



⑩ ES	⑪ NUMERO	⑫ A1
	②1	
	②2 FECHA DE PRESENTACION	

**20 NOV. 1978**

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

**PATENTE DE INVENCION**

⑬ PRIORIDADES:	⑬2 FECHA	⑬3 PAIS
⑬1 NUMERO		
260.316	1.9.76	CANADA

⑭ FECHA DE PUBLICIDAD	⑮ CLASIFICACION INTERNACIONAL	⑯ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H05B	

⑰ TITULO DE LA INVENCION

PERFECCIONAMIENTOS EN ELECTRODOS COMPUESTOS PARA HORNOS DE ARCO ELECTRICO

⑰1 SOLICITANTE (S)

THE STEEL COMPANY OF CANADA, LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Stelco Tower, 100 King Street West, Hamilton, Ontario L8N 3T1, CANADA

⑰2 INVENTOR (ES)

OTTO E. PRENN.

⑰3 TITULAR (ES)

⑰4 REPRESENTANTE

COMEX-ACEBO

La presente invención se refiere en general a perfeccionamientos en electrodos utilizados en hornos de arco eléctrico, y se relaciona particularmente con la construcción de un electrodo compuesto que se pretende que represente una ventaja sobre los electrodos normalmente utilizados en la actualidad.

El consumo y desgaste de los electrodos contribuye sustancialmente al coste total de la fabricación de acero en hornos eléctricos. El desgaste de los electrodos puede subdividirse en pérdidas en la punta, pérdidas por oxidación lateral y pérdidas por rotura de las columnas.

La práctica convencional utiliza típicamente una configuración de electrodo que consiste en secciones múltiples de cilindros de grafito roscados junto con casquillos de grafito. Una abrazadera de electrodo mantiene en posición esta columna y transfiere la potencia eléctrica a los cilindros de grafito. El diámetro de los cilindros convencionales debe ser uniforme y la superficie ser mecanizada hasta que quede lisa, con el fin de fomentar la mejor conductividad eléctrica sin "puntos calientes" ni aparición de arcos eléctricos. Durante el uso, la columna del electrodo se "desliza" a medida que se erosiona la punta, añadiéndose nuevas secciones a la parte superior. La elevada temperatura y la atmósfera oxidante del horno consume la superficie expuesta del electrodo y fomenta una inclinación cónica hacia la punta. Las pérdidas por oxidación del grafito de este tipo representan típicamente de un 50 a un 70 % del total desgastado.

La conicidad reduce igualmente el espesor de la pared en las juntas, haciendo así que la columna tenga una mayor predisposición a la rotura. La rotura más grave ocurre cuando

el movimiento de la chatarra dentro del horno hace que falle la junta superior, con la pérdida resultante de una columna completa. La conicidad hace igualmente que sea difícil obturar la zona situada entre el electrodo y el techo del horno para impedir que escapen los humos.

En el pasado se han realizado diversos intentos por solucionar estos problemas. En un intento por reducir la velocidad de oxidación de los electrodos, se ha aplicado a su superficie un revestimiento o recubrimiento, utilizando materiales termoresistentes. Debido a los problemas de conductividad eléctrica en la zona de la abrazadera, la mayoría de estos materiales se han aplicado únicamente en la zona situada por debajo de la abrazadera. El éxito obtenido con estos materiales ha sido sólo parcial, debido a la dificultad de humectación y aplicación o encolado al grafito. La aplicación de un revestimiento conductivo aplicado sobre todo el electrodo en vacío o por pulverización en arco de plasma ha sido un procedimiento que se ha demostrado antieconómico.

En vista de las dificultades expuestas en la práctica convencional, un aspecto de la presente invención es el de proporcionar una construcción de electrodo compuesto capaz de reducir la oxidación lateral de la porción de grafito y de reducir las pérdidas por rotura de la columna. Las ventajas adicionales de un peso más ligero y una mayor utilización del grafito del electrodo son también aspectos de la presente invención. Otro aspecto más es el de hacer menos críticas las dimensiones y las características de superficie de la porción de grafito del electrodo.

En consecuencia, la presente invención proporciona un electrodo compuesto para hornos de arco eléctrico, que com-

prende:

una porción metálica alargada que tiene un extremo superior y un extremo inferior, incluyendo la porción una pared exterior de sección prácticamente uniforme en toda su longitud, teniendo la pared exterior una superficie exterior y una superficie interior, unos conductos situados longitudinalmente en el interior de dicha porción metálica para hacer que el líquido de refrigeración circule dentro de dicha porción a lo largo de un recorrido que tiene al menos un brazo hacia abajo y al menos un brazo hacia arriba, llevando dicho recorrido al líquido de refrigeración en íntimo contacto con prácticamente la totalidad de la superficie interior de dicha pared exterior,

una porción consumible alargada que tiene un extremo superior y un extremo inferior,

y unos conectores para unir el extremo superior de la porción consumible al extremo inferior de la porción metálica.

Una realización de la presente invención se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que números iguales denotan partes iguales en las diferentes figuras, y en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva del electrodo de la presente invención; y

La Figura 2 es una vista de una sección longitudinal del mismo.

En la Figura 1, el electrodo compuesto 10 puede verse que incluye una porción metálica superior 12 y una porción inferior consumible 14. En la junta 15 se proporcionan medios para unir firmemente entre sí las dos porciones, describiéndose acto seguido estos medios. Se proporciona una abrazadera tí

pica de electrodos 16, que tiene un brazo de soporte 18 que se extiende desde el aparato de control (no representado), del tipo convencional, adaptado para hacer pasar corriente eléctrica a lo largo del brazo 18, a través de la abrazadera 16 hasta el electrodo compuesto, y que es igualmente capaz de ajustar la altura vertical del electrodo compuesto para proporcionar las características de arco más convenientes, de acuerdo con la práctica convencional.

En la parte superior de la porción 12, se proporcionan dos conductos de agua de refrigeración, 19 y 20, para transportar el agua de refrigeración a y desde la porción superior 12.

Debe quedar entendido que el electrodo compuesto 10 representado en la Figura 1 se insertaría hacia abajo a través de la abertura convencional situada en el techo de un horno de arco eléctrico standard, con medios convencionales para obtener sustancialmente el resto de la abertura del techo, a fin de impedir el escape de gases. Estas partes son convencionales y no han sido representadas.

Volviendo ahora a la Figura 2, se observa que la construcción de la porción superior o metálica 12 del electrodo compuesto 10, que puede ser de material ferroso, incluye una pared exterior 22 de configuración cilíndrica y una pared interior 24 que es igualmente cilíndrica, pero que se encuentra separada hacia dentro y concéntricamente con relación a la pared exterior 22 para definir un paso 26 de sección anular entre las dos paredes. Se pretende que el paso 26 sea el brazo hacia arriba de un recorrido de circulación de agua de refrigeración, dentro de la sección metálica 12 del electrodo compuesto.

A caballo a través de la parte superior de ambas paredes 22 y 24, se encuentra una pared superior circular 28, que se dimensiona de forma que se extienda más allá de la superficie exterior de la pared exterior 22, como puede verse en ambas figuras.

Se proporciona un primer tabique transversal intermedio 30, en relación separada por debajo de la pared superior 28, extendiéndose únicamente dentro de la pared interior 24 y soldado a la misma. Por encima del tabique 30, se proporciona a la pared interior una serie de aberturas 31 a fin de permitir que el agua de refrigeración pase hacia arriba, a lo largo del paso anular 26, para moverse fácilmente y con baja resistencia a una abertura 33 que comunica con un tubo de salida 34 que se extiende radialmente hacia fuera desde el extremo superior de la pared exterior 22.

Se proporciona otro tabique intermedio 36 hacia el extremo inferior del tabique 12, que igualmente sólo cubre los límites de la pared interior 24 y se encuentra soldado a ella.

Un tubo axial central 37 pasa hacia abajo, a través de la pared superior 28 y el tabique 30, y termina en una abertura central 38 en el tabique 36, con lo que el agua puede bajar por el tubo 37 hasta la zona situada debajo del tabique 36.

En el extremo inferior de la pared exterior 22 se proporciona un miembro 40, que es radialmente simétrico y que define un canal anular, abierto hacia arriba 42, entre una pared cilíndrica exterior 43, una pared anular inferior 45 y una pared frustocónica interior 46. A través del extremo superior abierto de la pared frustocónica interior 46 hay una placa circular 48. La cámara definida por el canal anular 42, la placa

48 y el tabique 36 constituye, en efecto, un paso aproximadamente circular (con una porción periférica hacia abajo) para transportar líquido de refrigeración desde el fondo del tubo 37, radialmente hacia fuera, hasta el fondo del paso 26 de sección anular. Como puede verse especialmente en la Figura 2, la pared interior 24 se extiende hacia abajo, dentro del canal anular 42, y por consiguiente exige que el agua de refrigeración se mueva continuamente a lo largo de la superficie interior del miembro 40, asegurando que este último se enfríe uniformemente. Si la pared interior 24 no se extendiera hacia abajo hasta el interior del canal 42, existiría el riesgo de que el agua en el extremo inferior del canal 42 permaneciera estática, se recalentara y se convirtiera en vapor, dando así como resultado una explosión.

Situadas en el extremo inferior del paso anular 26 se encuentran una serie de paletas 27, orientadas longitudinalmente, con el fin de disminuir la turbulencia en el paso 26 y fomentar el flujo laminar del líquido de refrigeración a lo largo del mismo.

El extremo superior de la pared exterior 22 está soldado a una brida anular 50 que tiene el mismo diámetro exterior que la pared superior 28. La brida 50 y la pared superior 28 están adaptadas para unirse entre sí, por ejemplo, por medio de los pernos 52, con una empaquetadura entre ellas, a fin de sellar el extremo superior del paso anular 26. Se comprenderá que no existe contacto permanente, de refuerzo, entre la pared interior 26 (incluidos los tabiques 30, 36 y el tubo central 37) y la pared exterior 22 (incluido el miembro inferior 43). Es conveniente poder retirar toda la porción interior de la porción exterior para mantenimiento, inspección, etc. Por

esta razón es por lo que se ha proporcionado la brida 50, de manera que el único lugar de unión entre las dos partes sea en la parte superior, por medio de los pernos 52.

5 Un acoplamiento en T 54 va roscado al extremo superior del tubo 37, conectándose al mismo un tubo 56 para entrada de agua. Roscada a la otra abertura del acoplamiento en T 54 hay una cabeza de seguridad 57 de construcción convencional.

10 En el extremo inferior de la porción 12, la superficie interior de la pared frustocónica 46 está formada de manera que define unas roscas, adaptadas para recibir las roscas correspondientes de un casquillo de grafito 59, que es del tipo habitual utilizado en la práctica convencional para unir  
15 entre sí dos cilindros de grafito. El electrodo consumible de grafito 14 tiene también un rebaje hembra 60, roscado, en su extremo superior, para recibir el otro extremo del casquillo roscado macho doble 59.

Puede verse, sobre todo en la Figura 2, que el diámetro de la porción consumible de grafito 14 del electrodo compuesto es menor que el diámetro de la porción superior. En la  
20 práctica convencional, los electrodos tienden a ser sobredimensionados a fin de aumentar su resistencia mecánica, es decir, que el diámetro de los electrodos es algo superior de lo que exigirían los requisitos eléctricos. Con la presente construcción, sin embargo, puede reducirse el diámetro de la porción  
25 del electrodo compuesto al mínimo necesario, por consideraciones distintas a la resistencia mecánica, debido a que la propia refrigeración del extremo superior de la porción de grafito 14, que se debe al contacto con la porción metálica 12, refrigerada por agua, reducirá la medida en que se oxida el ma-  
30

terial de grafito en la superficie y permitirá que se mantenga la resistencia inicial de la conexión entre ambas porciones. Igualmente, y como hemos indicado anteriormente, las características de superficie de la porción de grafito 14 del electrodo compuesto no es preciso que respondan a las exigentes normas anteriormente aplicables, debido a la necesidad de establecer con el mismo una buena conexión eléctrica.

En el caso del presente electrodo compuesto, la abrazadera 16 va montada directamente a la porción metálica superior 12, siendo éste un contacto entre metal y metal con excelentes características de conducción eléctrica.

Se comprenderá que, manteniendo libre de agua la mayor parte del volumen interior de la porción superior 12, se puede reducir a un mínimo el peso de toda la sección. En efecto, en la construcción ilustrada en la Figura 2 se puede reducir el peso total de la sección superior a menos del de un electrodo convencional de grafito del mismo diámetro. Esto reducirá el peso que debe elevar el cuerpo del electrodo (asociado al brazo 18), y, por consiguiente, reducirá los costes de mantenimiento, al mismo tiempo que aumenta la velocidad de elevación.

El emplazamiento de la junta, donde van unidas entre sí las porciones consumible y no consumible del electrodo compuesto, puede situarse más bajo en el electrodo en general, que en la junta más baja que se tiene normalmente en los electrodos convencionales. Así, los derrumbamientos accidentales de la chatarra o los movimientos del horno que ejercen una fuerza en la parte lateral del electrodo, generarán un menor par en la zona de la junta (debido al brazo de menor momento), reduciendo así la posibilidad de rotura. De igual manera, cual

quier rotura de junta que ocurra, hará que se pierda menos peso de electrodo, porque la junta está situada más abajo.

5 Se considera importante construir una junta hembra en la sección refrigerada por agua, de manera que cualquier dilatación que ocurra debido a calentamiento de la porción inferior y el pasador de conexión del grafito, apriete la junta en vez de aflojarla.

10 Proporcionando una sola porción metálica superior 12 para el electrodo, se pueden acomodar electrodos de diversos diámetros para la sección del fondo. En el pasado, se había fijado el diámetro de los electrodos en un solo tamaño debido al elevado coste que representaba en cambio de las abrazaderas de electrodos.

15 Si así se desea, la sección inferior del electrodo puede recubrirse con un revestimiento resistente a la oxidación. El revestimiento se puede aplicar a toda la superficie porque los electrodos no serán sujetados por las abrazaderas para transferencia eléctrica. El material podría aplicarse incluso durante la fabricación de la porción de grafito de los  
20 electrodos. Como variante, podría utilizarse un material de revestimiento para reducir las pérdidas por oxidación. En un electrodo ordinario, las propiedades diferentes del grafito y del material de revestimiento, tienden a provocar una dilatación no uniforme y deslizamiento del revestimiento. También  
25 es difícil la sujeción del revestimiento al electrodo por remaches o tornillos, debido a la naturaleza quebradiza del grafito. En la presente invención, sin embargo, el material de revestimiento podría suspenderse de la sección no consumible de la parte superior con alguna forma de sistema de soporte.  
30 Este último podría diseñarse de manera que acomodara fácilmente

te la sustitución de las diversas secciones del electrodo.

5 El resto del volúmen dentro de la porción metálica  
12 del electrodo compuesto se encuentra totalmente obturada  
contra la comunicación con el recorrido del flujo de líquido  
anteriormente descrito, y se pretende que contenga sólo aire.  
A fin de evitar variaciones de la presión del aire dentro de  
este volúmen restante debido a recalentamiento, se proporciona  
un tubo de comunicación 67, que se abre a través del tabique  
30 situado en el fondo, y a través de la pared superior 38 si-  
10 tuada en la parte superior.

En pruebas reales con varios hornos eléctricos de  
25 toneladas, se ha comprobado que el consumo y desgaste de  
los electrodos se reducía en aproximadamente un 15 % con el  
electrodo compuesto, en comparación con la construcción conven-  
15 cional que utiliza todas las porciones de grafito. Se ha ob-  
servado igualmente que la refrigeración en la zona de la jun-  
ta entre las porciones consumible y no consumible impedía la  
conificación de la porción inferior del grafito en casi 2 piés  
más que con las series consumibles convencionales de cilindros  
20 de grafito.

Se observó igualmente que la junta entre las seccio-  
nes consumible y no consumible permanecían frías, y era fácil  
desatornillarlas a fin de poder sustituir una sección de gra-  
fito por otra.

25 Para resumir las ventajas proporcionadas por la pre-  
sente invención, hay finalmente una reducción en el desgaste  
de los electrodos, debido a la no oxidación de la sección supe-  
rior no consumible.

30 Se da además la disminución de consumo de electrodo  
debida a rotura por la característica de refrigeración de la

junta, lo que hace que se reduzca la conicidad y permite un menor nivel de juntas en el horno.

5 Dado que no hay cambios en el diámetro de la porción superior del electrodo, se proporciona una posibilidad de obturación perfeccionada del horno, lo que permite un mayor control de los humos.

Hay además una mayor flexibilidad en las características de diámetro, tolerancia y superficie de los electrodos utilizados.

10 Por último, el electrodo completo, incluidas ambas porciones, pesa menos que el electrodo convencional hecho todo él de grafito y del mismo diámetro.

15 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo 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.- Perfeccionamientos en electrodos compuestos para  
hornos de arco eléctrico, del tipo que incluye una porción su-  
perior y una porcion inferior, siendo alargada la porción infe-  
rior y hecha de material consumible, teniendo la porción infe-  
rior un extremo superior y un extremo inferior, caracterizados  
porque la porción superior es una porción metálica alargada que  
tiene un extremo superior y un extremo inferior, incluyendo la  
porción una pared exterior de sección prácticamente uniforme en  
10 toda su longitud, teniendo la pared exterior una superficie ex-  
terior y una superficie interior, unos conductos situados longi-  
tudinalmente dentro de dicha porción para hacer que el líquido  
de refrigeración se mueva dentro de dicha porción a lo largo  
de un recorrido que pone al líquido de refrigeración en íntimo  
15 contacto con prácticamente la totalidad de la superficie inte-  
rior de dicha pared exterior; proporcionándose además medios  
conectores para unir el extremo superior de la porción inferior  
al extremo inferior de la porción superior.

20 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, ca-  
racterizados porque dicho recorrido, a lo largo del cual se mue-  
ve el líquido de refrigeración, tiene al menos un brazo dirigi-  
do hacia arriba; porque ambas porciones son prácticamente cilín-  
dricas, dicho brazo hacia abajo del recorrido es un tubo central,  
colocado longitudinalmente dentro de la porción superior, y por  
25 que el brazo dirigido hacia arriba se encuentra situado entre  
la pared exterior y una pared interior separada hacia dentro  
de la pared exterior de forma que defina un paso de sección anu-  
lar.

30 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, ca-  
racterizados porque el recorrido incluye un paso circular en el

extremo inferior de la porción superior para transportar líquido de refrigeración desde el fondo del tubo central radialmente hacia fuera, hasta el fondo de dicho paso de sección anular.

5 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dicho conector incluye un rebaje hembra roscado en el fondo de la porción superior, un rebaje hembra roscado en la parte superior de la porción inferior, y un casquillo roscado macho-doble del mismo material que la porción inferior, enroscándose en casquillo en cada rebaje.


10 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque en el fondo de dicho paso de sección anular, hay unas paletas longitudinales para disminuir la turbulencia en dicho paso, y para promover un flujo laminar de líquido de refrigeración.

15 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque dicho recorrido ocupa sólo una fracción del volumen interno de la porción superior, encontrándose vacío el resto del volumen, y sellado contra comunicación en el recorrido, y estando permanentemente en comunicación con la atmósfera a través de una abertura situada en la punta de la porción superior.

20 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque los medios conectores incluyen un rebaje hembra roscado situado en el fondo de la porción superior, un rebaje hembra roscado situado en la parte superior de la porción inferior y un casquillo roscado macho-doble del mismo material que la porción inferior, estando el casquillo roscado en cada rebaje; en donde hay unas paletas longitudinales, en el fondo de dicho paso de sección anular para disminuir la turbulencia en dicho paso y fomentar el flujo laminar de líquido de refri-

25

30



geración; porque la porción superior es de acero y la porción inferior y el casquillo son de grafito; y porque se proporciona una brida en la punta de la porción superior que se extiende hacia fuera más allá de la periferia del diámetro cilíndrico, para proporcionar una sujeción de seguridad en caso de que el electrodo compuesto se deslizará hacia abajo desde los medios que lo retienen en condición suspendida.

8.- Perfeccionamientos en electrodos compuestos para hornos de arco eléctrico, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 14 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 6 JUL. 1978

THE STEEL COMPANY OF CANADA LIMITED

J. M. GONZÁLEZ Y POMBO  
Firmador J. González Díaz

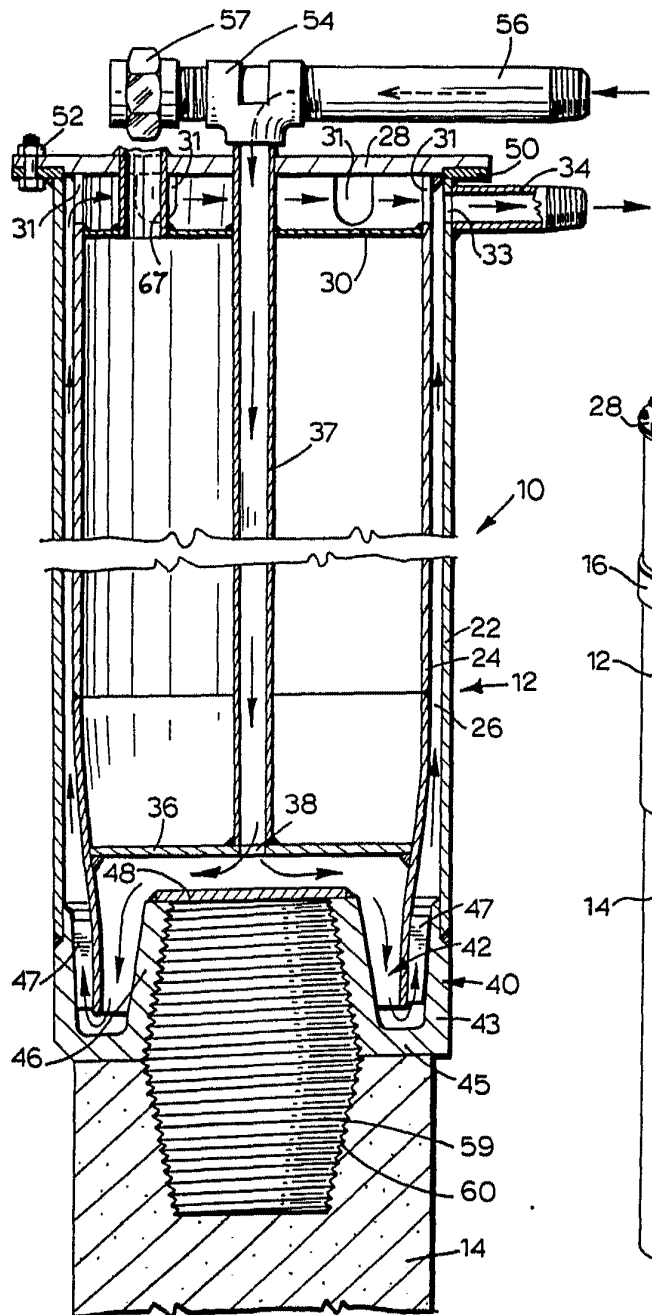


FIG. 2

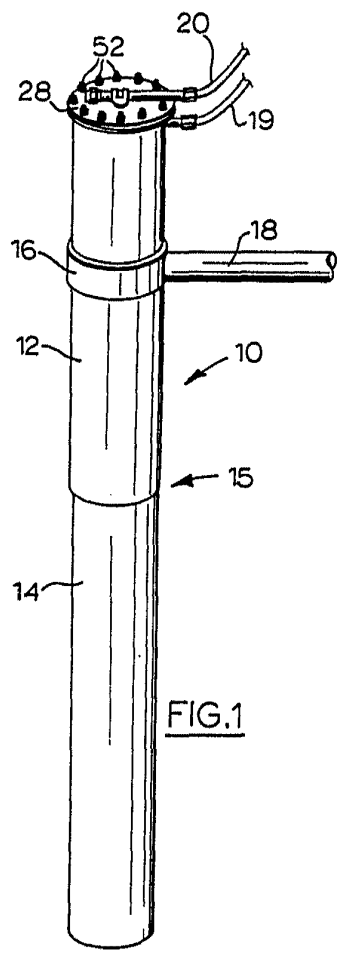


FIG. 1

**ESCALA  
VARIABLE**

20 OCT. 1977

MAQUINA  
J. DE...  
E. P. Filmedor J. ...