

406487

18 SEP 1972



P.- 51.836  
W.E. Case 42.176

406487

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.<sup>2</sup>: H02K

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,  
Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos  
de América.

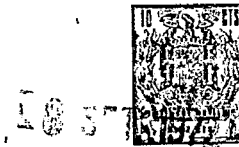
por: "UNA MAQUINA DINAMOELECTRICA"

(Clase Internacional H02k)

Prioridad reivindicada: Estados Unidos de América, 21 de  
Septiembre de 1.971 N<sup>o</sup> 182.368

5.9.72  
MCM

406487



P.- 51.836

W.E. Case  
42.176

5 Este invento se refiere a una máquina dinamoeléc-  
trica que incluye un miembro de rotor provisto de un siste-  
ma de refrigeración por líquido.

10 Es conocido ya que los grandes turboalternadores  
vayan provistos de un sistema de refrigeración interior o  
directa en el que un fluido refrigerante es hecho circular  
a través de medios de conducto existentes en las ranuras -  
del estator y del rotor en relación térmica directa con los  
conductores de corriente dispuestos dentro del aislamiento  
a masa. Este tipo de construcción proporciona un sistema de  
refrigeración muy eficaz y ha hecho posible aumentar en -  
15 gran medida las capacidades máximas obtenibles en alterna-  
dores grandes sin rebasar los límites admisibles de tamaño  
físico. El refrigerante utilizado en estas máquinas ha si-  
do usualmente hidrógeno, que llena el alojamiento herméti-  
co a los gases y es hecho circular por un soplante montado  
20 en el árbol del rotor a través de los conductos de los deva-  
nados del estator y del rotor y a través de conductos exis-  
tentes en el núcleo del estator.

25 Sin embargo, las capacidades máximas requeridas -  
en alternadores grandes han seguido aumentando, haciendo -  
necesario mejorar aún más la refrigeración de estas máquinas

31-8-72

406487



en los tamaños más grandes. Una mejora sustancial en la refrigeración puede obtenerse mediante el uso de fluidos refrigerantes más eficaces, tales como líquidos. Esto se ha realizado en estatores haciendo circular un refrigerante líquido, tal como agua, a través de los conductos del devanado del estator, y se ha obtenido de este modo una considerable mejora en la refrigeración. Otra mejora sustancial puede obtenerse aplicando refrigeración por líquido al rotor mediante la circulación de un líquido adecuado, tal como agua, a través de pasos existentes en los devanados del rotor.

Ahora bien, intervienen muchos problemas en la circulación de un refrigerante líquido a través del rotor de un alternador grande. En un tipo deseable de construcción el agua u otro líquido refrigerante es introducido en el rotor a lo largo del eje geométrico del árbol por un extremo y circula a través de un paso axial y de pasos radiales hasta una cámara de distribución anular existente en la superficie del rotor, desde la cual el líquido es distribuido a conductores individuales del devanado del rotor. El líquido circular por pasos existentes en los conductores del devanado y por el otro extremo pasa a una cámara de recogida anular dispuesta en la superficie del rotor. El líquido es descargado desde la cámara de recogida a través de pasos radiales a un ánima axial en el centro del árbol, y circula

31-8-72

406487



axialmente a través del ánima hasta otro juego de pasos -  
radiales, a través de los cuales es descargado desde el -  
rotor a una cámara de descarga estacionaria.

5 Los pasos radiales de descarga actúan como una  
bomba centrífuga y proporcionan una fuerte acción de auto-  
bombeo. El diámetro mínimo de estos pasos viene determina-  
do primordialmente por la necesidad de acceso a sus extre-  
mos radialmente interiores para soldar forros de acero inoxi-  
dable a un forro de acero inoxidable dispuesto en el ánima  
10 del árbol con la que comunican los pasos. Este requisito fi-  
ja un diámetro mínimo suficientemente grande para hacer ne-  
cesario restringir la circulación de agua a través de los -  
pasos radiales, tanto para controlar el caudal a través del  
rotor debido a la acción de autobombeo como para mantener -  
15 una presión estática lo bastante alta para impedir cavita-  
ción. Se ha propuesto restringir la circulación de líquido  
en rotores de este tipo por medio de orificios sencillos -  
dispuestos en los pasos radiales, como en la memoria de las  
patentes norteamericanas Nos. 2.527.878. y 3.398.304. Sin em-  
20 bargo, se ha visto por ensayos que estos orificios no dan re-  
sultados satisfactorios y que puede ocurrir también una fuer-  
te vibración de la cámara de descarga estacionaria debido a  
las grandes fuerzas de impacto de la circulación a alta ve-  
locidad desde los pasos del rotor.

25

El presente invento consiste en una máquina dina-

31-8-72



moelétrica que incluye un miembro de rotor, teniendo dicho miembro de rotor pasos para la circulación de un refrigerante líquido a su través, incluyendo dichos pasos un paso axial y pasos radiales opuestos que comunican con el paso axial y que se extienden hasta la superficie del miembro de rotor para descargar líquido desde el mismo, y medios limitadores en cada uno de dichos pasos radiales para regular la circulación de líquido a su través y para descargar el líquido en una dirección no radial opuesta al sentido de rotación del rotor.

Ahora se describirá el invento, a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista en sección longitudinal y parcialmente en alzado de un turboalternador, que tiene un rotor refrigerado por líquidos;

La figura 2 es una vista en sección longitudinal fragmentaria por el extremo de descarga del árbol del rotor, que muestra uno de los pasos de descarga; y

La figura 3 es una vista en sección transversal fragmentaria sustancialmente por la línea III-III de la figura 2, pero que muestra todo el árbol del rotor.

La figura 1 muestra un miembro de rotor de un turboalternador grande de construcción típica. Como se muestra, el alternador tiene un núcleo de estator soportado por anillos de bastidor en un alojamiento exterior sustan-

31-8-72

406487

8 SE



cialmente hermético a los gases 14. El núcleo 10 del esta-  
tor es de la construcción usual a base de chapas, teniendo  
un ánima cilíndrica a su través, y las chapas están sujetas  
entre placas extremas adecuadas 15 de la manera usual. El -  
5 núcleo 10 del estator tiene ranuras longitudinales en su pe-  
riferia interior para la recepción de un devanado de estator  
16, que puede ser de cualquier tipo adecuado, pero que se -  
muestra como un devanado refrigerado por líquido. Con este -  
fin, unos múltiples circulares de entrada y descarga 17 están  
10 dispuesto en extremos opuestos de la máquina y conectados a -  
través de medios adecuados 18 para hacer circular un líquido  
refrigerante, tal como agua, a través de las espiras del deva-  
nado 16 del estator. Los múltiples 17 pueden estar conectados,  
como se indica diagramáticamente en 19, a un sistema de recir-  
15 culación externo de cualquier tipo deseado. El alojamiento 14  
está lleno de un gas refrigerante, preferiblemente hidrógeno,  
que es hecho circular por el interior del alojamiento para en-  
friar el núcleo del estator al fluir por conductos de refri-  
geración, y pueden estar dispuestos en el alojamiento deflec-  
20 tores adecuados de cualquier tipo deseado para dirigir la cir-  
culación de gas en el mismo.

La máquina tiene el miembro de rotor 20, que está  
dispuesto en el ánima del núcleo 10 y el estator y soportado  
en cojinete 21 en los extremos del alojamiento 14. Los con-  
25 juntos de apoyo incluyen prensaestopas para impedir que es-

31-8-72



cape gas a lo largo del árbol del rotor. El miembro de -  
rotor 20 tiene una parte de cuerpo central 25 que está -  
provista de ranuras periféricas de la manera usual para  
la recepción de un devanado de rotor 26. El devanado 26,  
5 que constituye el devanado de campo del alternador, pue-  
de estar dispuesto de cualquier manera adecuada en las -  
ranuras del rotor para formar el número deseado de polos  
magnéticos, usualmente dos o cuatro en máquinas de este -  
tipo. El devanado 26 esta constituido por conductores de -  
10 cobre que se extienden longitudinalmente a través de las  
ranuras del cuerpo 25 del rotor y en general circunferen-  
cialmente en las partes de vuelta extrema 28, que se en-  
cuentran más allá de los extremos de la parte del cuerpo  
25 y están soportadas contra las fuerzas de rotación por  
15 los robustos anillos retenedores usuales 29. Los conducto-  
res de devanado del motor son huecos o tienen pasos cen-  
trales que se extienden a través de ellos para la circu-  
lación de un refrigerante líquido de un extremo del deva-  
nado al otro. Puede utilizarse cualquier tipo adecuado o  
20 deseado de modelo de circulación y puede emplearse cual-  
quier tipo deseado de circuito eléctrico.

El rotor 20 mostrado en el dibujo es un rotor -  
refrigerado por líquido. El rotor 20 tiene partes de árbol  
30 que se extienden axialmente desde cada extremo de la -  
25 parte de cuerpo 25 y que forman una sola pieza con ella.

406487

18 SE



El rotor tiene un ánima axial central 31 que se extiende por toda la longitud del rotor desde un extremo al otro. Un líquido refrigerante es introducido a través de la parte de árbol 30 por el extremo de la izquierda, según se -  
5 ve en el dibujo, y circula por un paso anular 32 del ánima 31. El paso 32 está formado preferiblemente por dos tubos de acero inoxidable concéntricos y rodea a unos conductores eléctricos axiales 33 que proporcionan conexión eléctrica al devanado 26 del rotor. El agua circula por el paso 10 32 hasta pasos radiales opuestos 34 que se extienden hasta una cámara de distribución anular 35 dispuesta en la superficie del árbol 30 del rotor. El agua es distribuida desde la cámara anular 35 por medio de conectores hidráulicos 36 de cualquier tipo adecuado hasta los conductores individuales del devanado del rotor, haciéndose las conexiones a -  
15 la vueltas extremas 28.

El agua pasa por los conductores huecos del devanado del rotor al otro extremo y es descargada a través de conectores similares 37 a una cámara de recogida anular -  
20 38 prevista en el árbol 30 en el extremo de la derecha del rotor. El agua pasa desde la cámara 38, a través de dos pasos radiales opuestos 39, al ánima 31 del árbol y, axialmente a través del ánima 31, a pasos radiales opuestos 40 que se extienden hasta la superficie del árbol 30 del rotor. El  
25 agua descargada a través de estos pasos 40 en una cámara de

31-8-72



descarga estacionaria 41 que está provista de retenes adecuados para impedir que escape el agua, y el agua es descargada a través de un desagüe 42, preferiblemente para ser tratada y recirculada en un sistema cerrado.

5                    Todos los pasos y superficies expuestos al refrigerante están preferiblemente forrados o recubiertos con -  
acero inoxidable, u otro material resistente a la corrosión, para impedir la corrosión del acero del rotor por el agua -  
refrigerante calentada. En particular, en el extremo de des-  
10 carga del rotor el ánima axial 31 está revestida con un forro  
tubular de acero inoxidable 44 que se extiende entre los dos  
juegos de pasos radiales 39 y 40 que está cerrado en cada ex-  
tremo por una placa o tapón 45 de cualquier tipo adecuado -  
soldado o asegurado de otro modo en los extremos del forro  
15 44 con una junta estanca. Los pasos 39 y 40 están revesti-  
dos análogamente con forros tubulares de acero inoxidable  
46 soldados o asegurados herméticamente de otro modo al forro  
tubular 44 del ánima del árbol. Como es natural, podría uti-  
lizarse cualquier otro material adecuado resistente a la co-  
20 rrosión en lugar de acero inoxidable, si así se deseara.

                  Como se ha indicado anteriormente, los pasos de -  
descarga radiales opuestos 40 funcionan como una bomba cen-  
trífuga y proporcionan una fuerte acción de autobombeo sobre  
el agua que circula por el rotor. La necesidad de obtener ac-  
25 ceso al extremo interior de los pasos 40 para soldar los fo-  
31-8-72

406487

8 SE



rros 46 al forro 44 del ánima fija un diámetro mínimo pa-  
ra los pasos 40 que es suficientemente grande para hacer  
necesario restringir la circulación de líquido por los pa-  
sos 40. Esta restricción es necesaria para controlar la -  
5 circulación de agua hasta un caudal deseado y también pa-  
ra mantener la presión en los pasos por encima de la pre-  
sión de cavitación. Por tanto, es necesario disponer me-  
dios limitadores de flujo en los pasos 40. Podrían utili-  
zarse con este fin placas con orificios sencillos, pero se  
10 ha visto mediante ensayos que tales placas no son satisfac-  
torias, ya que reducen en gran medida la eficacia de la ac-  
ción de bombeo y producen también una fuerte vibración de la  
cámara de descarga estacionaria 41 debido a las grandes fuer-  
zas de impacto que resultan de los componentes de gran velo-  
15 cidad de la descarga radial.

De acuerdo con el presente invento, está previsto  
en cada paso un limitador de flujo que tiene un canal u ori-  
ficio de descarga curvado a su través, que cambia la direc-  
ción del agua de radial a una dirección que se aproxima a tan-  
20 gencial en la dirección opuesta al sentido de rotación del -  
rotor. El canal de descarga es de diámetro gradualmente decre-  
ciente desde el extremo de entrada al extremo de descarga para  
proporcionar un canal de circulación convergente a fin de que  
haya una transición y una limitación suaves del flujo con un  
25 mínimo de pérdidas. En la realización preferida mostrada en -

31-8-72



el dibujo la limitación de flujo consiste en un tapón 48 de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión roscado en cada uno de los pasos 40 en el extremo exterior adyacente a la superficie del árbol 30 del rotor.

5 Cada tapón 48 tiene un orificio o canal de descarga 49 que se extiende a su través para descargar el agua que circula en el paso radial 40. Como se muestra claramente en la figura 3, el orificio de descarga 49 es generalmente radial en el extremo interior o de entrada, pero se curva para

10 cambiar de dirección cuando pasa por el tapón 48, de modo que su extremo exterior o de descarga 50 descarga el líquido en una dirección que se aproxima a la tangencial y que es opuesta al sentido de rotación del rotor indicado por la flecha en la figura 3. Se verá también que el ca

15 nal de descarga 49 es de diámetro relativamente grande en su extremo de entrada y disminuye gradualmente en diámetro, o superficie de la sección transversal, hacia el extremo de descarga para proporcionar un canal de agua gradualmente convergente que conduce a una abertura de descarga re-

20 lativamente pequeña 50. Si se desea, un tubo 51, de comunicación con la atmósfera para evacuar aire u otro gas desde la región del eje geométrico del rotor puede extenderse también a través del tapón 48, y este tubo está unido preferiblemente a un miembro de soporte 52 asegurado al tapón 48,

25 como se describe en una solicitud copendiente W.E. 40.455.

31-8-72

406487



El orificio de descarga curvo y convergente 49 proporciona resultados muy mejorados en comparación con una placa con orificios sencillos. Como se ha indicado anteriormente, si el agua es descargada radialmente desde el rotor a través de un orificio de descarga o de otra forma, la fuerza de bombeo requerida es alta y se produce una vibración excesiva en la cámara de descarga estacionaria 41 en la que se descarga el agua. Se ha visto que a medida que la dirección de descarga del agua cambia de la dirección radial a una dirección que se aproxima a la tangencial, la fuerza requerida para el bombeo cambia de forma correspondiente y se reduce en gran medida. Es decir, la fuerza de bombeo varía acusadamente con el ángulo de descarga del agua, que puede definirse como el ángulo entre la dirección del agua descargada con relación al rotor y a la superficie del rotor en el punto de descarga. Por ejemplo, se ha visto mediante ensayos que cuando el ángulo de descarga se disminuye desde 90°, que sería radial, hasta un ángulo pequeño, tal como el mostrado en la figura 3, el par de bombeo requerido se disminuye en aproximadamente el 75%. En una realización particular en la que interviene un árbol de 533,4 mm de diámetro con pasos radiales 40, teniendo cada uno una longitud de 266,7 mm. y un caudal de 1.520 litros de agua por minutos a 2.600 rpm. la fuerza de bombeo requerida se disminuyó en aproximadamente 200 KW cuando el ángulo de descar-

31-8-72



ga del agua se cambió desde sustancialmente radial al ángulo mostrado en la figura 3. Resultará evidente que esto es una mejora importante. El canal de descarga gradualmente convergente 49 es también importante para el mejor funcionamiento, ya que la convergencia gradual efectúa la -  
5 restricción deseada del flujo con un mínimo de fricción y de pérdidas por remolinos. La superficie gradualmente decreciente del canal de circulación curvo 49, como se ilustra en las figuras 2 y 3, da como resultado una transición  
10 del flujo desde una dirección radial a una dirección casi tangencial, y la restricción deseada del flujo con una - conversión suave de la carga de presión hidrostática en - velocidad con pérdidas relativamente pequeñas, por lo que se mejora aún más la eficacia global mediante esta acción.  
15 Además, el cambio de dirección del agua descargada y la reducción de la velocidad absoluta, en comparación con una - descarga radial, dan como resultado la eliminación completa de cualquier vibración de la cámara de descarga 41.

Resultará ahora evidente que se ha proporcionado  
20 un limitador de flujo para un rotor refrigerado por líquido que es muy eficaz para controlar la circulación de líquido a través de pasos de descarga radiales de una manera que mejora en gran medida el rendimiento hidráulico de la estructura y reduce al mínimo las pérdidas en el canal de circulación, eliminando también cualquier problema de vibraciones  
25 en la cámara de descarga estacionaria.

31-8-72

406487



REIVINDICACIONES

5 1.- Una máquina dinamoeléctrica que incluye un miembro de rotor, teniendo dicho miembro de rotor pasos para la circulación de un refrigerante líquido a su través, incluyendo dichos pasos un paso axial y pasos radiales opuestos que comunican con el paso axial y que se extienden hasta la superficie del miembro de rotor para -  
10 descarga líquido desde el mismo, y medios limitadores en cada uno de dichos pasos radiales para regular la circulación de líquido a su través y para descargar el líquido - en una dirección no radial opuesta al sentido de rotación del rotor.

15 2.- Una máquina según la reivindicación 1, en la que el líquido es descargado en una dirección que se aproxima a la tangencial.

3.- Una máquina según la reivindicación 1 o la 2, en la que los medios limitadores tienen un paso de descarga curvado que converge en tamaño hacia la salida de descarga.

20 4.- Una máquina según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 ó 3, en la que dichos medios limitadores comprenden un miembro de tapón asegurado en cada paso radial - junto a la superficie del miembro de rotor, teniendo cada - miembro de tapón un orificio que se extiende a su través y está destinado a regular el flujo de líquido y a cambiar su  
25

31-8-72

*Bz*



dirección.

5.- Una máquina según la reivindicación 4, en la que dicho orificio es un paso curvado que cambia la dirección desde sustancialmente radial en la entrada a una dirección que se aproxima a la tangencial en la salida de descarga.

6.- Una máquina según la reivindicación 4 ó la 5, en la que dicho orificio converge en superficie hacia la salida de descarga.

7.- Una máquina según una cualquiera de las reivindicaciones 4, 5 ó 6, en la que dicho orificio disminuye de diámetro desde el extremo de entrada a la salida de descarga.

8.- Una máquina dinamoeléctrica.

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 quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 8 SET. 1972

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poderes

*Re*

5.9.72  
MCM

406487

406487

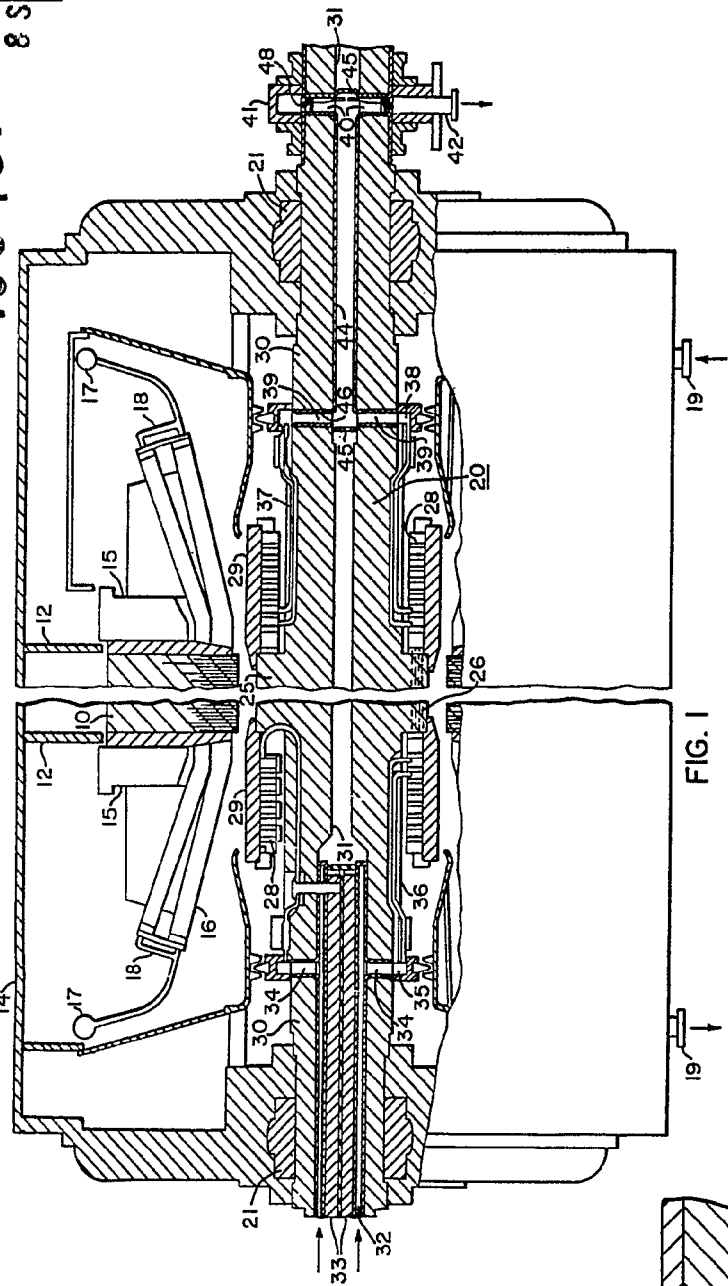


FIG. 1

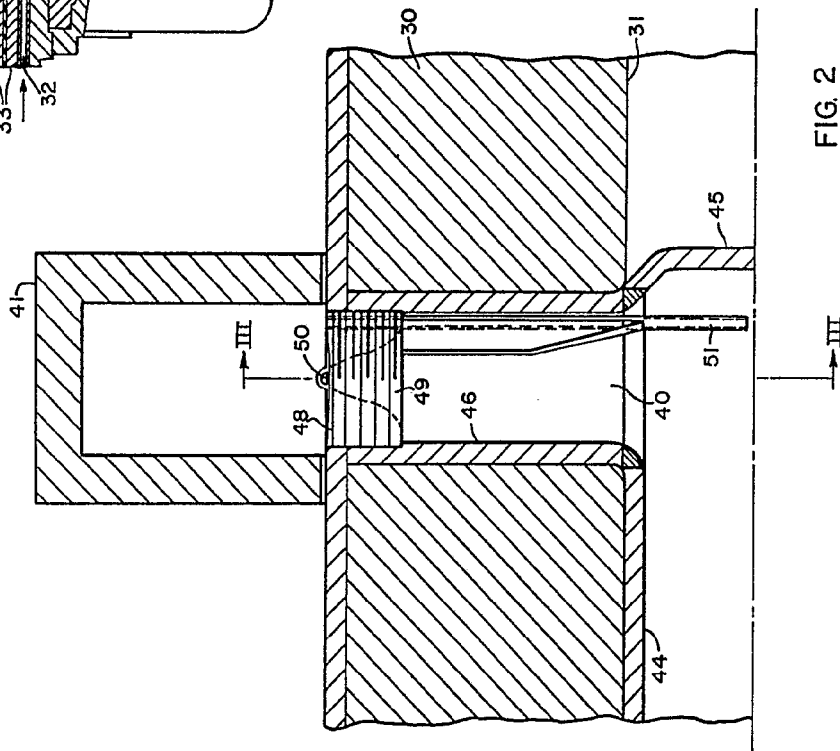


FIG. 2

Alberto de Elizagury  
Per Fournier



406487

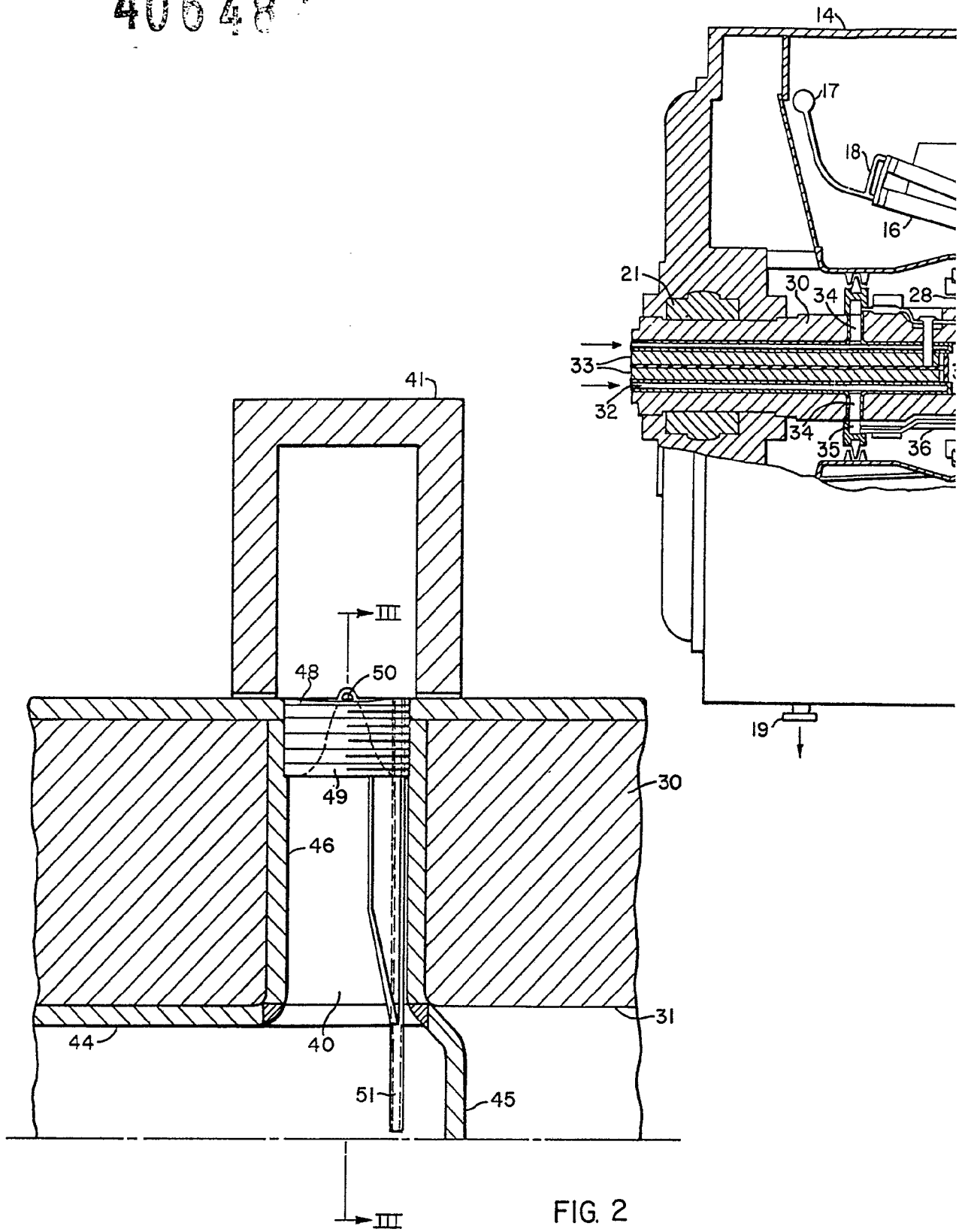


FIG. 2

406487

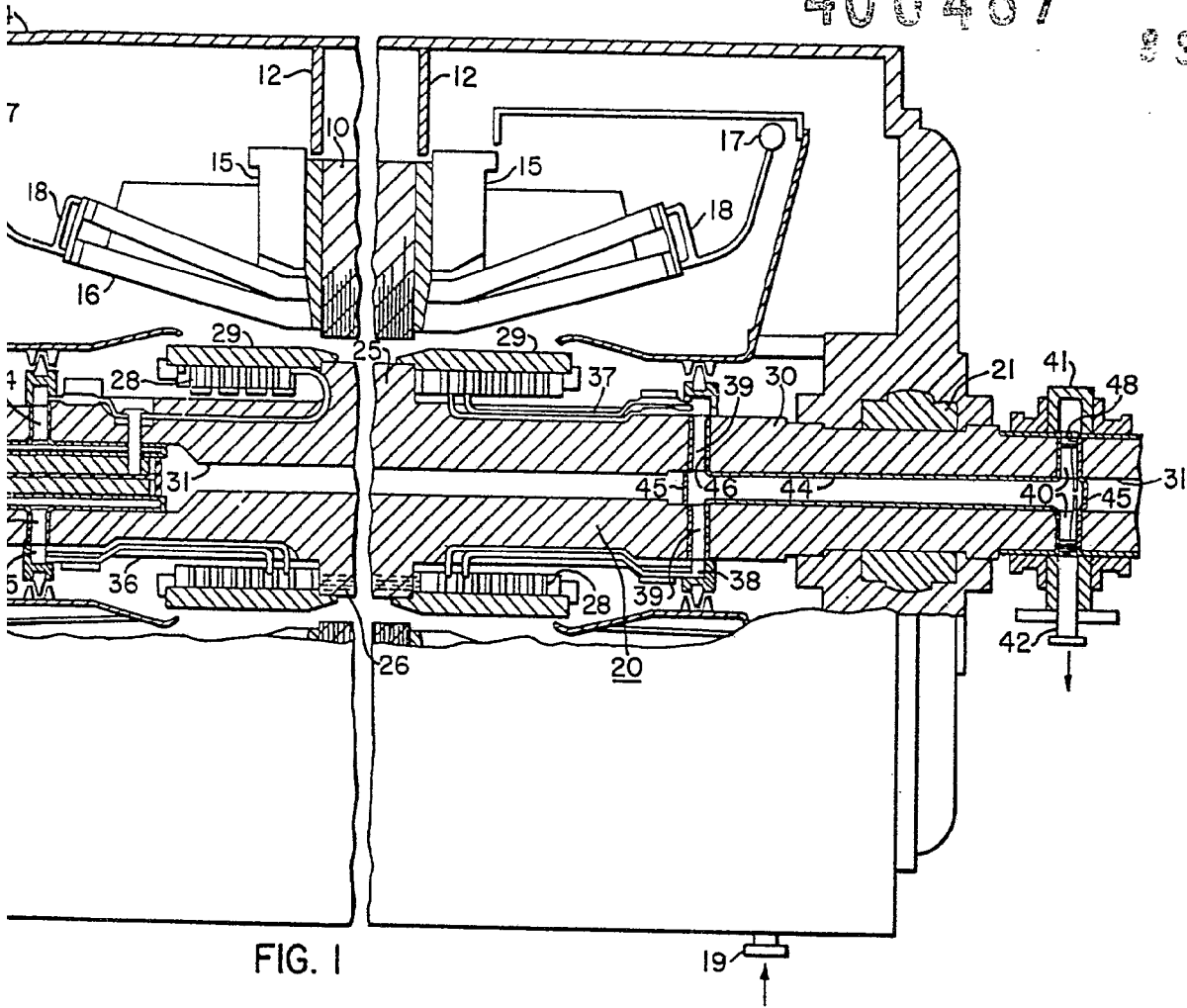
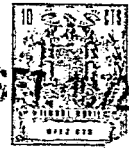


FIG. 1

Alberto de Elizaburu  
Per Fecht

406487 8 SET

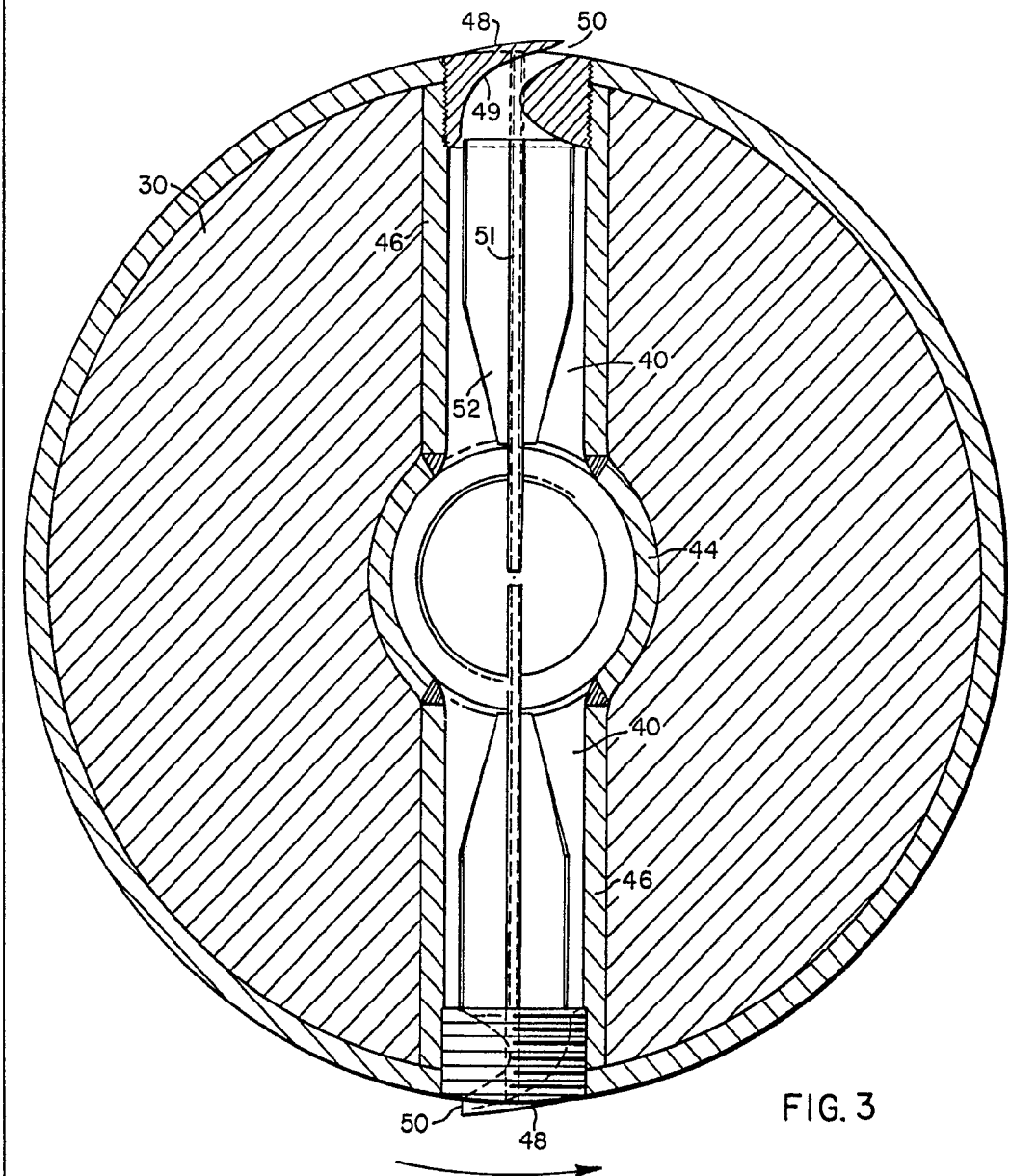


FIG. 3

Albert G. ...  
Per Fess