se considera que en la disposición simula-
da de puesta en marcha antes descrita existen condiciones
15 similares, según se ha descrito y se ha ilustrado en la fig.
5.

Se hicieron de diversos otros modos conjuntos de
acuerdo con las enseñanzas del presente invento. En una
realización, se usó como artículo de grafito un bloque de
20 grafito rectangular que tenía 14,4 cm de alto, 58,12 cm.
de ancho y 225 cm de largo. Este bloque tenía seis agujer-
os o rebajes cilíndricos rectos que entraban en el blo-
que 57,5 cm, tres en cada extremo del bloque. Los agujeros
estaban mecanizados para la inserción de seis barras de
25 acero cilíndricas de 62,5 mm de diámetro, con una holgura
de 0,73 mm \pm 0,05 mm cada uno. Los agujeros estaban tala-
drados en los bloques de grafito aproximadamente a mitad
de camino entre la superficie superior y la inferior, de
una manera tal como se ilustra en la fig. 1. Los tres agu-
30 jeros de 62,5 mm de cada extremo fueron también taladrados



sobre centros que estaban separados en 194 mm, estando el centro del primer agujero a 77,2 mm del lado del bloque. Las seis conexiones fueron calentadas eléctricamente de la manera antes descrita a una temperatura de 950^oC, que es -
5 la temperatura de trabajo aproximada de una celda para alu-
minio. La corriente total que pasaba al bloque de grafito era de unos 7200 amperios, conducida por los seis vástagos de acero de 62,5 mm, o sea, de unos 1,10 amperios por centímetro cuadrado de área de contacto con los vástagos. Las
10 conexiones se hicieron muy fácilmente, cada una de ellas -
tuvo poca caída de tensión y eran mecánicamente fuertes a la temperatura de trabajo, sin que el grafito se rajara. -
La disposición fué tal como simuló muy estrechamente una -
15 instalación comercial de celda para aluminio salvo que la celda comercial hubiera empleado ocho de tales bloques lado a lado con veinticuatro barras colectoras colocadas de modo similar en cada extremo de la celda para el cátodo.

Se hicieron también acoplamientos en los cuales vástagos cilíndricos de 112,5 mm fueron acoplados en rebajos de 30 cm. de profundidad en extremos opuestos de bloques de grafito de unos 2,40 m de largo, en contraste con el rebajo único de 45 cm de profundidad y el bloque de grafito de 75 cm de largo ilustrado en la fig. 4. La holgura usada para cada una de estas conexiones fué de 1 mm. Los
20 bloques tenían 45 cm de ancho, 22,5 cm de grueso y se usó una espiga en cada extremo. Los agujeros de cada extremo -
estaban taladrados en centros a 22,5 cm del lado y 112,5 -
25 mm de la parte superior. Estas conexiones simularon asimis-
mo una construcción de celda comercial para aluminio y la
30 capacidad de trabajo y las ventajas de las conexiones que-



daron demostradas de nuevo en estos ensayos.

5 Como hemos indicado, la longitud de los contactos entre los vástagos y los rebajes o agujeros, puede variar-se, dependiendo de la cantidad de corriente requerida y de las condiciones de trabajo específicas pero, en general, se mantendrán entre unos 150 mm y unos 90 cm para vástagos - que varían en tamaño entre unos 50 mm y unos 150 mm de diámetro, con el fin de asegurar un contacto mecánico adecuado.

10 Los rebajes dentro de los cuales está insertada la barra de acero pueden también agrandarse, si se desea, cerca de la superficie de entrada del grafito, con el fin de facilitar más la confección de la conexión. El efecto - de esto es dirigir la corriente más lejos dentro del cátodo y reducir o eliminar la corriente cerca de los bordes -
15 exteriores del cátodo. Esto es deseable desde el punto de vista del funcionamiento de la celda.

Hasta ahora, los rebajes y los vástagos o barras de acero descritos e ilustrados han sido de naturaleza cilíndrica en la cual el rebaje tiene la forma de un receptor
20 táculo cilíndrico que se extiende hacia dentro desde una sola superficie del conductor hembra o artículo de grafito. (Según la usamos en esta Memoria, la palabra "grafito" significa un artículo de carbón conformado tratado a 2600°
25 o más. La expresión "artículo de carbón" se desea que sea genérica para artículos de semi-grafito y de grafito previamente cocidos, amorfos, cocidos, tal como estos términos se entienden en general en esta técnica, a menos que se diga expresamente que el artículo es de grafito y/o de algún otro tipo específico de carbón). En lugar del rebaje -
30



o recéptaculo cilíndrico y de sección transversal circular, pueden también tener otra forma, tal como cuadrada o rectangular o trapezoidal en sección transversal, teniendo el conductor macho o barra de acero una forma correspondiente, pero de dimensiones ligeramente reducidas para proporcionar la holgura predeterminada. También, en lugar de un rebaje en forma de receptáculo cerrado, que se extiende hacia dentro desde una sola superficie del conductor hembra o artículo de grafito, el rebaje puede hacerse de modo que se extienda por completo a través del conductor hembra o artículo de grafito.

A veces puede también ser deseable hacer el receptáculo o rebaje de una manera como se ha ilustrado en las figs. 7a-7d en la cual en cada caso el rebaje se extiende desde un extremo del conductor hembra o artículo de grafito y divide también una segunda superficie (típicamente la inferior) del conductor o artículo de grafito. Este rebaje que divide una segunda superficie puede extenderse por completo a través del conductor o artículo de grafito, desde un extremo hasta el extremo opuesto o puede terminar a corta distancia del extremo opuesto. El rebaje y la división, tal como se acaba de describir, pueden tener también la forma de un agujero cilíndrico como en la fig. 7a, o tener una sección transversal no circular tal como la cuadrada de la fig. 7b, o rectangular como se ha ilustrado en la fig. 7c, o trapezoidal como en la fig. 7d. En cualquier caso es necesario que las formas de la sección transversal del rebaje y del conductor eléctrico estén emparejadas de alguna manera adecuada de tal modo que haya un contacto o aplicación forzados entre los dos conducto-



res a la temperatura a la cual se usa la conexión. típicamente, esto quiere decir que el conductor y el rebaje tendrán en esencia la misma forma de sección transversal, de manera que la holgura sea uniforme en torno del o por todos los lados del conductor. Sin embargo, la condición citada no es esencial, y puede haber contacto forzado incluso aunque el conductor insertado haga contacto con las paredes del rebaje solamente por dos lados e incluso aunque la superficie de la sección del conductor sea sustancialmente menor que la superficie de la sección del rebaje. Sin embargo, la disposición ilustrada en la fig. 7b, en la que las superficies de la sección del conductor y del rebaje son sustancialmente las mismas, se preferirá en general a tal disposición, a causa de la superficie de contacto incrementada. Por consiguiente, con respecto a conductores cilíndricos tal como se usan en la disposición de la fig. 7a y también con respecto a otras disposiciones en las cuales el rebaje en uno de los conductores penetra en al menos dos superficies del conductor, es deseable que el rebaje se haga o mecanice o sitúe de modo que la parte del conductor macho o barra metálica que ajusta dentro del rebaje esté rodeada al menos en el 50% por el conductor hembra o artículo de grafito. En otras palabras, el rebaje de la fig. 7a debe rodear al menos la mitad del perímetro del conductor macho o barra de acero usada en la construcción ilustrada de modo que se asegure que habrá suficiente grafito para que sea influenciado o "apretado contra" por la dilatación diferente de la barra de acero situada dentro de él.

Las barras de acero empleadas en el presente in-



4.8 F

5 vento tienen típicamente un coeficiente de dilatación térmica (CDT) de 125×10^{-7} mm/mm/° y el grafito empleado tiene típicamente un CDT transversal (transversal a la dirección de la extrusión, si es un artículo extruído, o perpendicular a la dirección de moldeo, si es un artículo moldeado) de aproximadamente 25×10^{-7} mm/mm/°. Los artículos de carbón previamente cocidos o cocidos o amorfos usados en este invento tendrán típicamente un CDT transversal de unos 36×10^{-7} mm/mm/°. Estos valores de CDT son los coeficientes medios de la dilatación térmica sobre el margen de temperaturas de 20° a 100°. Por CDT transversal se da a entender también el CDT del artículo de grafito o de carbón en cualquier dirección perpendicular a la barra de metal, más bien que longitudinalmente en dirección de la misma. (Estas direcciones se han ilustrado en la fig. 7a). Usualmente, los dos CDT transversales de un producto de carbón extruído son aproximadamente iguales y el CDT longitudinal es diferente. Si cualquiera de los CDT transversales del grafito es menor de unos 25×10^{-7} mm/mm/°, entonces la holgura predeterminada deberá ajustarse en general de modo que se base en o sea controlada por este CDT menor. La Tabla siguiente se da para mostrar la forma en la cual se ajustaría típicamente la holgura para barras de acero de 62,5 y 112,5 mm. dependiendo del CDT transversal limitador del artículo de grafito o de carbón usado.

10

15

20

25



T A B L A 1

CDT mínimo en el carbón o el grafito en cualquier dirección transversal.	Holgura mínima a usar Vástago de 62,5 mm	Vástago de 112,5 mm
--	---	---------------------

25×10^{-7} mm/mm/°	0,62 mm	1,00 mm
12×10^{-7} mm/mm/°	0,70mm	1,12 mm
37×10^{-7} mm/mm/°	0,55 mm	0,85 mm

Es evidente, por supuesto, que cuanto más se dilate el grafito o el carbón, o cuanto mayor sea su CDT, menor será la holgura necesaria para ajustar la dilatación - térmica del acero sin rajarse. Se recordará también que -

5 las anteriores holguras designadas se indican como "típicas" para una temperatura "de uso" supuesta de unos 950°, y que si la temperatura "de uso" considerada estuviera sustancialmente por debajo de ésta, entonces deberían usarse holguras menores por causa de la menor dilatación térmica

10 diferente que tiene lugar.

Se apreciará que frecuentemente se decide acerca del tamaño del vástago metálico usado comercialmente al de

cidir sobre la magnitud de la corriente a transportar por superficie de la sección transversal del vástago. Por ejemplo,

15 la corriente total a una cuba catódica entera (de tamaño relativamente pequeño) puede ser de 60.000 amperios, transportada por unos 50 vástagos de 62,5 mm (31,6 cm². de superficie de sección transversal), o unos 1.200 amperios por vástago, o unos 37 amperios por centímetro cuadrado de

20 sección transversal del vástago. Típicamente, los vástagos



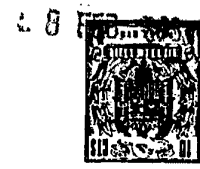
del presente invento, cuando se usan en celdas para alumi-
nio, transportan entre 34 y 43 aproximadamente amperios a
la celda por centímetro cuadrado de sección transversal de
vástago colector de acero usado. Esta relación de corriente
o superficie de la sección transversal del vástago es fija
5 con bastante aproximación, cualquiera que sea el diámetro
del vástago usado, ya que representa con bastante exacti-
tud un equilibrio económico y de eficacia entre factores
tales como pérdidas eléctricas, pérdidas de corriente, pér-
10 didas térmicas y costes de material e instalación. Por -
ejemplo, cuanto menor sea el diámetro de los vástagos usa-
dos, mayores serán las pérdidas eléctricas y los costes de
instalación y de material, pero menores serán las pérdidas
térmicas; cuanto mayor sea el diámetro de los vástagos usa-
15 dos, mayores serán las pérdidas térmicas. Los vástagos ci-
líndricos con diámetros de unos 50 a unos 150 mm o los vás-
tagos con superficies de la sección transversal que fluc-
túen desde unos 20,2 cm². a unos 183 cm². se consideran -
los más ventajosos y comercialmente prácticos para su fun-
20 cionamiento en celdas para aluminio. Aún cuando estas su-
perficie de la sección transversal son para vástagos ci-
líndricos de sección circular, se comprenderá que son -
aplicables también a vástagos de otras formas de sección,
como antes hemos analizado.

25 Aún cuando el invento descrito lo ha sido prin-
cipalmente como aplicado a una conexión entre vástagos de
acero y grafito o carbón, y para uso en una celda para -
aluminio, el principio del invento es de novedad más am-
plia que esto, y puede usarse en muchos otros ambientes -
30 que las celdas para aluminio y con materiales diferentes



del acero y el grafito o carbón. La principal exigencia -
de los conductores eléctricos que se usan para hacer la
conexión de este invento es que tengan diferentes coefi-
cientes de dilatación térmica. Esto quiere decir que las
5 conexiones entre acero y grafito, o entre acero y carbón,
o entre carbón y grafito, o incluso entre grafito y grafi-
to, en que los materiales de grafito posean diferentes -
características de dilatación térmica, están todas, en ge-
neral, abarcadas por el alcance del invento. También quie-
re decir que las conexiones de acero con cobre, o las co-
10 nexiones entre el diboruro de titanio y algún otro de ta-
les materiales, etc. pueden también ser operantes y facti-
bles si los materiales usados poseen diferentes CDT. Tam-
co queda el invento limitado a una conexión hecha calentan-
do los materiales conductores; en otras palabras, en algu-
15 nos casos, los materiales conductores pueden primero mon-
tarse a una temperatura y usarse luego a otra temperatura
por debajo de aquella a la que fueron montados, en cuyo -
caso, se utiliza todavía el principio del invento, pero en
20 el que se invierte la relación relativa de las caracterís-
ticas de dilatación de los materiales conductores.

Esta solicitud que corresponde a la presentada
en los Estados Unidos de América, el día 27 de Diciembre
de 1.966, con el núm. 611.207, se acoge a los beneficios
25 del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad In-
dustrial.



- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1.- Una disposición de conexión eléctrica entre dos conductores eléctricos que tienen diferentes coeficientes de dilatación térmica, en la que la conexión eléctrica estará sometida, en uso, a una temperatura diferente de aquélla a la cual es acoplada, de modo que se provoque una dilatación diferente entre los conductores, en la que la conexión entre los dos conductores está hecha mediante un rebaje en uno de los conductores, dentro del cual ajusta una parte del otro conductor con una holgura predeterminada a la temperatura de realización del acoplamiento, dando
10 margen dicha holgura predeterminada para la diferente dilatación entre el conductor insertado y el otro conductor a medida que la temperatura de la conexión es cambiada a la temperatura a la cual se usa, siendo también dicha holgura suficientemente pequeña para que a medida que cambia
15 la temperatura de la conexión desde la de realización del acoplamiento a la de uso, los dos conductores sean llevados a contacto forzado mutuo, pero no tan pequeña que ocurra un aumento apreciable en la resistencia eléctrica de la conexión a la temperatura de uso.

20 2.- Una disposición de conexión según la reivindicación 1, en la cual el rebaje de uno de los conductores tiene la forma de un receptáculo que se extiende hacia dentro desde una sola superficie del conductor.



3.- Una disposición de conexión según las reivindicaciones 1 ó 2, en la cual el rebaje de uno de los conductores penetra al menos en dos de sus superficies y en la cual la parte del otro conductor que ajusta dentro del rebaje está rodeada al menos en 50% por el conductor que tiene el rebaje.

4.- Una disposición de conexión según la reivindicación 2, en la cual dicho receptáculo es cilíndrico.

5.- Una disposición de conexión según la reivindicación 3, en la cual el rebaje de uno de los conductores se extiende por completo a través del conductor.

6.- Una disposición de conexión según la reivindicación 3, en la cual el rebaje de uno de los conductores se extiende desde una cara del conductor y escinde también una segunda superficie del conductor.

7.- Una disposición de conexión según la reivindicación 6, en la cual el rebaje que escinde la segunda superficie del conductor se extiende por completo a través del conductor.

8.- Una disposición de conexión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la cual los dos conductores son una barra de acero y un artículo de carbón y en la que la conexión entre ambos se hace por medio de un rebaje en el artículo de carbón.

9.- Una disposición de conexión según la reivindicación 8, en la cual el artículo de carbón es de grafito.

10.- Una disposición de conexión según la reivindicación 8, ó la 9, en la cual la temperatura elevada a la cual es sometida la conexión es entre unos 400° y -



unos 1050°.

5 11.- Una disposición de conexión según las reivindicaciones 8, 9, ó 10, en la cual la barra de acero tiene un CDT de aproximadamente 125×10^{-7} mm/mm/°, y en la que el carbón tiene un CDT transversal de aproximadamente 36×10^{-7} mm/mm/°, medido dicho CDT sobre la gama de temperaturas de 20° a 100°.

10 12.- Una disposición de conexión según la reivindicación 11, en la cual el rebaje y la barra de acero son cilíndricos, y en la cual la holgura a la temperatura ambiente está entre aproximadamente 0,5% y aproximadamente 1,2% del diámetro nominal de la barra de acero.

15 13.- Una disposición de conexión según la reivindicación 9, en la cual la barra de acero tiene un CDT de aproximadamente 125×10^{-7} mm/mm/°, y en la cual el grafito tiene un CDT transversal de aproximadamente 25×10^{-7} mm/mm/°, medido dicho CDT sobre la gama de temperaturas de 20° a 100°.

20 14.- Una disposición de conexión según la reivindicación 13, en la cual el rebaje y la barra de acero son cilíndricos y en la cual la holgura a la temperatura ambiente está entre aproximadamente 0,6% y aproximadamente 1,3% del diámetro nominal de la barra de acero.

25 15.- Una disposición de conexión eléctrica.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante



cede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

8 FEB. 1968

Madrid,

P. A.

Alberto de Elzaburu
Per. P. A.

348.643

FEB 8



Fig 1

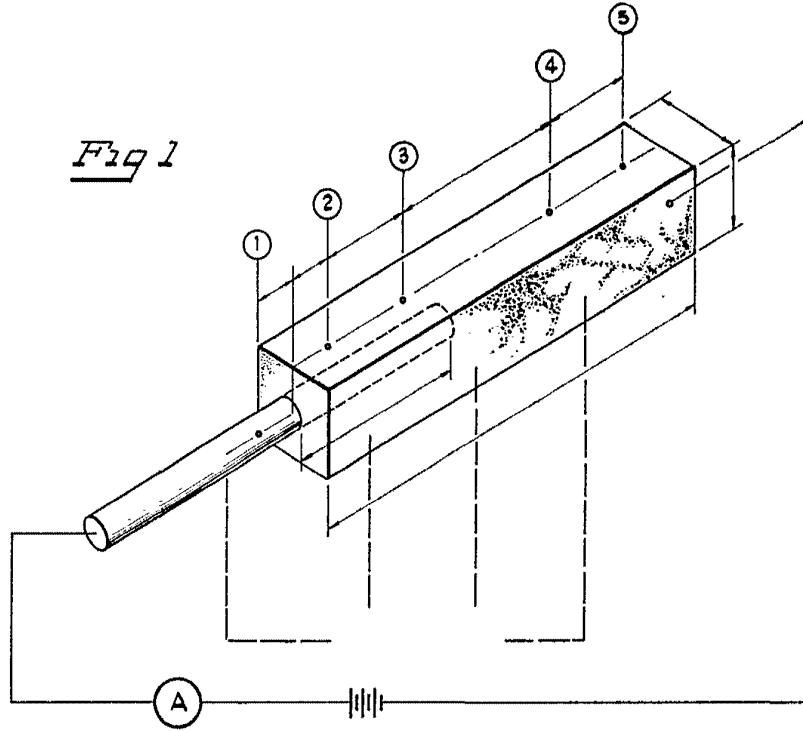
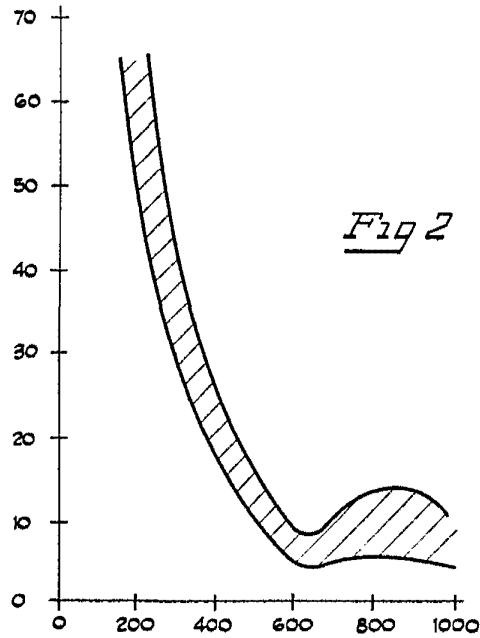
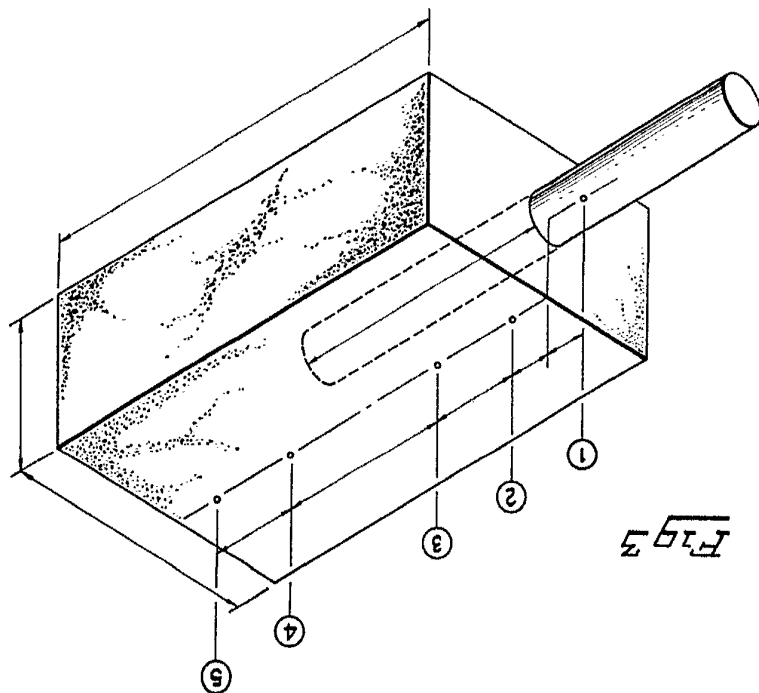
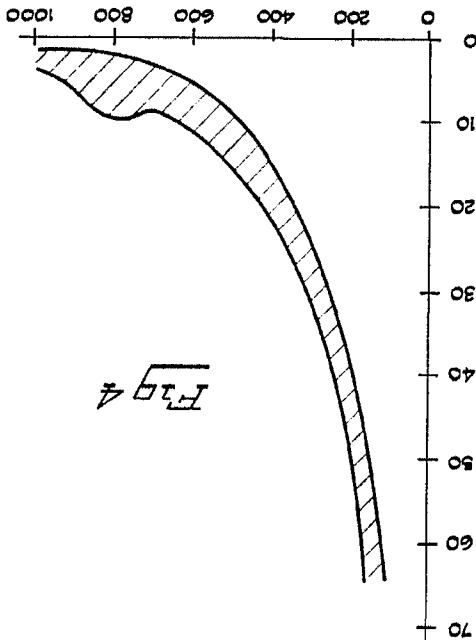


Fig 2



ALBION, N.Y. FEBRUARY 8, 1934
[Signature]

Handwritten signature
 AIR FORCE ENGINEERING

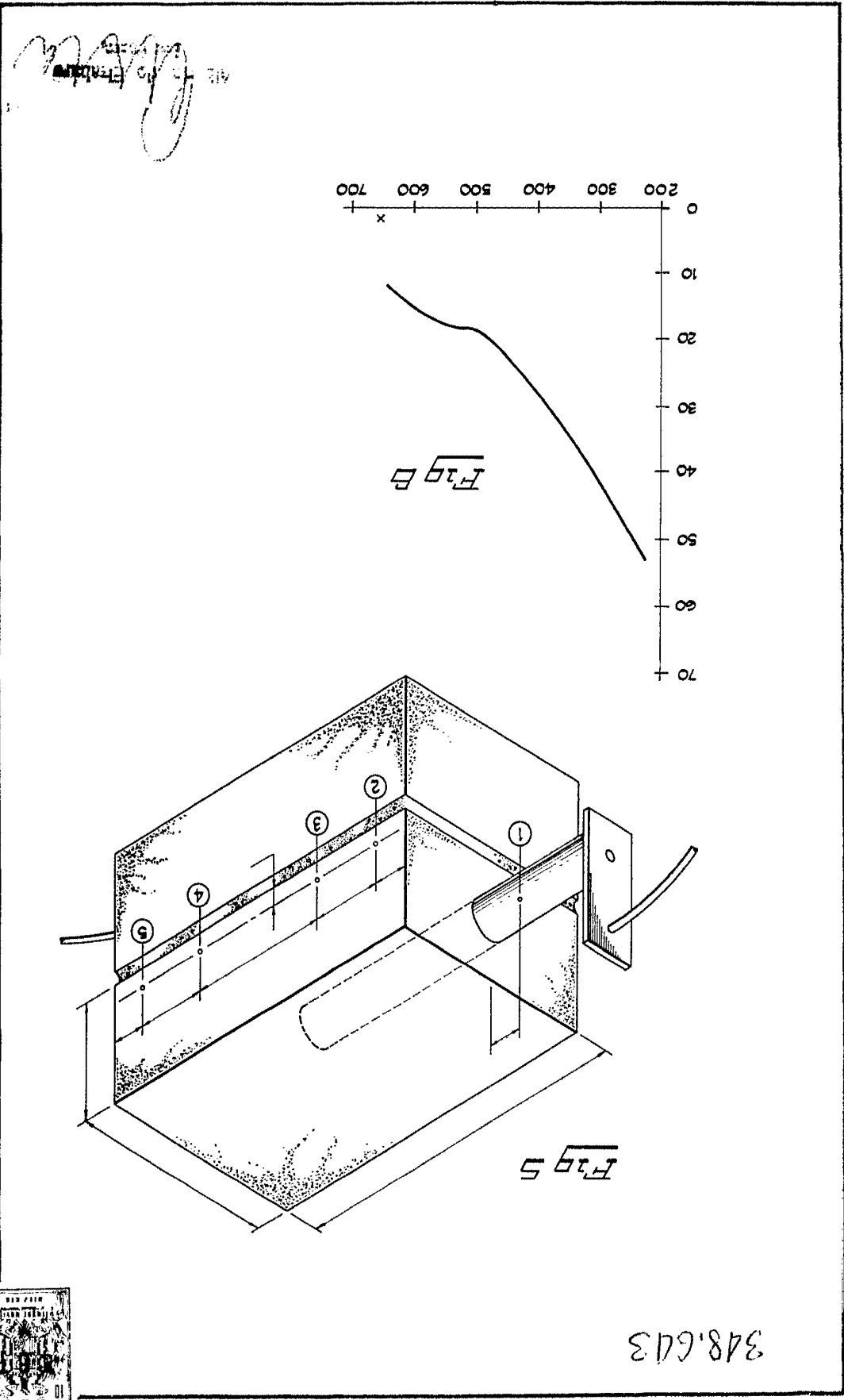


7 8 FEB 8

345643

II/II

GRAPH SHOWING CARBON CONCENTRATION

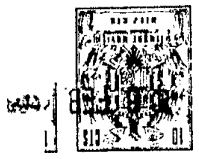


Handwritten scribbles and a stamp in the top left corner.

Fig. B

Fig. S

348,613



AI, III NO LUNO ENCO NOENNO GENVI JV' VE



348.643

Fig 7a

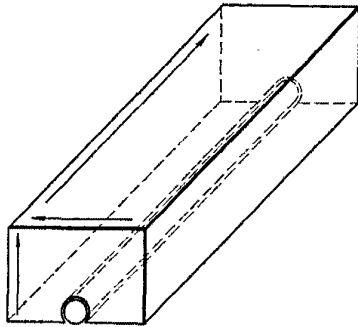


Fig 7c

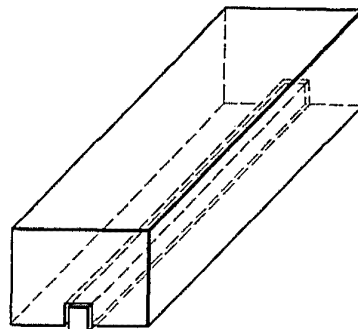


Fig 7b

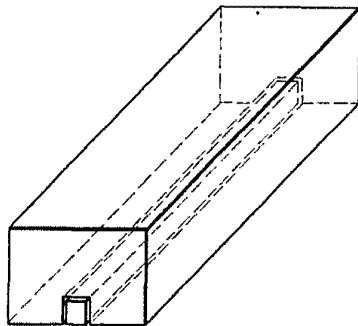
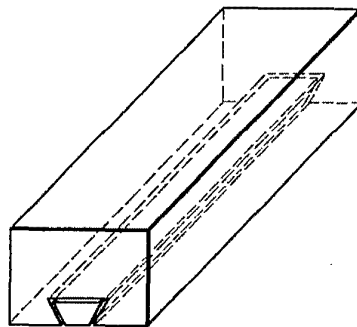


Fig 7d



Alberto de Elzabery
Per Rodas