

312.795

P. 29.272

Nº 68124
U.S. Serial Nº 248.935
Case 2 A53-Importation of
French Patent 1385730



17

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

PATENTE DE INTRODUCCION

formulada el 11 de Mayo de 1965, con el nº 312.795
en

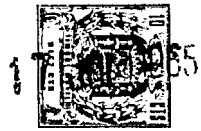
E S P A Ñ A

por DIEZ años

a nombre de NORTH AMERICAN AVIATION, INC., entidad norteamericana, establecida en 1700 East Imperial Highway, El Segundo, California, Estados Unidos de América, por:

"UN SISTEMA DE BOMBA ELECTROMAGNETICA PARA BOMBEAR
LIQUIDOS ELECTRICAMENTE CONDUCTORES"

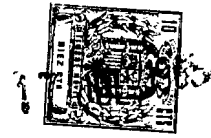
5 El presente invento se refiere a un sistema de bomba electromagnética para hacer la transferencia de líquidos eléctricamente conductores y más particularmente a un sistema de bomba de interacción electromagnética para la transferencia de metales líquidos a temperatura elevada. El sistema de bomba mejorada del presente invento está basado sobre el principio de funcionamiento de la bomba electromagnética de rotor helicoidal descrita en la Pa



tente de los Estados Unidos número 2.940.393, expedida el 14 de Junio de 1960, y cedida al mismo cesionario que el presente invento.

5 Aunque son generalmente bien conocidas en la técnica antigua bombas mecánicas y electromagnéticas con-
vencionales, la práctica de la fundición moderna depende principalmente de disposiciones de circulación inducida por gravedad y sifón para transferir metales líquidos, particularmente metales líquidos de muy alta temperatura
10 tales como aluminio, zinc, níquel, latón y similares. Por razones prácticas las bombas mecánicas convencionales han estado limitadas en la práctica de la fundición moderna a metales líquidos de baja temperatura no corrosivos. Estas bombas no pueden ser utilizadas para bombear metales
15 líquidos de alta temperatura, ya que las partes móviles formadas generalmente de hierro o acero se deterioran rápidamente en el ambiente corrosivo de la mayor parte de los metales líquidos.

20 Las bombas electromagnéticas se adaptan para su utilización en la práctica de la fundición moderna, particularmente en la transferencia de líquidos conductores, ya que no hay partes móviles en contacto con el líquido que se está bombeando. El "impulsor magnético" de una bomba electromagnética sustituye al impulsor mecánico de una bomba mecánica. Las bombas electromagnéticas de
25 sarrollan una fuerza de bombeo convirtiendo energía magnética en energía de presión de acuerdo con el empuje electromagnético que se genera por el paso de una corriente eléctrica, bien sea aplicada o inducida, a través de un
30 líquido eléctricamente conductor transversalmente a un



campo magnético. La dirección de la fuerza que actúa sobre el líquido conductor y el movimiento del líquido resultante, están determinados por la regla bien conocida de los tres dedos de la electrofísica.

5 El mayor problema en el funcionamiento de cualquier bomba electromagnética en la práctica de la fundición moderna, es la vulnerabilidad de los conductores y del aislamiento del arrollamiento inductor a temperatura elevada. Este factor es comúnmente el resultado de temperaturas elevadas asociadas con el metal líquido que se
10 está bombeando. Por ejemplo, las bombas de conducción electromagnética tienen conductores o barras colectoras relativamente gruesos que sirven como conexiones de electrodo a la sección de bombeo. Estas barras colectoras están
15 fijadas en general a la sección de bombeo mediante soldadura y son susceptibles por consiguiente de desprenderse de la sección de bombeo donde se está bombeando un metal líquido a temperatura elevada. Cuando las barras colectoras de una bomba de conducción están formadas de materiales que tienen mejores propiedades metalúrgicas, se obtienen
20 eficiencias de bombeo más bajas, que frecuentemente no son mayores del 2 ó 3 por ciento, en bombas que tienen cualquier capacidad apreciable. Las bombas de inducción lineal que funcionan basadas en la teoría de un motor de
25 inducción, requieren generalmente arrollamientos inductores polifásicos caros. Se induce una corriente eléctrica en el metal líquido que se está bombeando mediante un campo magnético establecido por corrientes alternas que circulan en arrollamientos en una estructura de imán que rodea la sección de la bomba. Aunque en general se obtiene
30

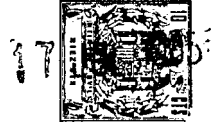


un bombeo eficaz, las bombas de inducción son caras, se dilatan estructuralmente y son susceptibles al factor de temperatura elevada.

Por consiguiente, la práctica de la fundición moderna, tiene que depender principalmente de disposiciones de circulación por gravedad e inducida por sifón para transferir metales líquidos, particularmente los metales líquidos de temperatura muy elevada. La transferencia del metal líquido en la práctica de la fundición se hace con preferencia en agitación excesiva de la fusión y sin romper la película protectora de óxido que se forma sobre la superficie de la colada. Esta película de óxido reduce sustancialmente tanto la adsorción de gas por la fusión como la acumulación correspondiente de escoria en ella. Cuando la costra de óxido permanece sin romperse y la transferencia de la fusión es tranquila, se obtiene un metal fundido relativamente limpio que es adecuado para fundir piezas coladas de alta calidad que tienen una porosidad baja deseable. Cuando no se toman precauciones de control exacto, las circulaciones de transferencia por gravedad e inducidas mediante sifón, utilizadas corrientemente por la práctica de la fundición moderna, aumentan sustancialmente la probabilidad de adsorción de gas elevada por la fusión, ya que son inevitables la rotura de la película de óxido y la agitación excesiva de la fusión.

Una bomba electromagnética de campo giratorio se adapta particularmente a la transferencia tranquila deseada de metales líquidos en la práctica de la fundición moderna. Sin embargo, los metales líquidos de tem-

312795



peratura elevada requieren un arrollamiento de bobina inductora y una geometría de rotor mejorados que produzcan enfriamiento adecuado y aumentan sustancialmente la eficacia de la bomba durante el bombeo a temperatura elevada. Las disposiciones de apoyo necesarias en las bombas electromagnéticas de campo giratorio, están sometidas también al ambiente de temperatura elevada. Es deseable situar las disposiciones de apoyo para una bomba de campo giratorio, en una región separada del ambiente de temperatura elevada sin sacrificar la estabilidad de los componentes de la bomba giratoria.

De acuerdo con esto, un objeto primario del presente invento es proporcionar un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos eléctricamente conductores, particularmente metales líquidos de temperatura elevada.

También es un objeto del presente invento proporcionar un sistema de bomba electromagnética que bombee un metal líquido desde debajo de la superficie de una fusión sin romper la película protectora de óxido situada sobre la superficie de la fusión.

Otro objeto del invento es proporcionar un sistema de bomba electromagnética que transfiera el metal líquido desde una situación a otra sin un aumento apreciable de adsorción de gas por la fusión o de la formación de escoria correspondiente sobre ella.

Otro objeto del invento es proporcionar un sistema de bomba de interacción electromagnética para bombear líquidos eléctricamente conductores contra la acción de la gravedad mediante fuerzas electromagnéticas desarro



lladas.

Otro objeto todavía del invento es proporcionar un sistema de bomba electromagnética que desarrolle una acción de bombeo mediante la producción de una fuerza sobre el líquido en la dirección de circulación deseada mediante una interacción electromagnética que es producida por la geometría helicoidal del rotor de la bomba.

También es un objeto del invento proporcionar un sistema de bomba electromagnética que tenga una disposición de apoyo mejorada para el rotor helicoidal de la bomba.

Un objeto adicional del invento es proporcionar un sistema de bomba electromagnética que desarrolle una circulación tranquila del metal líquido bajo la presión inducida de la bomba sin configuraciones complicadas de álabes de guía en los pasos de circulación de líquido de la bomba.

De igual modo un objeto del invento es proporcionar un sistema de bomba electromagnética que facilite el control preciso de la circulación de un líquido bajo presión inducida mediante una bomba.

Otro objeto del invento es proporcionar un método y un aparato para agitar una fusión para mantener su homogeneidad.

Otro objeto más del invento es proporcionar un método y un aparato para limpiar sustancialmente los pasos de circulación de líquido del sistema de la bomba, mediante la inversión de las fuerzas electromagnéticas desarrolladas.

312795



Serán evidentes otros objetos, características y las ventajas alcanzadas por el invento al considerar la siguiente descripción leída en conexión con los dibujos que se acompañan, en los que:

5 La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente arrancada, de una forma del sistema de bomba electromagnética del invento;

La figura 2 es una vista en perspectiva del sistema de bomba de la figura 1 en una posición de funcionamiento;

10 La figura 3 es una sección longitudinal, parcialmente esquemática, del sistema de bomba de la figura 1;

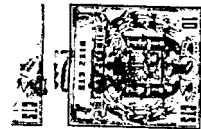
La figura 4 es una vista en perspectiva de otra forma del sistema de bomba electromagnética en una posición de funcionamiento;

La figura 5 es una vista en perspectiva, parcialmente seccionada, del sistema de bomba de la figura 4;

20 La figura 6 es una sección longitudinal, parcialmente esquemática, de otra forma más del sistema de bomba electromagnética del invento; y

La figura 7 es una vista en perspectiva y una vista desarrollada de una forma del rotor de la bomba helicoidal que se describe.

Brevemente, de acuerdo con una forma del invento, está previsto un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos electricamente conductores que tiene al menos una región de bomba que está yuxtapuesta entre un rotor helicoidal magnético, que establece un cam-



po de flujo magnético a través de la región de bomba y distribuye el campo en una curva generalmente helicoidal y una trayectoria de retorno de flujo de modo que cuando el rotor es girado por medios de accionamiento adecuados, el campo de flujo magnético induce corrientes eléctricas parásitas en un líquido en la región de bomba que circulan en trayectorias que se adaptan a la geometría helicoidal del rotor y cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo deseadas al líquido en la región de bomba.

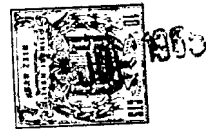
Haciendo referencia a la figura 1, una forma del sistema de bomba electromagnética del invento tiene un miembro de crisol exterior 10 soportado por una pluralidad de ladrillos refractarios 12 ó similares. Los ladrillos 12 protegen los componentes del sistema de bomba y proporcionan aislamiento térmico para el sistema de bomba. Una pestaña que sobresale radialmente 13 del crisol 10, proporciona una superficie o plataforma de apoyo para un labio saliente 15 de un miembro de crisol interior 16 que está alojado dentro del crisol exterior. Ambos crisoles exterior e interior 10 y 16 están orientados en una alineación generalmente vertical alrededor de un eje vertical. Se pretende que estén también dentro del concepto inventivo ciertos grados de inclinación desde la alineación vertical mostrada por las figuras 1 y 2. Pueden estar previstos medios de sujeción elástica, no representados, para asegurar las posiciones relativas de los crisoles 10 y 16, puesto que el crisol interior 16 puede tener una tendencia a flotar cuando están siendo bombeados ciertos metales líquidos y sus aleaciones por el sistema



de bomba del invento.

Los miembros de crisol exterior e interior 10 y 16 están formados preferentemente de un material refractario adecuado, tal como carburo de silicio, nitruro de boro y similares. El metal o material refractario particular utilizado para los pasos de circulación del sistema de bomba no es crítico para el principio de funcionamiento de este sistema de bomba electromagnético. La elección de material es una función de la presión, del tipo de líquido que se está bombeando y de la temperatura; los pasos de circulación deben estar adaptados particularmente a soportar temperaturas de funcionamiento elevadas tales como las alcanzadas cuando se bombean metales fundidos como aluminio, zinc, latón y similares. Aunque los miembros de crisol 10 y 16 se muestran en la figura 1 como unidades integrales individuales que han sido formadas previamente de un material refractario, está previsto que para facilidad de construcción y montaje los miembros 10 y 16 puedan estar formados por secciones, unidas entre sí por un mortero o agente sellador adecuado, y construídos en forma de miembros de crisol generalmente en forma de cubeta.

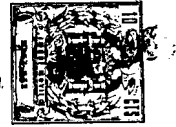
En la disposición alojada, los miembros de crisol exterior e interior 10 y 16 están espaciados para formar una región de bomba o anillo 20 entre ellos. Los miembros de crisol forman también una región de entrada 21 que comunica con el anillo 20. El labio saliente 15 del crisol interior 16 forma una región de salida o espiral de descarga 22 que comunica también con el anillo de bomba 20. Pueden estar previstos medios distanciadores ade-



cuados, no representados, entre los crisoles alojados exterior e interior 10 y 16.

5 Al menos una lumbrera de entrada 25 y una lumbrera de salida 26 comunican con la región de entrada 21 y la región de salida 22, respectivamente, según se muestra en la figura 1. Aunque la lumbrera de entrada 25, está mostrada en la pared lateral del crisol exterior 10, puede estar situada también en la pared inferior del crisol exterior. Además, la lumbrera de entrada 25 puede estar dirigida tangencialmente con respecto a la región de entrada 21. Está prebisto que pueda comunicar más de un conducto de entrada con la lumbrera de entrada 25 del sistema de bomba, de modo que la fusión pueda ser bombeada desde uno o más niveles por debajo de la película de óxido protectora situada sobre la superficie de la masa en fusión. La acción de bombeo suave desarrollada por el sistema de bomba de interacción electromagnética del invento, asegura además un metal líquido limpio para la fundición sucesiva sin romper la película de óxido durante el bombeo.

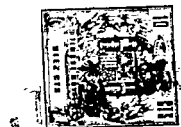
20 Si tuviera lugar cualquier acumulación de escoria en el anillo de bomba 20 o sus regiones relacionadas 21 y 22, la disposición alojada de los crisoles exterior e interior 10 y 16 facilita la separación del crisol interior para exponer tal acumulación para su fácil limpieza mediante herramientas mecánicas y similares. Sin embargo, durante el bombeo, el continuo "frotamiento" del anillo de la bomba 20 por la acción de bombeo desarrollada, que será descrito a continuación, reduce al mínimo cada acumulación de escoria o espuma en él y mantiene en



todo momento un anillo de bomba relativamente limpio. De esta forma se evita sustancialmente la necesidad de herramientas mecánicas para limpiar el anillo de bomba 20 y las regiones de entrada y salida 21 y 22 mediante la disposición estructural y el principio de funcionamiento del presente invento. Aunque no es crítico para el funcionamiento del presente sistema de bomba, la pared inferior del crisol exterior 10 puede estar inclinada para facilitar el drenaje de la región de entrada 21, del anillo de bomba 20, y de la región de salida 22.

La figura 2 muestra una forma de una disposición estructural de viguetas 30 para el sistema de bomba electromagnética cuando el sistema de bomba está situado junto a un horno de fusión o caldero de retención 32 tales como los que son bien conocidos en la técnica de la fundición. El sistema de bomba del invento puede estar situado también, por ejemplo, entre uno o más hornos de fusión y calderos de retención, o cualquier combinación de los mismos, o entre hogares separados de uno o más hornos de reverbero, o en cualquier otra situación en una operación de fundición en que es deseable transferir metal líquido.

Una máquina motriz, tal como un motor de accionamiento eléctrico 35, está soportado y situado mediante la disposición de viguetas 30 sobre los miembros de crisol alojados 10 y 16. Un árbol rotor 36 está conectado al motor de accionamiento 35. El árbol 36 puede ser macizo o hueco, siendo particularmente deseable esto último para la introducción de un medio refrigerante tal como aire a los componentes de la bomba giratorios que serán



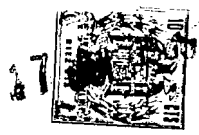
descritos a continuación. Una disposición de apoyo adecuada 38, mostrada con mayor claridad en la figura 1, posiciona en forma giratoria el árbol rotor 36 de modo que el árbol quede pendiente dentro de la región de cubeta del crisol interior 16. La disposición de apoyo 38 está situada por encima y en el exterior del volumen definido por el anillo de bomba 20 y la región de entrada 21. Esta disposición separa los apoyos del ambiente de temperatura elevada primaria desarrollado durante el bombeo de metales líquidos de alta temperatura y permite el enfriamiento adecuado por la situación abierta.

Un rotor helicoidal 40 tiene arrollamiento inductor y puede estar unido o estar formado integralmente con el árbol rotor 36. El rotor helicoidal 40, según se muestra en la figura 1, tiene la forma de un electroimán de dos polos con piezas polares 42 y 43; sin embargo, el rotor helicoidal 40 puede tener también una forma cruciforme o cualquier otra forma multipolar adecuada. Tanto el árbol rotor 36 como el rotor helicoidal 40 están formados preferiblemente de un material magnético tal como acero al carbono suave. El rotor helicoidal 40 está formado con al menos una espira helicoidal 45, representada más claramente en la figura 3. Es de desear que tanto el paso de la espira helicoidal 45 como la anchura de la cresta de la espira permitan una separación entre trazas de espira adyacentes a un lado del rotor 40 para reducir trayectorias de pérdida de flujo. Además es de desear que la espira helicoidal 45 tenga una longitud de traza suficiente para que recorra aproximadamente la longitud axial del anillo de la bomba 20 durante el giro del rotor heli-



coidal 40.

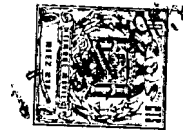
Un arrollamiento de bobina inductor 47 está devanado en la espira 45 entre los polos adyacentes 42 y 43 del rotor helicoidal 40. El arrollamiento de bobina de inductor 47 está formado preferentemente de alambre de cobre con doble aislamiento de vidrio impregnado en silicona, que se adapta particularmente a las condiciones de funcionamiento a temperatura elevada. Para temperaturas de funcionamiento de rotor en el margen de 315°C a 593°C, se prefiere el alambre de cobre revestido de níquel con aislamiento cerámico. El arrollamiento inductor 47 está aislado del rotor 40 por medio de caballetes o láminas de vidrio, no representados. Estas sirven también para producir conductos de ventilación o pasos de circulación entre el rotor y el arrollamiento. El arrollamiento de bobina inductor 47 está conectado eléctricamente a una fuente de energía de corriente continua externa, no representada, por medio de anillos rozantes adecuados 49. El arrollamiento inductor 47 está conectado de modo que los polos inductores adyacentes, tales como las piezas polares 42 y 43, produzcan polos magnéticos de polaridad opuesta. Todas las espiras del arrollamiento de bobina inductor 47 sobre cada pieza polar 42 y 43 actúan a lo largo del mismo eje, concentrando de este modo la fuerza magnetomotriz. Esto hace a la bomba electromagnética de rotor helicoidal particularmente adecuada para su uso cuando el anillo de bomba 20 debe ser de pared relativamente gruesa. Los anillos rozantes 49 están conectados a través de escobillas y conductores adecuados a la fuente de energía externa. Una pluralidad de tiras o



bandas de sujeción 50 - 52 retienen el arrollamiento de bobina inductor 47 dentro de la espira helicoidal 45.

Una envoltura protectora 55 puede estar fijada al rotor helicoidal 40 y en general envuelve al rotor helicoidal 40. La envoltura 55 está formada preferiblemente de un material adecuado tal como acero inoxidable y protege el arrollamiento de bobina inductor 47 de los efectos de las condiciones de funcionamiento de temperatura elevada cuando se manejan metales fundidos. Según los parámetros de diseño, pueden situarse barreras de transferencia de calor adicionales, además de la envoltura 55, dentro del crisol interior 16 entre la periferia del rotor helicoidal 40 y la pared del crisol, al mismo tiempo que se mantiene una trayectoria de circulación de refrigerante entre ellos.

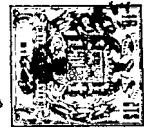
Los componentes giratorios de la bomba, que incluyen el árbol rotor 36, el rotor helicoidal 40, y el arrollamiento inductor 47, están pendientes como una unidad dentro del interior generalmente en forma de cubeta del miembro de crisol interior 16, con el anillo de bomba 20 generalmente circunyacente al rotor helicoidal 40. El anillo de bomba 20 no está en comunicación de fluido con los componentes giratorios. Por consiguiente los componentes mecánicamente giratorios no están bañados por inmersión directa en el metal líquido que se está bombeando. La geometría del rotor helicoidal 40 y del arrollamiento de bobina inductor 47 complementa el miembro de crisol interior en forma de cubeta 16 y proporciona una circulación sin obstrucción de aire de refrigeración a los componentes giratorios de la bomba, mientras mantie-



nen un intervalo de aire nominal total que asegura un sistema de bomba electromagnética de rotor helicoidal altamente eficaz. Si se desea una velocidad de circulación más elevada, pueden utilizarse disposiciones de ventilador adecuadas tales como las conocidas en la técnica, para aumentar la circulación de aire normal.

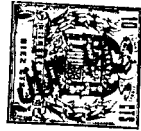
Una estructura magnética 58 construida de forma adecuada, está dispuesta circunyacente a la región o anillo de bomba 20, y proporciona una trayectoria de retorno de flujo para mejorar la eficacia de conjunto del sistema de bomba reduciendo la pérdida de flujo. La estructura magnética 58 está compuesta preferentemente de una pluralidad de láminas formadas de material magnético de buena calidad, tal como acero al silicio, que pueden estar recubiertas individualmente de un material aislante adecuado. Es deseable en general, particularmente cuando se bombean metales líquidos a temperatura elevada, mantener la estructura magnética 58 a una temperatura que sea menor que la temperatura Curie de las láminas. Un medio refrigerante, tal como aire, es introducido a la estructura magnética 58 desde una fuente externa, no representada, a través de al menos un conducto de entrada 60. Una región de cámara o tubo 61 distribuye el aire refrigerante a una pluralidad de conductos 62 similares espaciados circunferencialmente, y después hace escapar el aire de refrigeración de la estructura magnética a través de al menos una tubería de descarga 63.

En funcionamiento, el arrollamiento de bobina inductor 47 del sistema de bomba electromagnética mostrado en las figuras 1 y 2, es energizado desde el suministro



tro de energía de corriente continua, no representado, de modo que el rotor helicoidal 40 como fuente de flujo magnético, tenga polaridades norte y sur alternativas, sesgadas circunferencial y axialmente con relación al eje de rotación del rotor helicoidal. El rotor helicoidal 40 no es homopolar en esta bomba de rotor helicoidal, porque las polaridades opuestas norte y sur desarrollan polaridades opuestas correspondientes en las regiones inmediatamente adyacentes al árbol rotor 36. El campo de flujo magnético establecido por la energización del arrollamiento inductor 47 está representado más claramente en la figura 3. El campo de flujo magnético pasa desde los polos norte sesgados del rotor helicoidal 40 a través del anillo de bomba 20 y del líquido conductor situado en él, a la trayectoria de retorno de flujo proporcionada por la estructura magnética 58. El campo magnético se divide en al menos dos trayectorias de circulación, cada una de las cuales vuelve a las regiones inmediatamente adyacentes a los polos sur sesgados del rotor helicoidal 40. El campo de flujo pasa de nuevo entonces a través del anillo de bomba 20 hasta los polos sur. La dirección del campo de flujo magnético en la sección de bomba 20 es sustancialmente radial al eje de rotación del rotor helicoidal 40, y se distribuye en trazados o trayectorias de flujo que definen al menos una curva generalmente helicoidal alrededor del rotor.

La rotación del rotor helicoidal con arrollamiento inductor energizado 40, por ejemplo, en dirección contraria a las agujas del reloj, es decir de izquierda a derecha según se ve en las figuras 1 y 2, desarrolla una



17

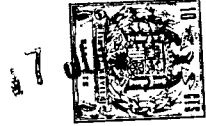
variación en el campo de flujo magnético a través de la
región o anillo de bomba 20. Haciendo referencia a la fi
gura 7, esta variación induce tensiones tal como a lo lar
go de las trayectorias de corriente A - B y C - D en el
5 anillo de bomba 20 de acuerdo con la regla de la mano de
recha de la electrofísica. Estas tensiones cooperan con
el campo magnético para producir el empuje o fuerza elec
tromagnética F sobre el líquido conductor del anillo de
bomba 20 de acuerdo con la regla de la mano izquierda de
10 la electrofísica. La bomba de rotor helicoidal del inven
to desarrolla el vector fuerza F resultante que tiene com
ponentes de vector axial y circunferencial f_a y f_b respec
tivamente. El desarrollo de la componente axial f_a per
mite la utilización de una región de bomba sin particio
15 nes, tal como la región de bomba 20 mostrada por la figu
ra 1, puesto que la componente axial f_a comunica una velo
cidad deseada V al líquido conductor y da lugar a una cir
culación de líquido axial a través de la región de bomba
bajo las presiones inducidas por la bomba. Las fuerzas,
20 tales como la fuerza F , que se comunican sobre el metal
líquido en el anillo de bomba 20 de la figura 1, mueven
o bombean el metal líquido desde la lumbrera de entrada
25 a la lumbrera de salida 26. El movimiento del metal
líquido en el anillo de bomba 20, "frotará" o enjuagará
continuamente el anillo de cualquier acumulación de esco
ria en él. También se reducen a un mínimo las caracterís
ticas de vibración o desalineamiento de los componentes
de la bomba pendientes, mediante la energización del arro
llamiento inductor 47, lo que ayuda a obtener caracterís
30 ticas de rodaje de los componentes giratorios de la bomba



virtualmente sin vibración . Por ejemplo, en una prueba de rodaje, se observó una variación o desalineación de los componentes giratorios de la bomba desde el eje vertical de rotación de 0,1 mm. sin energización del inductor. Cuando fue energizado el arrollamiento inductor 47, el campo magnético establecido por la geometría del rotor helicoidal redujo significativamente el desalineamiento a 0,05 mm.

La circulación laminar direccional del metal fundido bajo las presiones inducidas por la bomba creadas por las fuerzas electromagnéticas descritas, proporcionan una circulación de líquido relativamente tranquila, desde la compuerta de salida 26 con un mínimo de turbulencia. Aunque la lumbrera de salida 26 está dirigida tangencialmente a la región de salida 22 y contribuye a la circulación tranquila, la posición tangencial no es crítica para el funcionamiento del sistema de bomba del invento.

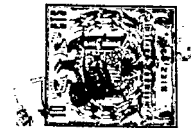
La introducción del metal bombeado desde la lumbrera de descarga o de salida 26 a un conducto cerrado 27 para su transferencia a otra situación, reduce también la probabilidad de adsorción de gas adicional y acumulación de escoria correspondiente por la fusión. En caso necesario, el conducto 27 puede estar aislado o calentado de forma conveniente para reducir a un mínimo las pérdidas de temperatura del metal líquido durante la transferencia. Así, el metal bombeado circula bajo presión inducida por bomba a una temperatura próxima a la óptima de colado, sin que sea necesario calentamiento adicional en un caldero de retención o vertido sucesivo,



no representado. También puede ser bombeado el metal líquido a temperatura próxima a la óptima de colado, sin que sea necesario el sobrecalentamiento previo de la masa fundida para compensar las pérdidas de temperatura durante la transferencia, tales como las que se experimentaban en los sistemas de bomba de la técnica conocida.

La circulación sucesiva o continua precisa, de metal líquido bajo presiones inducidas por bomba, se obtiene mediante el control bien sea del motor de accionamiento 35, de la energización del arrollamiento inductor 47 o de ambos, de modo que es posible la circulación medida y la detención instantánea de la circulación de líquido tranquila desde el sistema de bomba del invento. Por ejemplo, en un sistema de bomba formado de acuerdo con el invento, se mantuvo una intensidad de campo de 25 amperes en el arrollamiento inductor 47 cuando el motor de accionamiento 35 fué detenido. Una circulación de descarga anterior desde el sistema de bomba de 11.355 litros por minuto disminuyó rápidamente a una circulación cero con una constante de tiempo de tres segundos. La corriente inductora fué interrumpida solamente después de que había terminado la circulación de descarga de metal líquido.

Las disposiciones de transferencia por gravedad o sifón conocidas, requieren aproximadamente una hora para transferir 18.100 kilogramos de un metal líquido, tal como aluminio, sin ninguna seguridad de una circulación de metal tranquila. Uno de los sistemas de bomba electromagnética del presente invento bombea 1.890 litros por minuto y transfiere 272.160 kilos de aluminio en una hora;

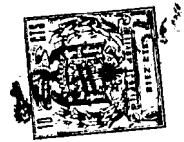


siendo realizada la transferencia con una circulación laminar tranquila y bajo presión inducida por bomba contra los efectos de la gravedad mediante la utilización de las fuerzas electromagnéticas descritas previamente.

5 El sistema de bomba electromagnética mostrado en particular en las figuras 1 y 2, bombeará 10.000 litros por minuto a una presión desarrollada de 2,2 Kg/cm², cuando el rotor helicoidal 40 es accionado a 374 R.P.M., con una entrada de corriente continua al arrollamiento inductor 47 de 28 amperios a 200 voltios. Cuando el rotor es
10 accionado a velocidad constante, la circulación de descarga desde la bomba puede variarse mediante un reostato de campo inductor en serie con la fuente de energía de corriente continua para el arrollamiento inductor 47, para
15 obtener una variación de circulación y presión suave, sin saltos.

La simple inversión del motor de accionamiento 35, proporciona un recorrido inverso del líquido en la región o anillo de bomba 20, para limpiar rápidamente la lumbrera de descarga 26, el conducto 27, y los pasos de circulación correspondientes del metal líquido. Esto evita
20 la solidificación de metal líquido en los pasos de circulación durante los períodos en que no se desea circulación de líquido.

25 Las figuras 4 y 5 muestran otra forma del sistema de bomba de interacción electromagnética del presente invento. El principio de funcionamiento es similar al sistema de bomba mostrado en las figuras 1 y 2. El sistema de bomba mostrado en las figuras 4 y 5, funciona en una posición
30 parcialmente sumergida en un depósito de metal lí-



quido o masa en fusión 65. La fusión 65 puede estar con
tenida mediante ladrillos adecuados 66 u otra estructu-
ra adecuada común en la práctica de la fundición.

La figura 4 muestra una forma de una disposi-
5 ción estructural de viguetas 68 situada en general por
encima de la fusión 65 y que se poya sobre los ladrillos
66. También se pretende que queden dentro del concepto
del sistema de bomba que se describe otras disposiciones
de soporte y la disposición 68 mostrada por las figuras
10 4 y 5 no es crítica. Un anillo de soporte 70 está reteni
do por la disposición de viguetas 68 y se aplica en una
parte de reborde que sobresale radialmente 72 de un par-
te de canal exterior 73. La parte exterior 73 está espa-
ciada y circunyacente a una parte de crisol interior 75
15 para establecer una región o anillo de bomba 76 entre
ellas.

Las partes exterior e interior 73 y 75 respec-
tivamente son mostradas por la figura 5 como una unidad
integral, bien sea formada previamente de metal o de un
20 material refractario adecuado tal como los materiales des
critos previamente. Se pretende de nuevo, que por faci-
lidad de construcción y montaje, las partes 73 y 75 pue-
dan estar seccionalizadas y construídas en la configura-
ción general según se muestra en la figura 5. Si se de-
25 sea, pueden estar dispuestos miembros espaciadores adecua-
dos, no representados, entre las partes exterior e inte-
rior.

La disposición estructural de viguetas 68 sopor-
ta también una máquina motriz, tal como un motor eléctri-
30 co 78, con un árbol rotor pendiente 79 conectado a él. Un



rotor helicoidal con arrollamiento inductor 80, similar en todos los aspectos estructurales al rotor helicoidal con arrollamiento inductor 40 mostrado en las figuras 1 y 2, está fijado al árbol rotor 79 o formado integralmente con él. El rotor helicoidal 80 está pendiente dentro de la parte de crisol interior 75 de modo que el anillo de bomba 76 es generalmente circunyacente al rotor.

Una estructura magnética 84 proporciona una trayectoria de retorno para el campo de flujo magnético establecido por el rotor magnético. La estructura magnética 84 está situada dentro de la parte de canal exterior 73 y está formada preferiblemente de una pluralidad de láminas de acero suave. La estructura magnética 84 puede estar soportada también desde la disposición de viguetas 68 para reducir la carga sobre la parte de canal exterior 73, particularmente cuando la parte de canal está formada de un material refractario. Entre la estructura magnética 84 y las paredes de la parte exterior 73 están situadas barreras aislantes secundarias 86 y 87, formadas de amianto o similar, para reducir la transferencia de calor desde la colada 65 a la estructura magnética 84. Un medio refrigerante, tal como aire, es introducido a la estructura magnética 84 a través de un conducto de entrada 90 para mantener las láminas por debajo de su temperatura Curie. El aire de refrigeración pasa desde el conducto de entrada 90 a una región de cámara impelente o tubo 91 y luego se escapa desde la estructura magnética 84 a través de una pluralidad de conductos espaciados circunferencialmente, tales como el conducto 92. Se pretende que puedan estar situadas dentro de la parte de crisol interior 75, barre-



ras de transferencia de calor adicionales, similares a las barreras de calor 86 y 87, entre la periferia del rotor helicoidal 80 y las paredes de la parte interior 75.

El anillo de bomba 76 está abierto a la fusión 5 65 sobre un plano que está espaciado en forma adecuada de la solera o fondo del caldero 94. La entrada de metal fundido o líquido a la sección de bomba 76 durante el funcionamiento del sistema de bomba, mostrado en las figuras 4 y 5, produce una acción suave de torbellino o agitado de la fusión 65, lo que ayuda a mantener una colada homogé- 10 nea y al escape de los gases adsorbidos en la fusión sin romper la película de óxido protectora 95 situada sobre la superficie de la fusión.

Operativamente, el sistema de bomba electromag- 15 nética mostrado por las figuras 4 y 5, desarrolla una acción de bombeo, similar a la descrita previamente con respecto al sistema de bomba mostrado por las figuras 1 y 2. Las fuerzas electromagnéticas desarrolladas dentro de la sección de bomba 76 sobre el líquido eléctricamente con- 20 ductor contenido en ella, están de acuerdo con las fuerzas previamente descritas y efectúan la elevación y el transporte de metal líquido hasta un conducto de salida o descarga 97.

La figura 6 muestra otra modificación más del 25 sistema de bomba de interacción electromagnética del invento. De nuevo la teoría y el principio de funcionamiento es similar a los antes descritos con respecto a los sistemas de bomba del invento mostrados por las figuras 1 - 5.

30 El rotor helicoidal 100 está situado generalmen



te circunyacente a una región o anillo de bomba 102 según se muestra en la figura 6. Una estructura magnética 103, similar estructuralmente a las descritas previamente, está situada dentro de un miembro de núcleo aislante 104 y proporciona medios de trayectoria de retorno de flujo. El miembro de núcleo 104 está situado centralmente dentro del volumen definido por el anillo de bomba 102 mediante una pluralidad de miembros espaciadores similares al miembro espaciador 105.

Medios de accionamiento externos, tales como un motor eléctrico 110, hacen girar el rotor helicoidal 100 a través de unos medios de transmisión de energía adecuados, tales como las disposiciones de engranajes cilíndricos 112 y 113. La disposición de engranajes de transmisión de energía no es crítica para el funcionamiento del invento y se muestra solamente como una ilustración de disposiciones adecuadas.

Un arrollamiento inductor 120 devanado sobre los polos sesgados del rotor helicoidal 100, es energizado desde un suministro de energía de corriente continua externo, no representado, a través de conductores y escobillas bien conocidos que cooperan con anillos rozantes adecuados 122. Cuando el arrollamiento inductor 120 está energizado y el rotor helicoidal 100 accionado mediante el motor de accionamiento 110, el líquido eléctricamente conductor del anillo de bomba 102 se mueve desde una lumbrera de entrada 125 a una lumbrera de salida 126 mediante las fuerzas comunicadas en el anillo de bomba.

El sistema de bomba electromagnética mostrado por la figura 6 se adapta particularmente para el funcio



namiento en una orientación horizontal. Sin embargo, se pretende que el sistema de bomba pueda ser utilizado en una orientación en general vertical, tal como la mostrada por los sistemas de bomba de las figuras 1 y 5.

5 El sistema de bomba electromagnética de rotor helicoidal, según se ha mostrado y descrito, ofrece claras ventajas sobre los sistemas de bomba mecánicos conocidos y otros sistemas de bomba electromagnéticos, es decir, bombas de inducción y conducción. El sistema de bomba de
10 rotor helicoidal (1) no tiene partes móviles en contacto con el líquido que se está bombeando, (2) no requiere cierres herméticos o cajas prensaestopas, y (3) puede funcionar en posición horizontal o vertical.

Además, el sistema de bomba de rotor helicoidal
15 del invento ofrece varias características únicas: se varían fácilmente las velocidades de circulación; funcionamiento altamente eficaz; pérdida de entrada reducidas, de modo que el sistema de bomba puede funcionar a succión positiva neta baja sin cavitación; grandes holguras de ro-
20 daje entre los componentes giratorios de la bomba y los componentes de la región de bomba; el arrollamiento inductor concentrado establece un campo magnético fuerte a través de un entrehierro ancho, lo que hace posible utilizar un canal o región de bomba de pared gruesa; flexibilidad
25 de funcionamiento, puesto que los componentes giratorios de la bomba no están fijados a los componentes de la región de bomba; y, no se necesitan condensadores para corrección del factor de potencia puesto que se utiliza preferentemente corriente continua para establecer el campo
30 magnético.

312795



Según será evidente por la descripción anterior, ciertos aspectos del invento no están limitados a los detalles de construcción particulares representados. Aunque la fuente de flujo magnético está representada en las figuras 1 - 6 como un rotor helicoidal con un arrollamiento inductor energizado en forma adecuada, el flujomagnético puede desarrollarse mediante imanes permanentes sesgados dispuestos en forma adecuada para formar un rotor helicoidal, o por una combinación de electroimanes e imanes permanentes. Un rotor de imán permanente helicoidal o sesgado, como fuente de flujo magnético tiene utilización particular en sistemas de bomba pequeños para desarrollar las fuerzas magnéticas sobre el líquido que se está bombeando. Se prevee que a los experimentados en la técnica seles ocurrirán otras modificaciones y aplicaciones. De acuerdo con esto, se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubrirán tales modificaciones y aplicaciones que no se aparten del verdadero espíritu y alcance del invento.

20

N O T A

25

Los puntos de invención propia no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Introducción por DIEZ años, son los siguientes:

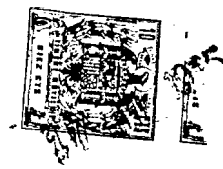
30

1.- Un sistema de bomba electromagnética para



bombear líquidos electricamente conductores que comprende: (a) unos medios rotores helicoidales, (b) unos medios de trayectoria de retorno de flujo, (c) al menos una región de bomba yuxtapuesta entre dichos medios rotores y dichos medios de retorno de flujo, (d) al menos una lumbrera de entrada y una lumbrera de salida en dicha región de bomba, (e) medios de iman asociados con dichos medios rotores para establecer un campo de flujo magnético a través de dicha región de bomba, que está distribuido en una curva generalmente helicoidal, y (f) unos medios de accionamiento para hacer girar dichos medios rotores de modo que el campo magnético induzca corrientes parásitas en un líquido conductor en dicha región, que circulan en trayectorias que se adaptan a la geometría helicoidal de dichos medios rotores y que cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo al líquido.

2.- Un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos electricamente conductores, que comprende (a) unos medios rotores helicoidales con arrollamiento inductor, (b) unos medios de trayectoria de retorno de flujo, (c) al menos una región de bomba yuxtapuesta entre dichos medios rotores helicoidales y dichos medios de retorno de flujo, (d) al menos una abertura de entrada y una abertura de salida espaciadas en dicha región de bomba, (e) medios de energía eléctrica conectados a dicho rotor con arrollamiento inductor para establecer un campo de flujo magnético sustancialmente radial a través de dicha región de bomba, que está distribuido en una curva generalmente helicoidal junto a dichos medios rotores, y (f) unos medios de accionamiento para hacer girar dichos



medios rotores helicoidales de modo que el campomagnético induzca corrientes parásitas en un líquido conductor en dicha región, que pasa en trayectorias que se adaptan a la geometría helicoidal de dichos medios rotores y cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo al líquido.

3.- El sistema de bomba de la reivindicación 2, en el que están previstos unos medios de enfriamiento para dichos medios de trayectoria de retorno de flujo.

4.- El sistema de bomba de la reivindicación 2, en el que dichos medios de energía eléctrica son una alimentación de corriente continua.

5.- Un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos eléctricamente conductores, que comprende de unos miembros primero y segundo generalmente de forma de cubeta, (b) una parte de reborde sobre dicho primer miembro de forma de cubeta que coopera con una parte de reborde en dicho segundo miembro en forma de cubeta para alojar dicho primer miembro dentro de dicho segundo miembro en una relación espaciada entre sí, (c) una región de bomba desarrollada entre dichos miembros primero y segundo, (d) al menos una abertura de entrada a dicha región de bomba en dicho segundo miembro, (e) al menos una abertura de salida de dicha región de bomba, (f) un rotor helicoidal con arrollamiento inductor situado de manera giratoria dentro de dicho primer miembro de forma de cubeta y espaciado de él para definir una trayectoria de paso de refrigerante, (g) unos medios de soporte para dicho rotor helicoidal que incluyen una disposición de apoyo separada de dicho primer miembro de forma de cubeta, (h) unos medios



de trayectoria de retorno de flujo circundantes a dicha región de bomba, (i) medios de enfriamiento para dicha trayectoria de retorno de flujo, (j) medios que conectan eléctricamente dicho rotor con arrollamiento inductor a una fuente de energía para establecer un campo de flujo magnético sustancialmente radial a través de dicha región de bomba distribuido en al menos una curva helicoidal alrededor de dicho rotor, y (k) unos medios de accionamiento para hacer girar dicho rotor helicoidal de modo que el campo magnético induzca corrientes parásitas en un líquido conductor en dicha región, que pasa en trayectorias que se adaptan a la geometría helicoidal de dichos medios rotores y que cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo al líquido.

6.- El sistema de bomba de la reivindicación 5, en el que dicha región de bomba es un anillo.

7.- El sistema de bomba de la reivindicación 5, en el que dichos miembros de forma de cubeta están formados de un material aislante adecuado.

8.- Un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos eléctricamente conductores, que comprende (a) una parte de crisol interior, (b) una parte de canal exterior generalmente circundante a dicha parte interior y espaciada de ella, (c) una región de bomba desarrollada entre dichas partes interior y exterior, (d) al menos una abertura de salida de dicha región de bomba, (e) un rotor helicoidal con arrollamiento inductor situado de manera giratoria dentro de dicha parte de crisol interior y espaciado de ella para desarrollar una trayectoria de paso de refrigerante, (f) unos medios de soporte para di-



cho rotor helicoidal y dichas partes interior y exterior que incluyen una disposición de apoyo separada de dichas partes exterior e interior, (g) unos medios de trayectoria de retorno de flujo situados dentro de dicha parte
5 de canal exterior (h) unos medios de enfriamiento para dicha trayectoria de retorno de flujo, (i) medios que conectan eléctricamente dicho rotor con arrollamiento inductor a una fuente de energía para establecer un campo de flujo magnético sustancialmente radial a través de dicha región
10 de bomba distribuido en al menos una curva helicoidal alrededor de dicho rotor, y (j) unos medios de accionamiento para hacer girar dicho rotor helicoidal de modo que el campo magnético induzca corrientes parásitas en un líquido conductor en dicha región, que pasan en trayectorias
15 que se adaptan a la geometría helicoidal de dichos medios rotores y que cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo al líquido.

9.- El sistema de bomba de la reivindicación 8, en el que dicha región de bomba en un anillo.

20 10.- El sistema de bomba de la reivindicación 8, en el que dichos miembros de forma de cubeta están formados de un material aislante adecuado.

25 11.- Un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos eléctricamente conductores, que comprende (a) un miembro de núcleo central, (b) unos medios de trayectoria de retorno de flujo situados dentro de dicho miembro de núcleo, (c) un rotor helicoidal con arrollamiento inductor situado de manera giratoria circundante a dicho núcleo, (d) una región de bomba yuxtapuesta entre dicho
30 rotor helicoidal y dichos medios de retorno de flujo, (e)



al menos una abertura de entrada y una abertura de salida de dicha región de bomba, (f) unos medios que conectan eléctricamente dicho rotor con arrollamiento inductor a una fuente de energía para establecer un campo de flujo magnético a través de dicha región de bomba y (g) unos medios de accionamiento para hacer girar dicho rotor helicoidal de modo que el campo magnético induzca corrientes parásitas en un líquido conductor en dicha región, que pasan en trayectorias que se adaptan a la geometría helicoidal de dichos medios rotores y que cooperan con el campo magnético para comunicar fuerzas de bombeo al líquido.

12.- Un sistema de bomba electromagnética para bombear líquidos electricamente conductores.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 17 JUL 1965

P.A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder.

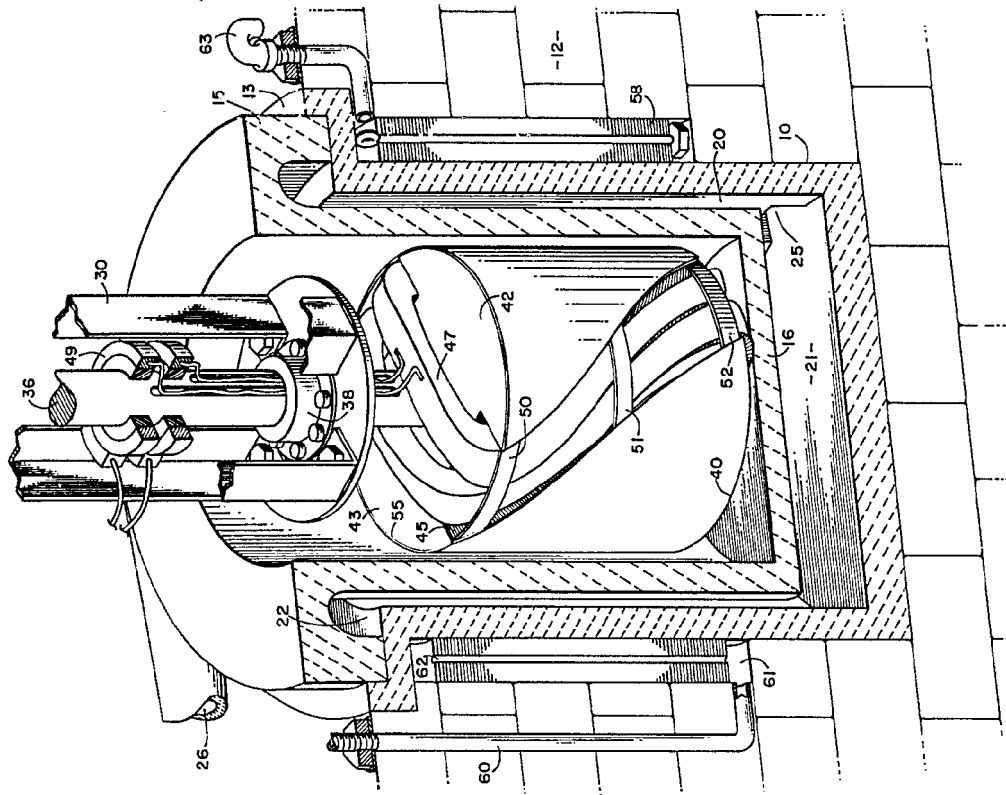


FIG. 1

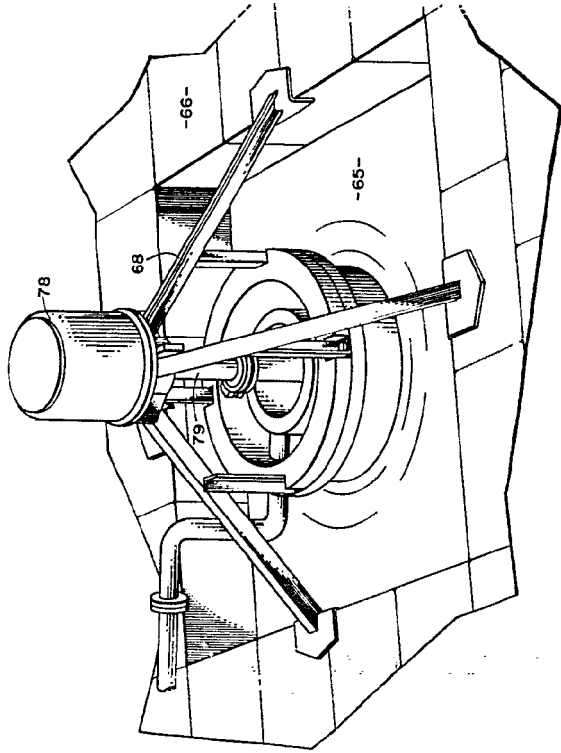


FIG. 4

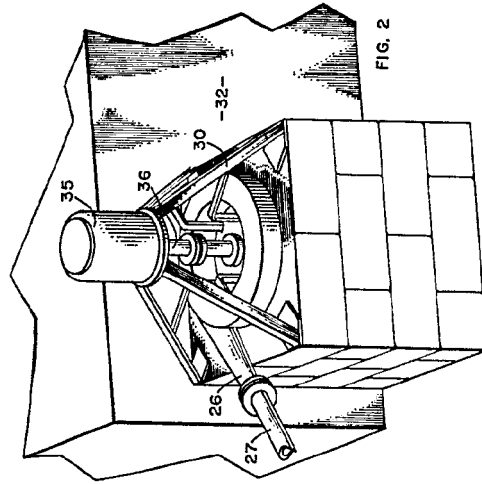


FIG. 2

Alfonso de Echeverri

1937

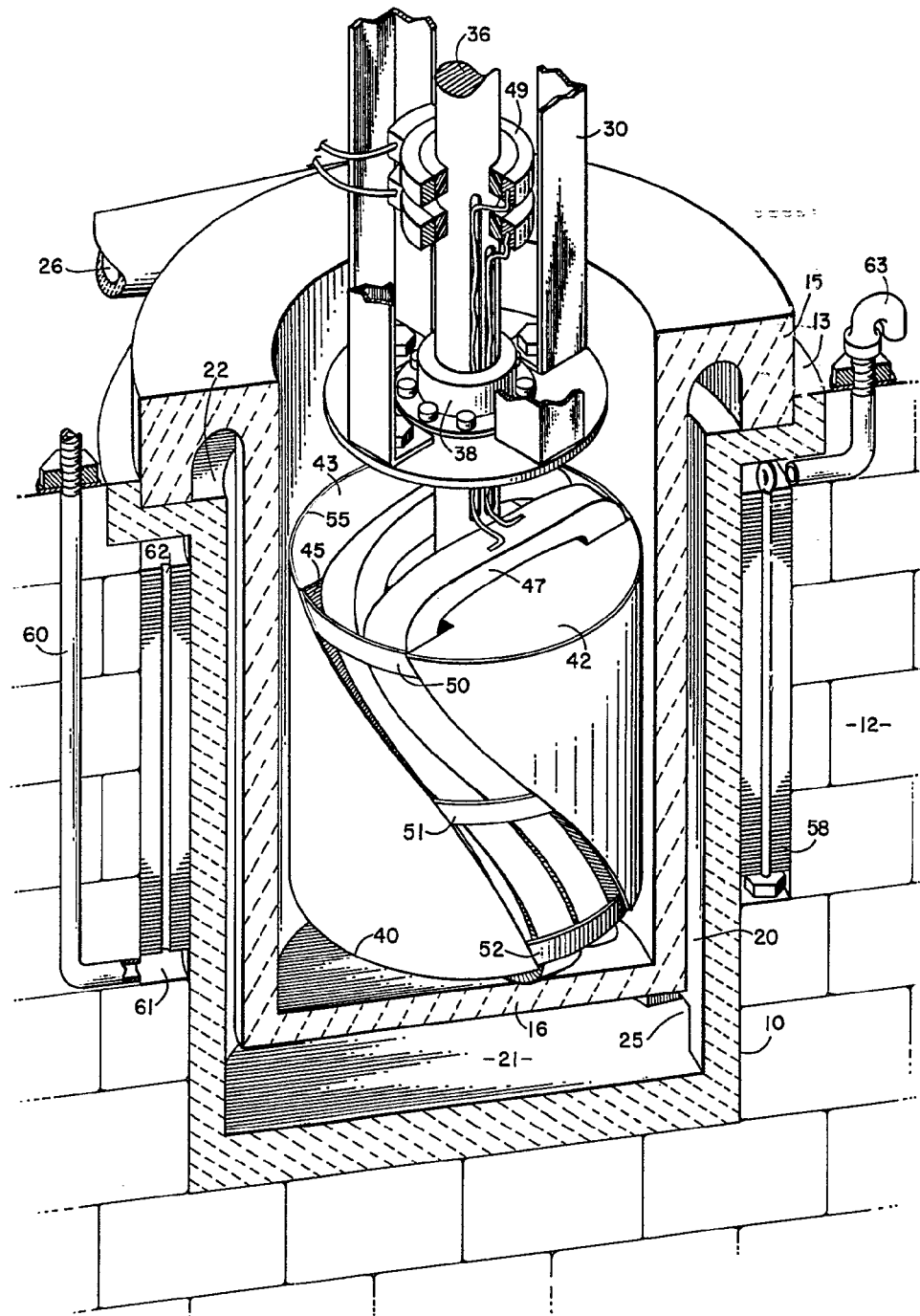


FIG. 1

2795

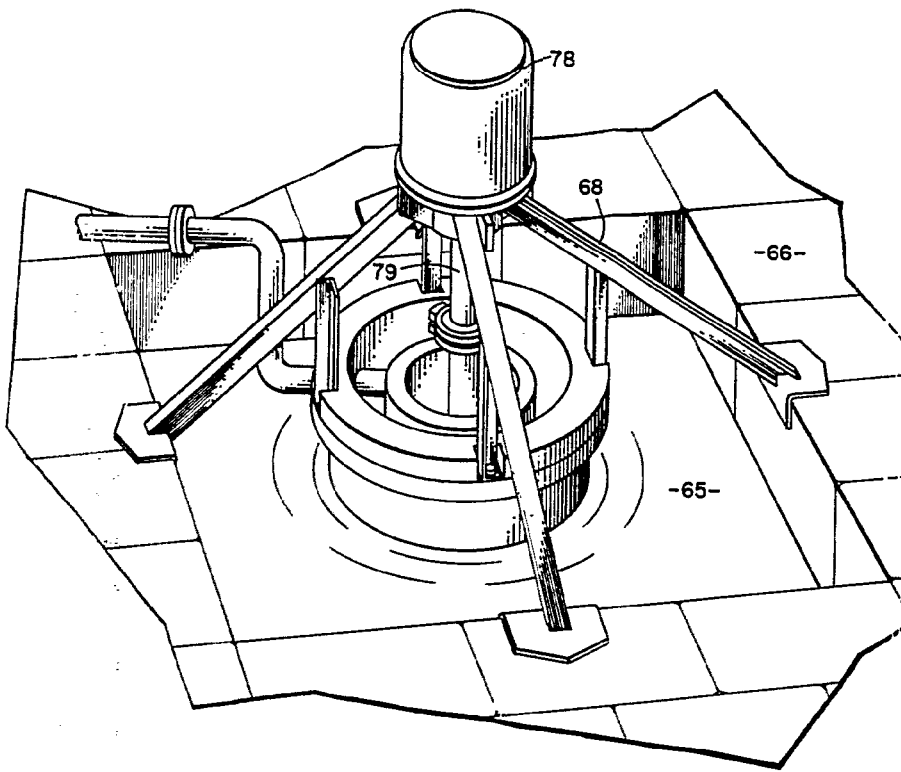
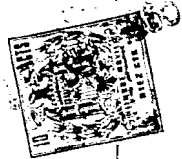


FIG. 4

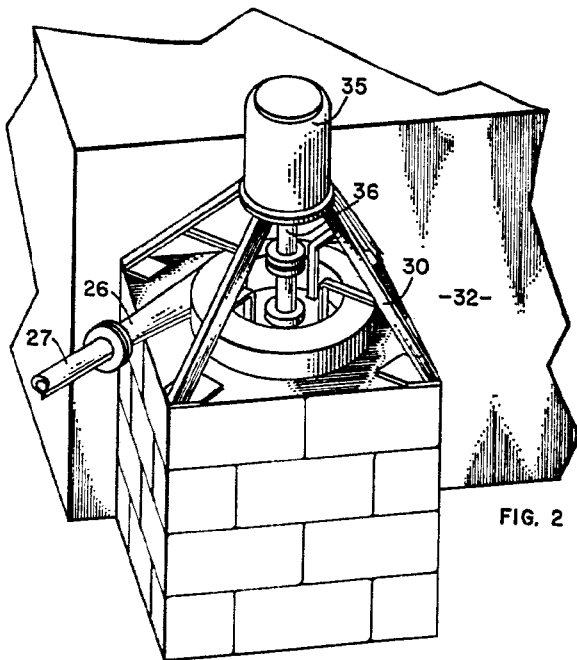


FIG. 2

2705

Atento de Elencos

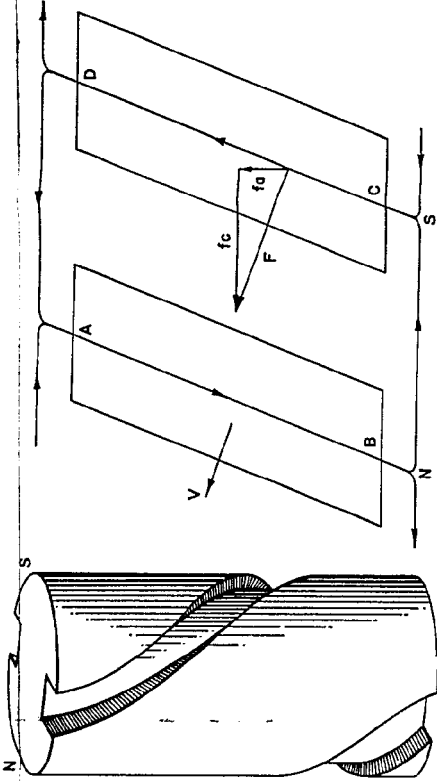


FIG. 7

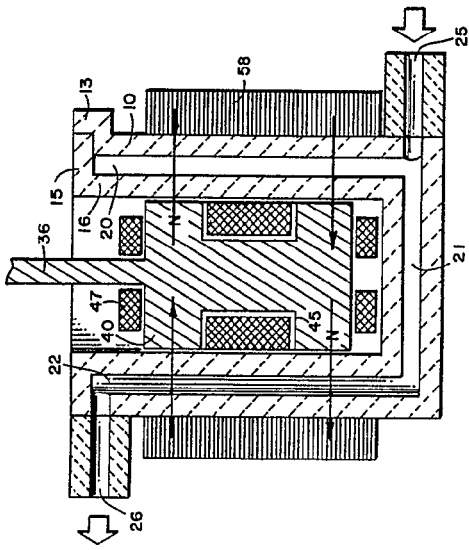


FIG. 3

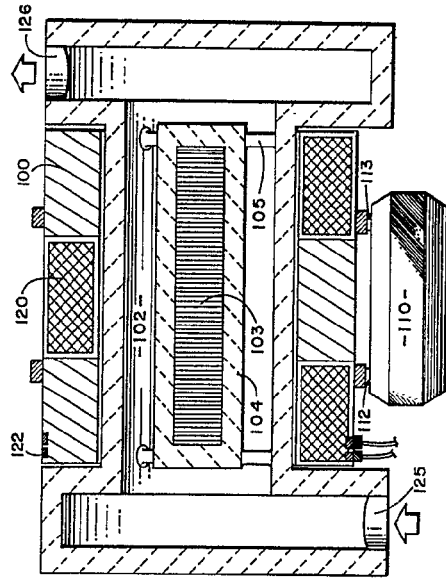


FIG. 6

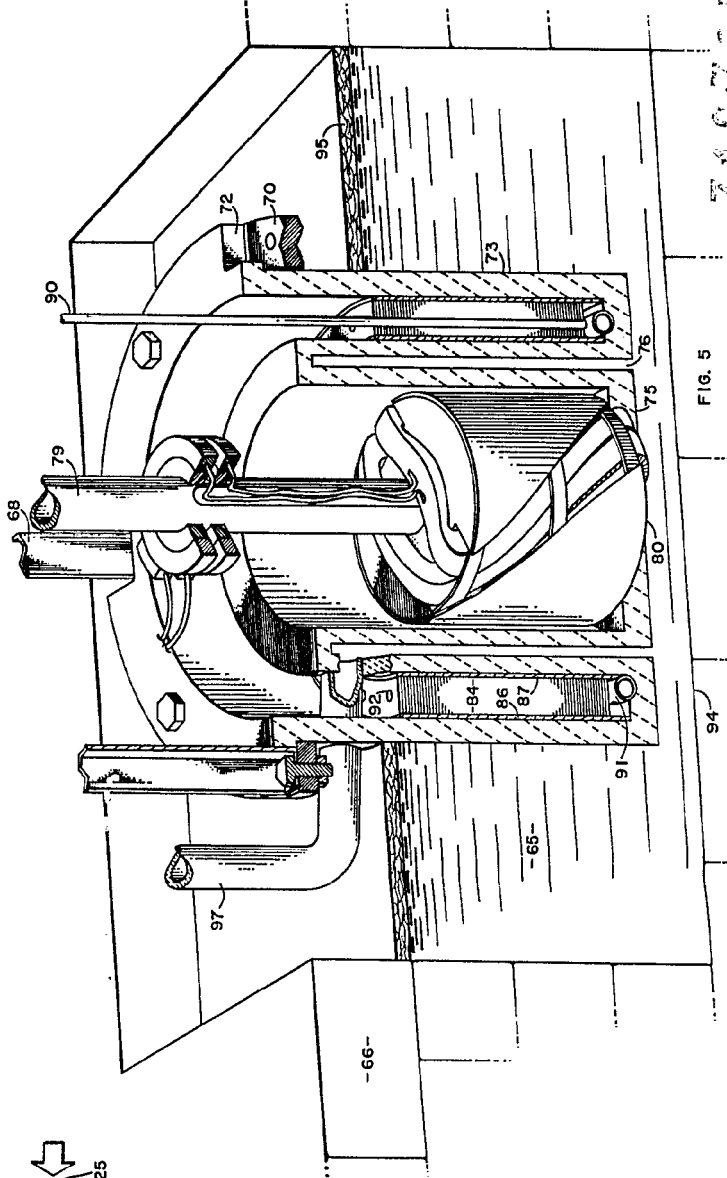


FIG. 5

3427-10
 Albert de Elabarte
 Proprietor
 L. L. L.

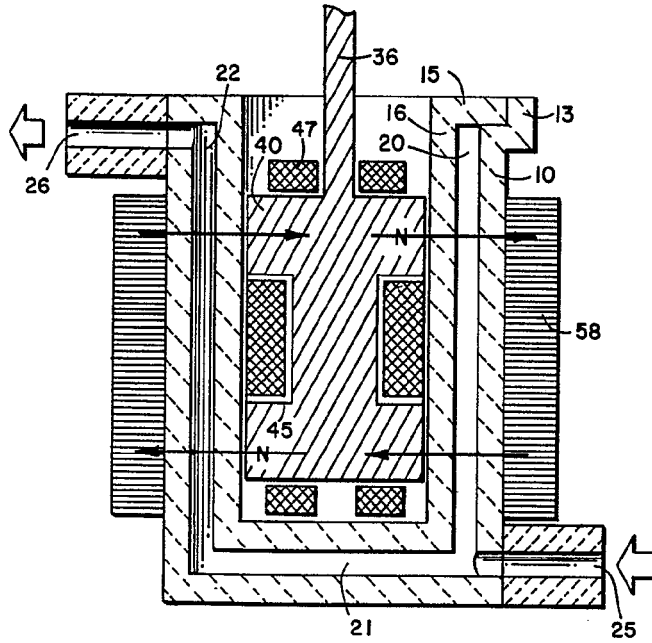


FIG. 3

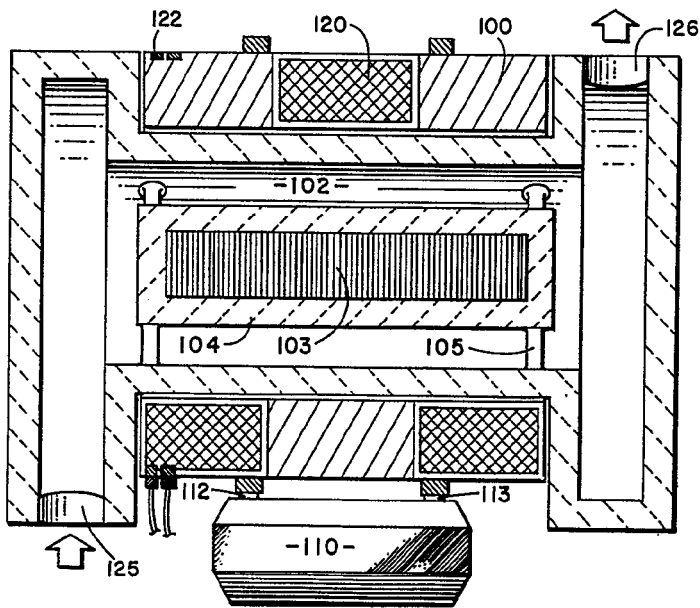
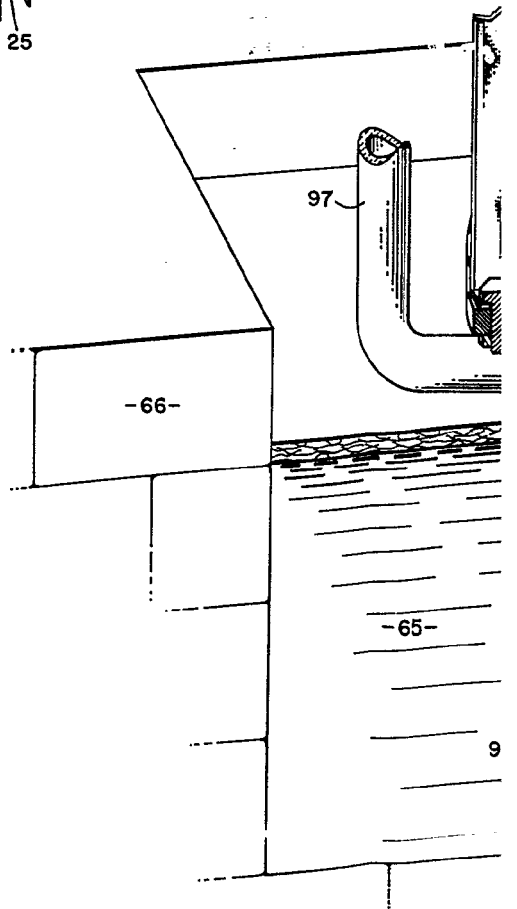
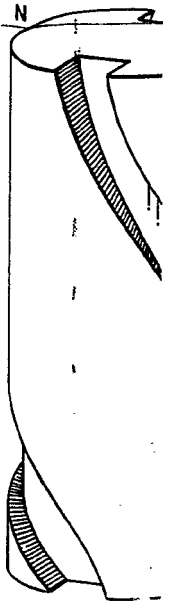


FIG. 6



312785

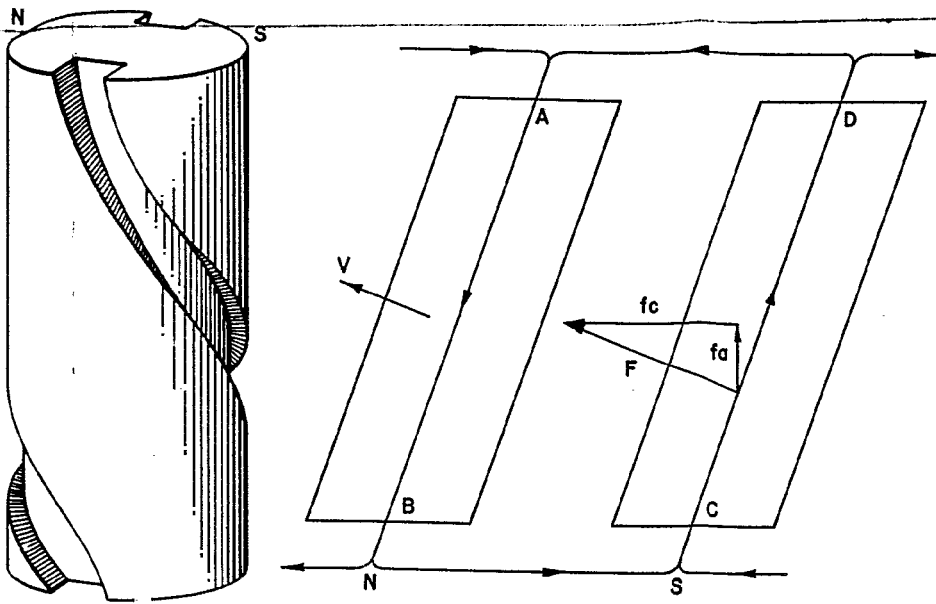


FIG. 7

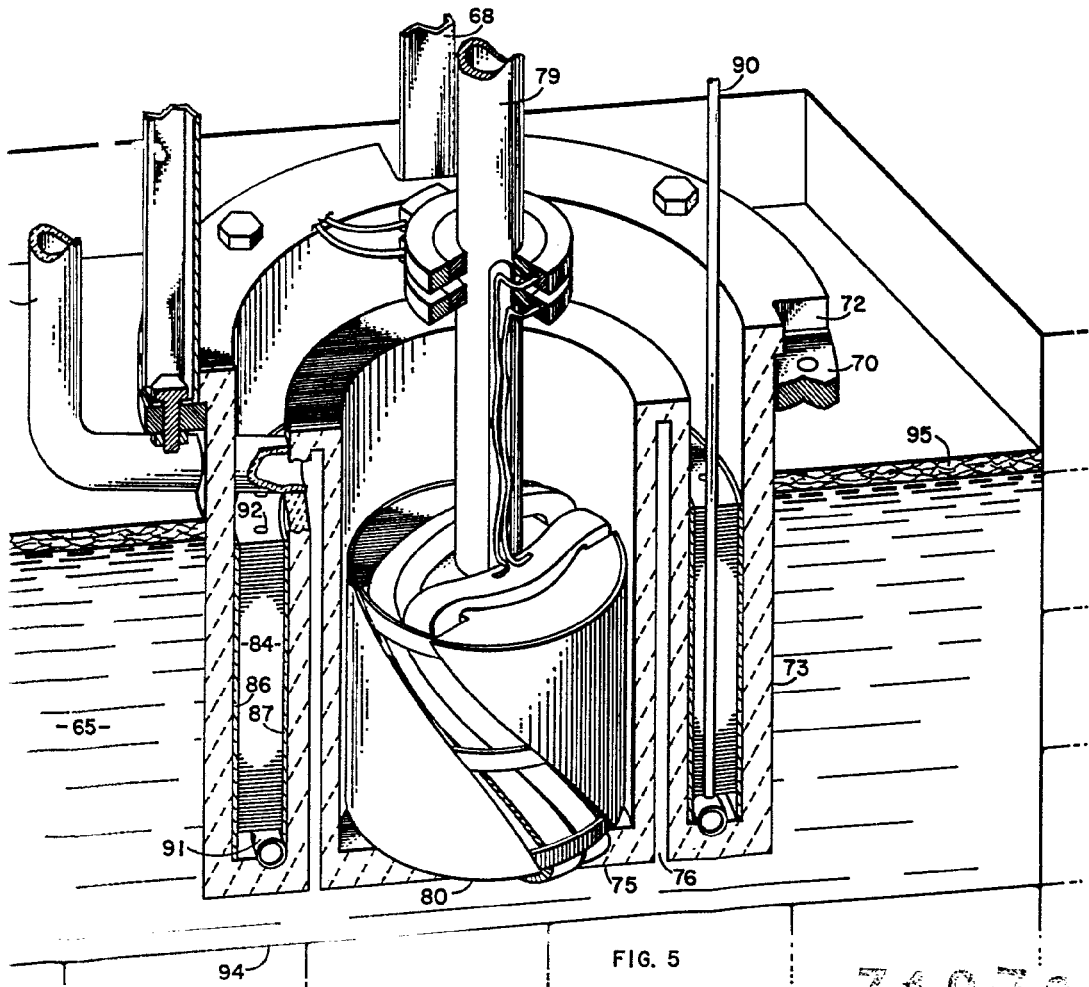


FIG. 5

3:27 37

Alberto de Electra
 Por Favor.

ESCALA VARIABLE