

402599

11 JUN 1974

P.- 50.558

WE Case Nº 40.452

Int. Cl.: H02K
----------------

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

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

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN MIEMBRO DE  
ROTOR PARA UNA MAQUINA DINAMOELECTRICA"  
(Clase Internacional H02k)



P - 50.558  
WE Case nº 40.452

La presente invención se refiere a la refrigeración de máquinas dinamoeléctricas, y más en particular a un rotor refrigerado por líquido para máquinas de gran tamaño, tales como generadores de turbina o turboalternadores.

5 Los turboalternadores de gran tamaño suelen ser del tipo de construcción refrigerado interiormente, o de refrigeración directa, en el cual se hace circular un fluido refrigerante por unos medios de conducto en las ranuras de estator y de rotor, en relación térmica directa con los con  
10 ductores portadores de corriente del interior del aislamiento de masa. Este tipo de construcción proporciona un sistema de refrigeración muy eficaz, y ha hecho posible aumentar grandemente las potencias nominales máximas obtenibles en los grandes generadores sin sobrepasar los límites admi  
15 sibles de tamaño físico. El refrigerante utilizado en estas máquinas ha sido, usualmente, el hidrógeno, que llena la envolvente de alojamiento hermética a los gases y se hace circular por medio de una soplante montada en el árbol del rotor, a través de los conductos de los arrollamientos del estator y del rotor, y a través de unos conductos ra  
20 diales o axiles practicados en el núcleo del estator.

Ahora bien, las máximas potencias nominales requeridas en los grandes generadores han seguido aumentando, lo que hace necesario mejorar aún más la refrigeración de estas máquinas en los tamaños más grandes. Un importante  
25



perfeccionamiento en la refrigeración es el que puede obtenerse mediante el uso de flúidos refrigerantes más eficaces, tales como los líquidos. Esto se viene haciendo en los estatores mediante circulación de un refrigerante líquido, tal como agua, por los conductos del arrollamiento de estator, habiéndose así obtenido una apreciable mejora en la refrigeración. Otra mejora importante es la que puede obtenerse aplicando al rotor un refrigerante líquido, por circulación de un líquido apropiado, tal como agua, por unos pasajes practicados en los arrollamientos del rotor.

Ahora bien, en la circulación de un refrigerante líquido por el rotor de un generador grande se plantean muchos problemas. Uno de los problemas más difíciles y fundamentales es el de introducir líquido en un rotor de gran diámetro que gira a una elevada velocidad (usualmente de 3600 rpm) y sacarlo del mismo. Como la presión del líquido varía con el cuadrado del radio, se producirá una elevadísima presión en los pasajes de flúido próximos a la periferia del rotor, siendo muy difícil habilitar cierres herméticos adecuados para las partes de entrada o de descarga en la periferia, a causa de la elevada velocidad superficial. Por consiguiente, no es práctico introducir el líquido en o cerca de la superficie del rotor, siendo preferiblemente introducido con el radio más pequeño posible, lo que significa lo más cerca posible del eje. Uno de los extre-



mos del árbol del rotor suele ir directamente acoplado al árbol de una turbina, para ser movido por éste, y no resulta accesible para la introducción de líquido por el eje geométrico del árbol. En la otra extremidad de la máquina, en cambio, el árbol del rotor suele estar acoplado a uno de los extremos de un árbol de excitatriz y el otro extremo del árbol de la excitatriz es normalmente accesible para la introducción de un líquido. En la práctica usual, los árboles, tanto de la excitatriz como del rotor, van provistos de unas ánimas centrales que se extienden recorriéndolos en sentido axial, ánimas que constituyen unos lugares convenientes para la introducción del líquido refrigerante.

El líquido puede, pues, introducirse fácilmente por la extremidad libre o exterior del árbol de la excitatriz; pero en la mayoría de los casos el ánima del árbol del rotor está en su mayor parte ocupada por los conductores de campo, que son relativamente grandes en las máquinas del tamaño al que afecta principalmente la invención, y que se introducen en la máquina por dicha ánima del árbol. Por lo tanto, debe preverse el paso del líquido refrigerante a través del ánima del árbol del rotor, a pesar de la presencia de los conductores de conexión en el mismo y, preferiblemente, de manera que enfríe o refrigere dichos conductores. Es preciso, pues, prever un revestimiento resistente a la corrosión para todos los pasajes y otras superficies

10 MAYO 1972



expuestos al líquido, lo cual requiere tomar medidas para reducir al mínimo o evitar esfuerzos indebidos resultantes de la dilatación térmica diferencial del material del revestimiento. El refrigerante líquido debe dirigirse también desde el ánima del árbol a la superficie periférica del rotor y al interior de los pasajes del arrollamiento del rotor, y debe a continuación ser adecuadamente retirado y descargado del rotor, tras su recorrido por los arrollamientos. Todos estos y otros problemas se plantean en el proyecto de un rotor refrigerado por agua, que haya de resultar práctico y satisfactorio. Ya antes de ahora se han producido diversas propuestas para la construcción de tales rotores, como lo ponen de manifiesto ejemplos de la técnica ya conocida tales como las patentes de EE.UU. 3.131.321 de Gibbs y col.; 3.457.440 de Horsley; y 3.497.736 de Cuny y col., por ejemplo; pero hasta ahora no se dispone de una solución completamente satisfactoria a los problemas que acaban de enunciarse.

Es objeto de la presente invención un rotor refrigerado por líquido para grandes máquinas dinamoeléctricas, que supera los problemas arriba enunciados y proporciona una forma de construcción práctica y altamente satisfactoria. La invención reside en un miembro de rotor para una máquina dinamoeléctrica, teniendo dicho miembro de rotor partes de árbol y teniendo una parte de cuerpo portado



ra de arrollamientos, teniendo dichos arrollamientos unos pasajes para la circulación de un refrigerante líquido por ellos, teniendo por lo menos dichas partes de árbol unas ánimas centrales que se extienden recorriéndolas y atravesándolas en sentido axial, unos conductores eléctricos de conexión para los arrollamientos, dispuestos en el ánima de la parte de árbol de uno de los extremos del miembro de rotor, extendiéndose dichos conductores de conexión en sentido axial en dicha ánima, medios para efectuar conexiones eléctricas entre los conductores axiales y las salidas de la excitatriz y entre los conductores axiales y los arrollamientos, un pasaje anular en dicha ánima, que rodea a los citados conductores en toda su longitud, medios para introducir un refrigerante líquido en dicha ánima más allá de la extremidad de los conductores de conexión, medios para dirigir el refrigerante líquido desde el ánima al interior de dicho pasaje anular para que circule por él, medios para dirigir el refrigerante desde dicho pasaje anular hasta dichos pasajes de los arrollamientos, y medios para dirigir el refrigerante desde los pasajes de los arrollamientos hasta un ánima del árbol para la descarga de aquél por éste. Conforme a la invención, el refrigerante líquido, que, de preferencia, es agua, se introduce por el ánima central del árbol de la excitatriz y circula en sentido axial recorriendo un tubo de un material resistente a la corrosión, prefe

10 MAYO 1972



5 riblemente de acero inoxidable, dispuesto en el eje del árbol de la excitatriz. Como se ha explicado anteriormente, el ánima del árbol del rotor se halla esencialmente ocupado por los relativamente amplios conductores de campo, que  
10 están dispuestos lo más cerca posible del eje geométrico del rotor para reducir al mínimo el flujo magnético en el árbol del rotor, y el refrigerante líquido es transportado por la parte de árbol del rotor en un pasaje anular formado por dos tubos concéntricos, resistentes a la corrosión, que rodean los conductores de conexión en el ánima del árbol. El uso de este pasaje anular hace posible mantener el caudal necesario de refrigerante a través del árbol, y proporciona también una refrigeración efectiva de los propios  
15 conductores de conexión, manteniéndolos a una temperatura satisfactoria. El tubo a través del cual circula el líquido en el árbol de la excitatriz está conectado al pasaje anular practicado en el árbol del rotor, por medio de un miembro de acoplamiento, ideado y construido de tal manera que el líquido sale del tubo, entrando en el pasaje anular  
20 con un mínimo de pérdida.

En la extremidad interior del árbol del rotor, junto al cuerpo del rotor, el líquido fluye a través de unos tubos radiales que van desde el pasaje anular a la superficie del rotor, y entra en una cámara anular de distribución, desde la cual es dirigido por unos conductos o tu-  
25



5        bos adecuados hasta el arrollamiento del rotor. El líquido se usa también para enfriar los conductores radiales que conectan al arrollamiento del rotor los conductores axiales contenidos en el ánima del árbol, ya que estos conductores llevan corrientes intensas y están en un lugar donde resulta difícil enfriarlos de otra manera. El líquido circula por los arrollamientos del rotor y es descargado por el otro extremo de la máquina en una cámara anular semejante, y, por medio de unos pasajes radiales, en el ánima del árbol practicado en la extremidad opuesta del rotor, desde el cual se descarga de cualquier manera adecuada. Así se prevé una construcción con la que se consigue el objeto deseado, de hacer circular el líquido refrigerante a través de un rotor muy grande y de velocidad elevada, de manera muy eficaz y que resuelve o supera efectivamente los problemas arriba estudiados.

10        La invención se comprenderá de modo más completo por la siguiente descripción detallada de una forma de ejecución ilustrativa, tomada en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

20        - la figura 1 es una vista en sección longitudinal, y parcialmente en alzado, de un turbogenerador que tiene un rotor refrigerado por líquido conforme a la invención;

25        - la figura 2 es una vista en sección longitudi-

10 MAY 1974  
10 MAY 1974  
10 MAY 1974

nal y a escala ampliada de uno de los extremos del rotor de la fig. 1, y en particular de la parte de árbol o eje del mismo;

5 - la figura 3 es una vista en sección longitudinal de un conjunto de acoplamiento entre el árbol de la excitatriz y el árbol del rotor, estando tomada la vista esencialmente por la línea III-III de la fig. 4;

- la figura 4 es una vista en sección transversal tomada esencialmente por la línea IV-IV de la fig. 3;

10 - la figura 5 es una vista en planta fragmentaria que representa una parte del pasaje anular de refrigerante, tomada la vista esencialmente por la línea V-V de la fig. 2;

15 - la figura 6 es una vista fragmentaria de una parte de la superficie del árbol del rotor, e ilustra la parte superior de un conductor radial; y

- la figura 7 es una vista fragmentaria en sección tomada esencialmente por la línea VII-VII de la fig. 2.

20 Con referencia en primer lugar a la fig. 1 de los dibujos, la invención se ilustra realizada en un turbogenerador grande, de una forma de construcción tipo, aunque se sobrentiende que el rotor de la presente invención puede usarse en cualquier tipo deseado de máquina dinamoeléctrica.  
25



Como se indica en el dibujo, el generador tiene un núcleo de estator 10 soportado por unos anillos de bastidor 12 en una envolvente de alojamiento 14 esencialmente hermética a los gases. El núcleo de estator 10 es del tipo de construcción usual en láminas, tiene un ánima o taladro axil cilíndrico en general que lo atraviesa y las láminas están sujetas entre unas placas extremas 15 adecuadas, de la manera usual. El núcleo de estator 10 tiene en su periferia interior unas ranuras longitudinales para la recepción de un arrollamiento de estator 16 que puede ser de un tipo adecuado cualquiera, pero que se representa como arrollamiento refrigerado por líquido. A este propósito se prevén unos múltiples circulares 17 de admisión y de descarga, en extremos opuestos de la máquina y conectados por unos medios apropiados, indicados en general con el número 18, para hacer circular un líquido refrigerante tal como agua por las bobinas del arrollamiento de estator 16. Los múltiples 17 pueden estar conectados del modo indicado esquemáticamente en 19, a un sistema exterior de recirculación de cualquier tipo conveniente. La construcción de un estator refrigerado por líquido, adecuado para su uso con el presente invento, se describe y reivindica en una solicitud de patente afín de EE.UU., número de serie 31.296, presentada el 23 de abril de 1970 a nombre de F.P. Fidei y cedida al mismo cesionario de la presente invención, aun cuando po-



drían también utilizarse otras formas de construcción adecuadas. La envolvente de alojamiento 14 está llena de un gas refrigerante, de preferencia hidrógeno, que se hace circular por el interior de la envolvente para enfriar el núcleo del estator al recorrer los conductos radiales usuales de refrigeración, pudiendo preverse en la envolvente unos deflectores adecuados de cualquier tipo conveniente para dirigir en su interior el paso o flujo del gas.

La máquina tiene un miembro de rotor 20 dispuesto en el ánima del núcleo de estator 10 y apoyado en cojinetes 21 dispuestos en los extremos de la envolvente 14. Los conjuntos de cojinete incluyen de preferencia unos cierres herméticos de prensaestopas para prevenir las fugas de gas a lo largo del eje o árbol del rotor. Los cojinetes y los prensaestopas o cierres herméticos pueden ser de cualquier construcción usual o apropiada, y no se han ilustrado con detalle por no formar parte del presente invento. La excitación de campo para el generador viene proporcionada por una excitatriz 22 dispuesta en uno de los extremos de la máquina. La excitatriz 22 puede ser, por ejemplo, una excitatriz sin escobillas, o bien puede ser de un tipo adecuado cualquiera que sea capaz de suministrar la necesaria excitación de campo de corriente continua al generador. La excitatriz 22 está contenida en una envolvente de alojamiento, y tiene un árbol o eje de transmisión 23 soportado

10 MAYO 1972

en unos cojinetes montados en la envolvente de la excitatriz.

Como se ilustra en las figs. 1 y 2, el miembro de rotor 20 tiene una parte central o de cuerpo 25 provista de ranuras periféricas, a la manera usual, para la recepción de un arrollamiento de rotor 26. El arrollamiento de rotor 26, que constituye el arrollamiento de campo del generador, puede estar dispuesto de una manera apropiada cualquiera en las ranuras del rotor, formando el número de polos magnéticos deseado, que suele ser de dos o de cuatro en las máquinas de este tipo. El arrollamiento está hecho de conductores de cobre 27 que se extienden recorriendo longitudinalmente las ranuras del cuerpo del rotor, y circunferencialmente, en general, en las partes de espiras extremas 28, que se hallan situadas más allá de los extremos de la parte de cuerpo 25 del rotor y que están soportadas contra los esfuerzos debidos a la rotación por medio de unos gruesos zunchos o anillos de retención 29, de manera usual. Como puede verse, en las partes de espiras extremas 28 visibles en la fig. 2, los conductores que las componen son huecos, con unos pasajes centrales que se extienden recorriéndolos y a través de los cuales el refrigerante líquido fluye de un extremo al otro. Puede utilizarse un diseño de circulación de un tipo cualquiera adecuado o conveniente, así como cualquier tipo deseado de circuito eléctrico.



El rotor 20 tiene unas partes de árbol 30 enteri  
zas con él, que se extienden en sentido axil a partir de ca  
da extremo de la parte de cuerpo 25. La parte de eje 30 de  
la extremidad izquierda del rotor, vista en los dibujos,  
5 tiene una parte de apoyo de rotación 31, sostenida en el  
cojinete 21, y termina en una parte 32 de brida de acopla-  
miento. La parte de árbol o eje 30 tiene un ánima central  
33 que se extiende en sentido axil, el cual, con arreglo a  
la práctica habitual, puede extenderse a todo lo largo del  
10 rotor desde uno de los extremos al otro. La parte de eje  
30 del otro extremo del rotor puede ser de una forma de  
construcción similar, y no se ha representado con detalle.  
El árbol o eje 23 de la excitatriz tiene asimismo un ánima  
central 34 que se extiende en sentido axil a su través y  
15 termina en una parte 35 de brida de acoplamiento, como se  
indica claramente en las figs. 1, 2 y 3. El fluido refrige-  
rante, que de preferencia es agua, se introduce en el ro-  
tor por el ánima 34 del árbol 23 de la excitatriz, ya que  
de esta manera puede ser introducido por el punto de radio  
20 mínimo, que requiere la mínima presión de entrada y simpli-  
fica el problema del cierre hermético. Para proteger de la  
corrosión el árbol de acero 23 de la excitatriz, se coloca  
un forro o tubo 36 de material resistente a la corrosión,  
dispuesto en posición coaxil en el taladro central 34. El  
25 tubo 36, de preferencia, está hecho de acero inoxidable, y

10 MAYO 1972



se soporta en el ánima 34 con ligera holgura, preferiblemente sobre unos elementos de apoyo o separadores 37 de un material tal como el Teflon (politetrafluoretileno), que permite un fácil movimiento deslizante del tubo, respecto del árbol. El agua se introduce en el tubo 36 por la extremidad exterior del árbol 23, previéndose unos medios de cierre hermético 38 de un tipo adecuado cualquiera.

Como antes se ha dicho, el rotor tiene un ánima central 33 que se extiende en sentido axial desde uno de los extremos del rotor al otro. A través del ánima 33 se extienden, recorriéndola, unos conductores de conexión axiales 40 y 41, en la parte de árbol que hay al extremo de la izquierda del rotor, visto en las figs. 2 y 3. Como estos conductores de conexión transportan la intensa corriente de campo del generador, son necesariamente de tamaño bastante grande, y están colocados en el ánima o taladro lo más cerca posible del eje geométrico del árbol, y lo más juntos posible, para reducir al mínimo el flujo magnético producido en la parte de eje del rotor por las intensas corrientes de campo. Como se ve en la fig. 4, los conductores 40 y 41 son de sección recta esencialmente semicircular y están separados entre sí y aislados del árbol por medio de un material aislante 43. A través del árbol del rotor se extiende un conductor radial 44, en o cerca de la brida de acoplamiento 32, conductor que se enrosca en el conductor



40. El conductor 44 puede ir conectado de cualquier manera apropiada a un conductor de salida 45 de la excitatriz 22. El conductor radial 44 puede ser una gruesa espiga de cobre metida en una funda aislante 46 y enroscada en el conductor 40. En el otro extremo del conductor de conexión 40, junto al cuerpo del rotor, va dispuesto otro conductor radial 47, semejante en general, que va conectado al arrollamiento del rotor de la manera que se describirá con mayor detalle más adelante. Como se comprenderá, para el otro conductor de conexión axial 41, se prevén unos conductores radiales de conexión similares, pero que se han omitido para mayor simplificación del dibujo.

El refrigerante líquido que se introduce en el rotor por el ánima 34 del árbol de la excitatriz debe fluir a través del ánima central 33 de la parte de árbol 30 del rotor, hasta alcanzar el arrollamiento del rotor. Los gruesos conductores 40 y 41 ocupan la mayor parte del área del ánima en la parte de árbol del rotor, pero hay sitio suficiente, sin tener que hacer el ánima excesivamente grande, para dar acomodo al caudal de refrigerante necesario para lograr el efecto de refrigeración deseado; y este refrigerante puede usarse también para enfriar los propios conductores de conexión que generan una cantidad apreciable de calor a consecuencia de lo intenso de las corrientes de campo que transportan. Ahora bien, la refrigeración de los con

10 MAY 1972

ductores axiles debe hacerse de tal manera que las temperaturas se mantengan casi uniformes, a fin de evitar esfuerzos indebidos ocasionados por desigualdades de dilatación térmica; y por esta razón se prevé un pasaje anular para el refrigerante, pasaje que circunda por completo los conductores axiles. Este pasaje está formado por dos tubos 48 y 49 dispuestos concéntricamente en torno a los conductores, dentro del ánima del árbol y que están separados radialmente a una distancia suficiente para formar un pasaje anular del área deseada para el paso de refrigerante. Como este pasaje rodea enteramente a los conductores 40 y 41 y está lleno por completo de agua refrigerante, se asegura la uniformidad de la refrigeración y de la temperatura de los conductores de conexión. Los tubos 48 y 49 están hechos de acero inoxidable o de otro material adecuado resistente a la corrosión. El tubo interior 48 rodea ceñidamente y soporta los conductores 40 y 41, estando separado de los mismos por la tapa aislante 43, mientras el tubo exterior 49 forma la pared exterior del pasaje anular y protege el árbol de acero del rotor contra la corrosión producida por el agua. Los tubos 48 y 49 pueden estar sostenidos y espaciados de cualquier manera adecuada, como por medio de unos separadores 50 metidos entre los tubos; y el tubo exterior 49 puede estar soportado en el ánima sobre unos separadores o soportes 51 de Teflon, para permitir el deslizamiento axil del tubo.



El conductor radial 44 atraviesa el pasaje anular en un collar metálico 52 que va soldado o sujeto de otro modo en el pasaje, para así cerrar herméticamente la abertura, en torno al conductor de conexión, contra el escape de agua, Si así conviene, pueden usarse otros medios cualesquiera o adicionales de cierre hermético. La otra extremidad del pasaje anular está cerrada por un miembro anular 53 montado con cierre hermético en los extremos de los tubos 48 y 49.

Las partes de brida de acoplamiento 32 y 35 están unidas entre sí mediante unos pernos (no representados) u otros medios apropiados para asegurar los árboles 30 y 23 rígidamente uno al otro, de modo que constituyan un conjunto unitario de árbol, o parte de árbol del rotor. El agua que entra en el árbol 23 de la excitatriz pasa por el tubo 36 montado en el eje geométrico del árbol, y debe dirigirse desde el eje geométrico del árbol de la excitatriz al pasaje anular formado por los tubos 48 y 49 en el ánima del árbol del rotor. Esto podría hacerse, naturalmente, mediante un paso en ángulo recto del líquido por medio de conductos radiales, pero tal disposición, con los pasajes de circulación relativamente pequeños que ello implicaría, traería consigo necesariamente unas pérdidas relativamente altas. Para evitar dichas pérdidas, por lo tanto, se prevé la estructura representada con detalle en las figs. 3 y 4. Esta estructura incluye un miembro de acoplamiento 55 he-

10 MAYO 1972

cho de acero inoxidable u otro material adecuado resis-  
te a la corrosión, de preferencia el mismo material de los  
tubos 36, 48 y 49. El miembro de acoplamiento 55 tiene una  
abertura o pasaje central 56, y el tubo 36 va soldado o uni-  
do de otro modo con cierre hermético al acoplamiento 55, en  
5 comunicación con el pasaje 56. Desde el pasaje central 56,  
como se ilustra en la fig. 3, se extiende una pluralidad  
de pasajes 57 inclinados respecto a la dirección axial, pa-  
ra transportar el líquido que circula por el tubo 36 hasta  
10 llevarlo a un radio mayor, correspondiente a la posición  
del pasaje anular formado por los tubos 48 y 49. Puede pre-  
verse un número cualquiera, adecuado de pasajes 57, habiéndose  
representado cuatro en la forma de realización ilustra-  
tiva; y los pasajes están inclinados del modo que se ilus-  
tra, para que se extiendan tanto en el sentido axial como en  
15 el radial reduciendo al mínimo toda pérdida debida al cam-  
bio de dirección del flujo de fluido.

Al miembro de acoplamiento 55 va unido un miem-  
bro de anillo 58, también de acero inoxidable, por medio de  
pernos 59 que pasan a través de unos taladros 60 practica-  
dos en el miembro de acoplamiento 55. Se prevé un número de  
20 pernos 59 suficiente para efectuar una conexión rígida, y  
unir con cierre hermético el miembro de anillo 58 al acopla-  
miento 55. En el miembro de anillo 58 se prevén unos pasa-  
jes 61 correspondientes en número y posición a los pasajes  
25

10 MAY 1972

57, previéndose asimismo unos medios de cierre hermético, tales como las juntas toroidales 62, para cerrar herméticamente las uniones entre los pasajes 57 y 61, viniendo la presión de cierre hermético proporcionada por los pernos 59. Los pasajes 61 comunican con un entrante anular 63 que se extiende en torno al miembro de anillo 58, y este entrante 63 comunica directamente con el pasaje anular comprendido entre los tubos 48 y 49, que están soldados o fijados de otro modo directamente al anillo 58. El refrigerante líquido que pasa por el tubo 36 se dirige de ese modo, por medio de los pasajes 57 y 61, al pasaje anular del ánima del árbol del rotor con un mínimo de pérdidas, y fluye por el pasaje anular hasta el cuerpo del rotor, refrigerando al propio tiempo los conductores axiales de conexión 40 y 41.

Al otro extremo de la parte de árbol 30, cerca de la parte 25 del cuerpo de rotor, el refrigerante líquido sale del pasaje anular comprendido entre los tubos 48 y 49, recorriendo dos pasajes radiales 65 diametralmente opuestos practicados en el rotor y que se extienden hasta la superficie del rotor. Los pasajes 65 están revestidos con tubos 66 de acero inoxidable soldados o asegurados de otro modo en el tubo exterior 49, y los pasajes 65 comunican con una cámara anular 67 de distribución de agua que se extiende en torno a la superficie del rotor. La cámara 67



10 MAYO 1972

5 puede ser una cámara enteriza, soldada o asegurada de otro modo a la superficie del rotor, y de preferencia está hecha también de acero inoxidable. En la periferia exterior de la cámara 67 puede haber montados unos álabes o paletas 68 de ventilador en cooperación con unos álabes estacionarios 69 dispuestos en el miembro de estator, formando un ventilador de flujo axial para hacer circular un gas en la envolvente de alojamiento 14.

10 El agua que circula por el pasaje anular formado entre los tubos 48 y 49 fluye, pues, hacia fuera a través de los pasajes radiales 65, hasta la cámara 67 de distribución de agua. Ahora bien, este agua se usa, antes de entrar en los pasajes 65, para enfriar el conductor radial 47 que hay junto al cuerpo del rotor. Como se comprenderá, el conductor radial 44, dispuesto en la extremidad exterior del árbol del rotor no requiere medios especiales de refrigeración, ya que su extremo interior está enfriado por el líquido que circula en el pasaje anular, y su extremo exterior es accesible para el sistema de refrigeración de la excitatriz. El conductor radial 47, en cambio, va encerrado dentro del generador, donde no resulta accesible, y puede ser de mayor longitud, de modo que puede resultar necesaria una refrigeración adicional para este conductor. Para hacer que el agua que circula en el pasaje anular, lo  
15  
20  
25 haga por alrededor del conductor 47 antes de entrar en el

10 MAY 1972

tubo radial 65, se colocan unos deflectores 70 en el pasaje anular junto a la entrada del tubo 65, de la manera indicada en la fig. 5. Estos deflectores desvían el agua que entra en el pasaje anular, haciéndola fluir en torno al extremo interior del conductor 47 y retroceder luego al pasaje 5  
je 65, como se indica por medio de flechas en la fig. 5. Se comprenderá que, como antes se ha dicho, para el conductor axil 41 de conexión se prevén conductores radiales similares, los cuales se han omitido del dibujo para mayor sencillez. La sección plana de la parte inferior de las figs. 1  
10 y 2 ha de considerarse, por lo tanto, ligeramente desplazada en sentido angular respecto al plano de la parte superior, por esta razón y también para representar más claramente las espiras 28 de extremidad del arrollamiento y los  
15 conectadores 73.

El agua que entra en la cámara de distribución 67 se dirige desde ésta a los conductores 27 del arrollamiento del rotor, para circular a través de éstos. A este fin, desde la cámara de distribución 67 se extienden en sentido axil varios tubos o conductor 71 conectados, por medio de acoplamientos o mangas aislantes 72, a los conectadores 73 que se extienden hasta los conductores individuales 27 del arrollamiento. Las mangas aislantes 72 pueden ir soportadas en la superficie del rotor, de una manera adecuada cualquiera, contra las fuerzas centrífugas a las cuales  
20  
25

10 MAY 1972

se hallan sometidas. Como se indica en los dibujos, pueden estar incrustadas en una masa de un material adecuado de moldeo 74 y soportadas además por unos zunchos o anillos de retención, contraídos o asegurados de otro modo sobre el con-

5 junto, para retenerlas rígidamente en su sitio. Los conectadores 73 se extienden en sentido axial dentro de las ranuras 75 practicadas en la superficie del rotor, y están sujetos en ellas por medio de cuñas 77. Los conectadores 73 pueden ser de un tipo adecuado cualquiera y estar soportados de cualquier modo apropiado, siendo una disposición con-

10 veniente la representada y reivindicada en la solicitud de patente afín de S. C. Ying, núm. , presentada y cedida al mismo cesionario de la presente invención.

15 El agua procedente de la cámara 67 se usa también para enfriar el extremo exterior del conductor radial 47 y los conductores del arrollamiento. A este fin, como se indica en las figs. 2 y 6, hay un tubo 78 que se extiende a partir de la cámara 67 y va conectado a un tubo 79 por medio de una conexión aislante similar a los conectadores 72

20 anteriormente descritos. El tubo 79 va conectado a un conec-tador 80 de forma de anillo que rodea el extremo del conduc-tor radial 47. El conductor radial 47 comprende una espiga gruesa de cobre con un manguito aislante 81 en ella, que se

25 extiende a través de una abertura radial practicada en el

10 MAY 1972

5 árbol 30 del rotor y va roscada en el conductor axil de  
conexión 40. La cabeza del conductor 47 se representa dota  
da de un entrante anular que se extiende en torno a ella,  
y el conector 80 es recibido en este entrante y tiene un  
pasaje central 82 para el agua que procede del tubo 79. Al  
conector anular 80 va fijado, por soldadura fuerte, o de  
otro modo, un conductor 83 que se extiende en sentido axil  
recorriendo una ranura 84 practicada en la superficie del  
rotor. El conductor 83 está aislado, como se indica en 85,  
10 y retenido en posición en la ranura 84 mediante cuñas 86.  
El conductor 83 tiene un pasaje central 87 que lo recorre  
y comunica con el pasaje anular 82 practicado en el conec  
tador 80. El agua procedente de la cámara de distribución  
67, pues, circula por los tubos 78 y 79 hasta el pasaje anu  
15 lar 82, donde fluye en torno a la parte alta del conductor  
radial 47 enfriándolo, y luego recorre el pasaje central  
87 del conductor 83. El conductor 83 conduce la corriente  
de campo del arrollamiento 27 del rotor, y es refrigerado  
por el líquido que circula por el pasaje central y que lue  
20 go entra en el arrollamiento del rotor, de igual manera que  
el líquido transportado por los conectadores 73.

Al fluir el agua por el pasaje anular practicado  
en el árbol del rotor, y absorber calor de los conductores  
axiles, su temperatura subirá durante el funcionamiento de  
25 la máquina, y la elevación de temperatura de los tubos 48

10 MAYO 1972

y 49 puede ser mayor que la de la parte de árbol 30. Como estos tubos, de preferencia, están hechos de acero inoxidable, que tiene una mayor capacidad de dilatación térmica que el acero de aleación especial del cual está hecho el  
5 propio rotor, es preciso tomar precauciones para permitir las diferencias de dilatación, a fin de evitar los excesivos esfuerzos y posibles deformaciones que se producirían si los tubos estuviesen rígidamente sujetos en posición. En cada uno de los pasajes radiales 65, fuera de los tubos  
10 66, hay dispuesto un manguito 89; y estos manguitos van asegurados en el tubo exterior 49, anclando el tubo exterior en posición axial en ese lugar. El conductor 47 está rodeado por un collar 90 fijado a los tubos 48 y 49 para cerrar herméticamente el pasaje anular, de igual modo que el collar 52 antes descrito. El collar 90 deja suficiente hueco  
15 en torno al conductor 47 para permitir cierto movimiento axial de los tubos 48 y 49. Los tubos 48 y 49 quedan libres para moverse longitudinalmente en el ánima 33 del árbol, excepto en lo que se refiere al anclaje del tubo 49 en un  
20 punto, y van soportados en el ánima del árbol sobre el soporte 51 antes citado. Los tubos 48 y 49, el conjunto de acoplamiento 55 y el tubo 36, pues, quedan libres para moverse longitudinalmente en las ánimas de árbol, para dar acomodo a la dilatación diferencial, y el conductor radial  
25 44 del extremo exterior está provisto de espacio u holgura



suficiente en el collar 52 para permitir este movimiento. El problema de la dilatación, diferencial se supera, pues, de manera sencilla y eficaz anclando el conjunto completo de tubos de refrigerante en uno solo de sus extremos, y permitiéndole moverse en sentido axial en las ánimas de árbol, según necesidades.

El agua u otro refrigerante líquido introducido en los arrollamientos de rotor por medio de los conectadores 73, circula por los pasajes practicados en los conductores de arrollamiento 27 hasta el otro extremo del rotor y es descargada por medio de los conectadores 91 (fig. 1), semejantes a los conectadores 73. Los conectadores 91 se hallan dispuestos y asegurados en posición de igual manera, y se extienden en el sentido axial del árbol del rotor hasta una cámara anular 92 fijada en la superficie del rotor. El agua que entra en la cámara 92 escapa por los pasajes radiales 93 y entra en el ánima 33 del rotor por esta extremidad del rotor, del cual puede salir de una manera conveniente cualquiera. En la forma de ejecución ilustrada, el ánima 33 está bloqueada junto a los pasajes 93 mediante un tabique 94, de modo que el agua que fluye radialmente hacia dentro por los pasajes 93 circula por el ánima 33 hasta otros pasajes radiales 95, desde los cuales se descarga en una cámara estacionaria 96 colectora, que rodea al rotor y puede estar cerrada herméticamente de cualquier manera ade

10 MAY 1972

cuada. El agua procedente de la cámara 96 se descarga en 97, para su enfriamiento recirculación o para otros fines apropiados. Los pasajes radiales 93 y 95 y el ánima de árbol que hay entre ellos están, de preferencia, forrados de acero inoxidable, para proteger el rotor contra la corrosión, tomándose las precauciones necesarias para las diferencias de dilatación que puedan ocurrir.

Como se verá, se ha habilitado un rotor refrigerado por agua, con el que se superan los problemas anteriormente estudiados. El agua se introduce por el eje geométrico del árbol, donde la presión es mínima, de modo que se reducen asimismo al mínimo los problemas de cierre hermético y de admisión. Se prevén medios para facilitar el paso del agua desde el ánima central axial por el que inicialmente circula, hasta un pasaje anular situado a un mayor radio, a fin de permitir al agua que circule en torno a los conductores axiales, colocados en su acostumbrada posición en el ánima del rotor, enfriándolos. De esta manera se obtiene una forma de construcción muy eficaz para introducir el líquido refrigerante en un rotor refrigerado por líquido con un mínimo de pérdidas y un mínimo de problemas de hermetización. El problema de la dilatación diferencial, introducido por la necesidad de usar un revestimiento resistente a la corrosión para los pasajes que transportan el agua, se resuelve también de manera sencilla permitiendo el

10 MAY 1972  


libre movimiento axial del acoplamiento y de los tubos que transportan el refrigerante. Se obtiene asimismo una eficaz refrigeración de todas las partes del rotor que transportan corriente eléctrica.

5 De todo ello se desprende que se ha habilitado así una forma de construcción de gran efectividad, para rotores refrigerados por agua destinados a máquinas dinamoeléctricas de gran tamaño, tales como turbogeneradores. Se ha representado y descrito asimismo una forma particular de realización del invento con fines ilustrativos; pero se sobrentiende que resultan posibles otras varias modificaciones y formas de ejecución del mismo.

10 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 17 de Mayo de 1971, bajo el número 144.050, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

11 JUN 1975

- REIVINDICACIONES -

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

5           1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un miembro de rotor para una máquina dinamoeléctrica, teniendo dicho miembro de rotor unas partes de árbol y teniendo una parte de cuerpo portadora de arrollamientos, teniendo dichos arrollamientos unos pasajes para la circulación de un refrigerante líquido por ellos, teniendo por lo menos dichas partes de árbol ánimas centrales que se extienden recorriéndolas y atravesándolas en sentido axial, conductores eléctricos de conexión para los arrollamientos, 10 dispuestos en el ánima de la parte de árbol de uno de los ex tremos del miembro de rotor, extendiéndose dichos conductores en sentido axial en dicha ánima, medios para efectuar conexiones eléctricas entre los conductores axiles y los conductores que salen de la excitatriz y 15 entre los conductores axiles y los arrollamientos, un pasaje anular en dicha ánima, que rodea a dichos conductores de conexión en toda su longitud, medios para intro-

8.6.75

- 28 -

M.E

11 JUN. 1975



ducir refrigerante líquido en dicha ánima, hasta más  
allá de la extremidad de los conductores de conexión,  
medios para dirigir el refrigerante líquido desde el  
ánima al interior de dicho pasaje anular para que cir-  
cule por él, medios para dirigir el refrigerante desde  
5 dicho pasaje anular hasta dichos pasajes de los arrolla-  
mientos y medios para dirigir el refrigerante desde  
los pasajes de los arrollamientos hasta un ánima del  
árbol para la descarga de aquél por éste.

10 2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-  
dicación 1ª, según los cuales los medios para dirigir  
el refrigerante desde el ánima del árbol al pasaje anu-  
lar comprenden un miembro de acoplamiento que tiene un  
pasaje central en comunicación con el ánima y una plura-  
15 lidad de pasajes inclinados respecto al eje geométrico  
del árbol y que se extienden en sentido, tanto radial  
como axial, a partir del pasaje central, estando dichos  
pasajes inclinados en comunicación con el citado pasaje  
anular.

20 3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindi-  
cación 1ª o la 2ª, según los cuales unos medios para in-  
troducir refrigerante líquido en dicha ánima del árbol  
hasta más allá de la extremidad de los conductores de  
conexión, incluyen una parte de árbol enteriza con la  
25 parte de cuerpo, y una parte de árbol separada coaxil

8.6.75

ME

10 JUN 1975

5 con aquella, extendiéndose dichos conductores axiles y dicho pasaje anular esencialmente hasta el extremo de la parte de árbol enteriza, habiendo medios para acoplar rígidamente entre sí las partes de árbol enteriza y separada, y unos medios para introducir el refrigerante líquido en el ánima de la parte de árbol separada.

10 4a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 3a, según los cuales el ánima de la parte de árbol separada contiene un tubo conectado a dicho miembro de acoplamiento, y el pasaje anular viene definido por dos tubos concéntricos conectados al miembro de acoplamiento, estando dichos tubos y dicho acoplamiento libres para moverse conjuntamente en el sentido axil de los taladros centrales de árbol.

15 5a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1a, 2a, 3a ó 4a, según los cuales unos medios para efectuar las conexiones eléctricas de los conductores axiles con los conductores de salida de la excitatriz y los arrollamientos, comprenden conductores de conexión radiales junto a cada extremo de los citados conductores axiles, extendiéndose cada uno de dichos conductores radiales en el sentido radial de la parte de árbol, desde la superficie exterior de ésta hasta un conductor axil, para efectuar la conexión eléctrica con él, extendiéndose

8.6.75

ME

11 JUN 1975

5 dose por dicho pasaje anular los conductores radiales junto a la parte de cuerpo del rotor, y habiendo en el pasaje anular unos medios deflectores para producir la circulación del refrigerante en torno a los conductores de conexión radiales.

10 6a.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según las cuales los medios para dirigir el refrigerante que viene del pasaje anular comprenden unos tubos que se extienden radialmente desde el pasaje anular hasta la superficie del miembro de rotor, habiendo una cámara circular que se extiende en torno al miembro de rotor y está en comunicación con dichos tubos radiales, y unos medios para conectar la cámara circular a dichos pasajes de arrollamiento.

15 7a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6a, según los cuales los tubos concéntricos que definen el pasaje anular, los tubos radiales y el miembro de acoplamiento están hechos de un material resistente a la corrosión.

20 8a.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 7a, según los cuales dicho material resistente a la corrosión consta de acero inoxidable.

25 9a.- Perfeccionamientos introducidos en un miembro de rotor para una máquina dinamoeléctrica.

8.6.75

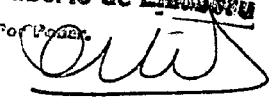
ME



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.

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

Madrid, 11 JUN. 1975  
P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder.  




16 129 100

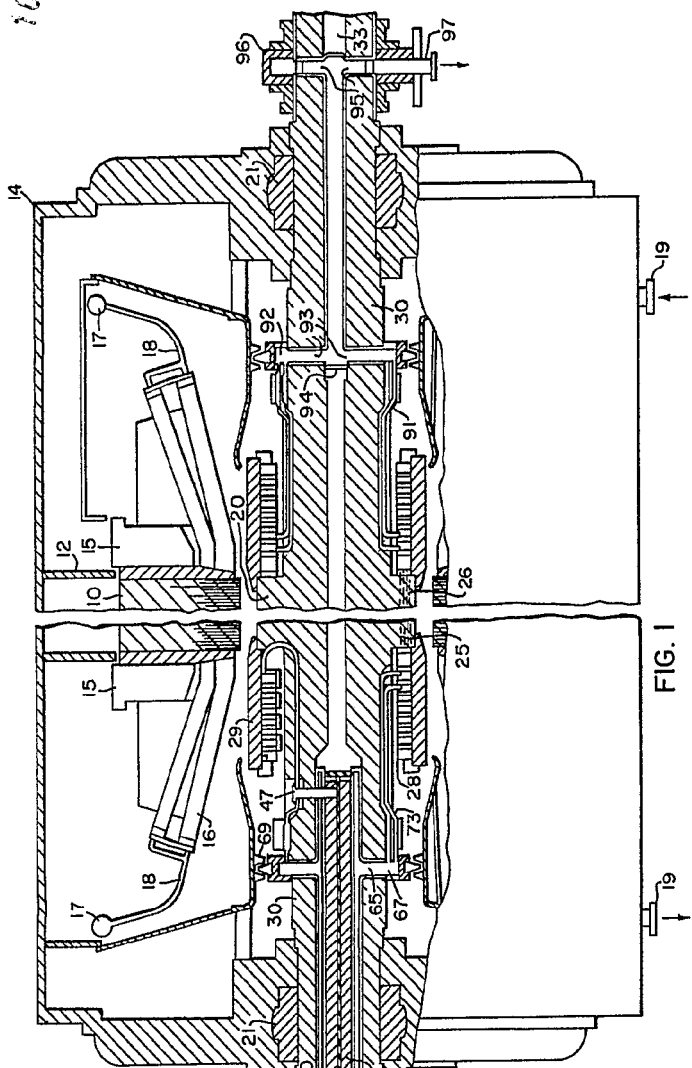


FIG. 1

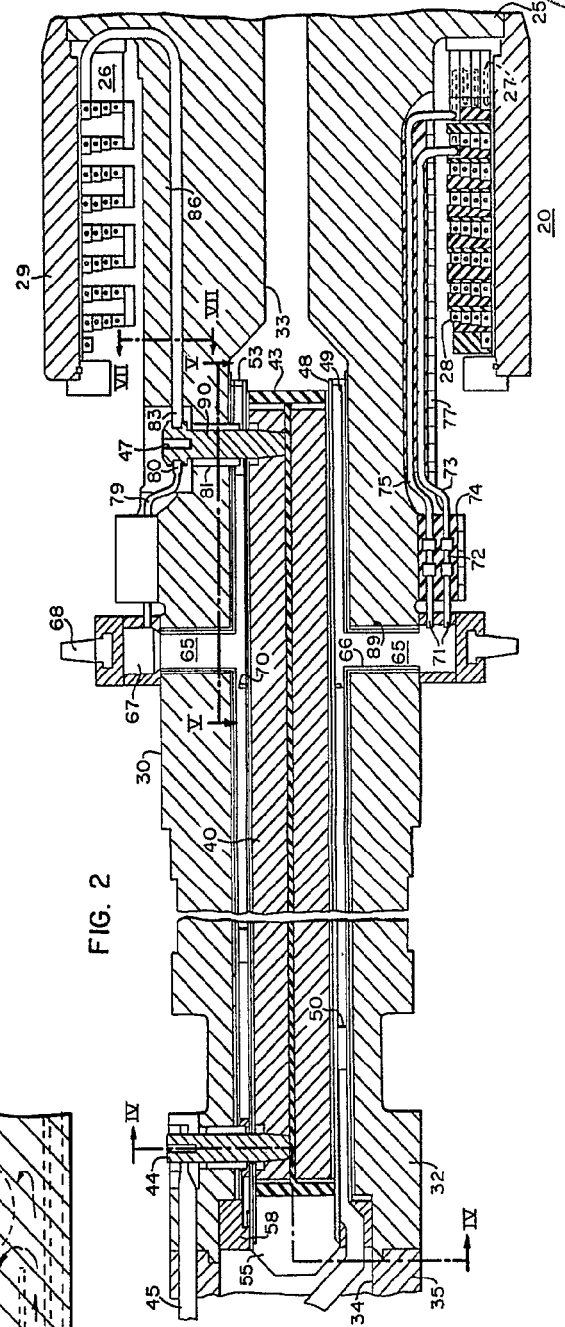


FIG. 2

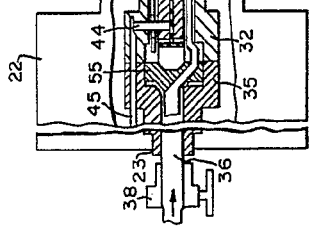


FIG. 3

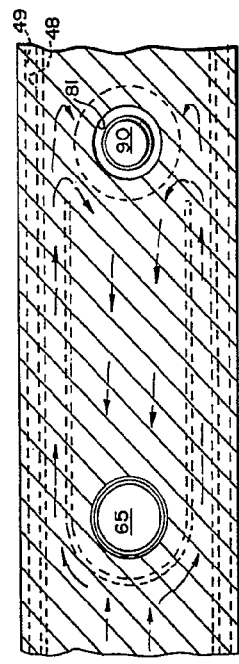


FIG. 4

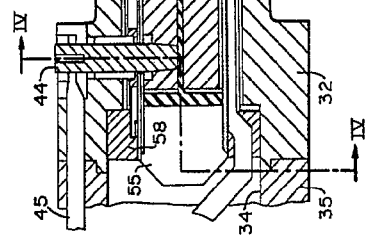


FIG. 5

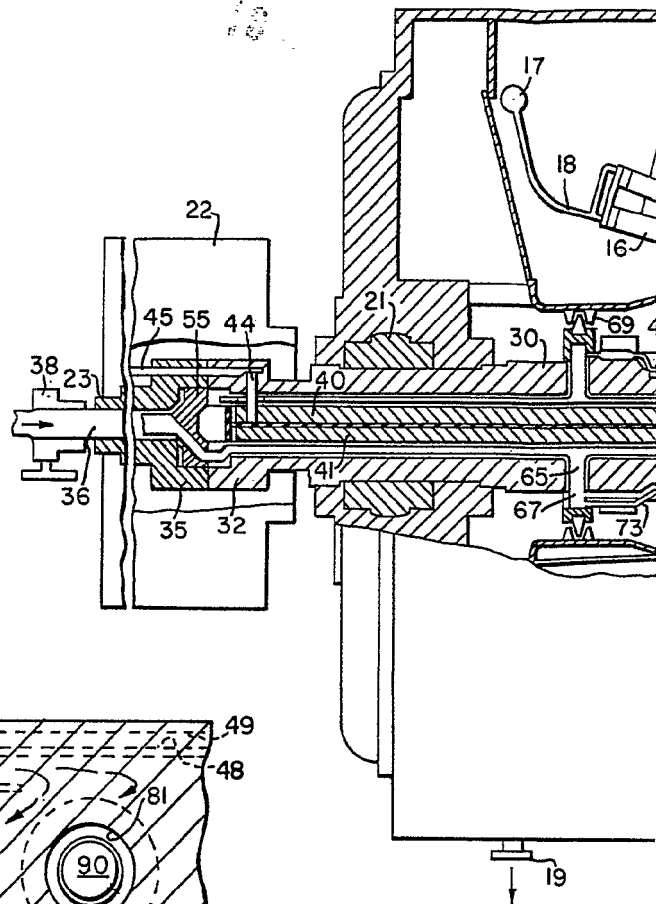


FIG. 5

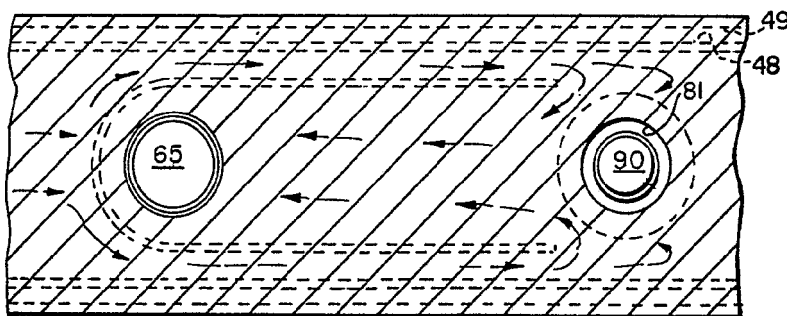
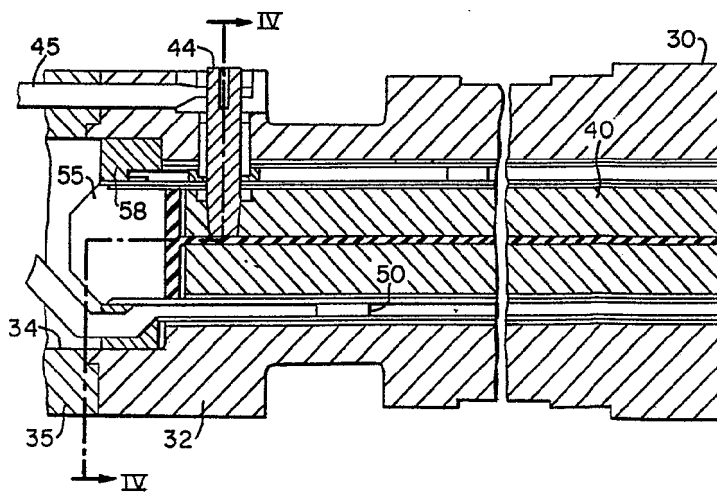


FIG. 2



10 MAY 1972  
BEEZ SIX

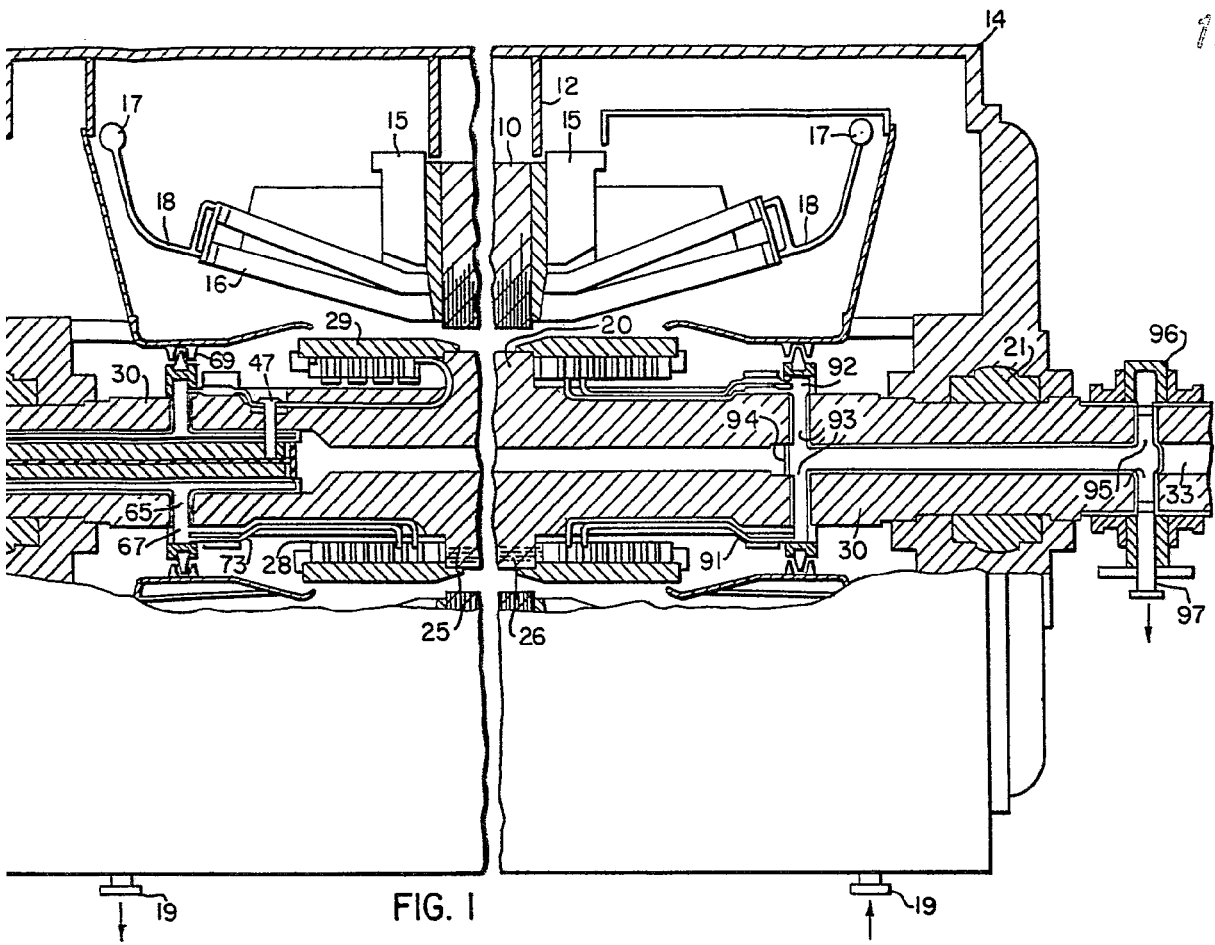


FIG. 1

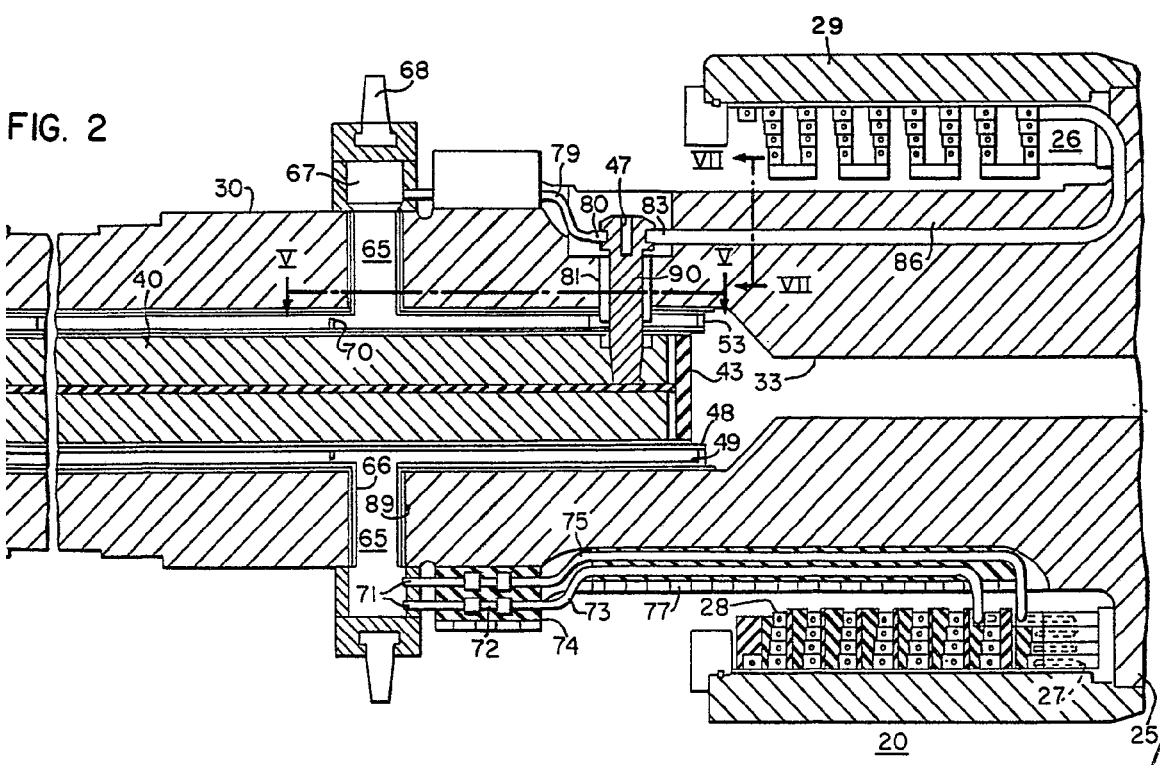
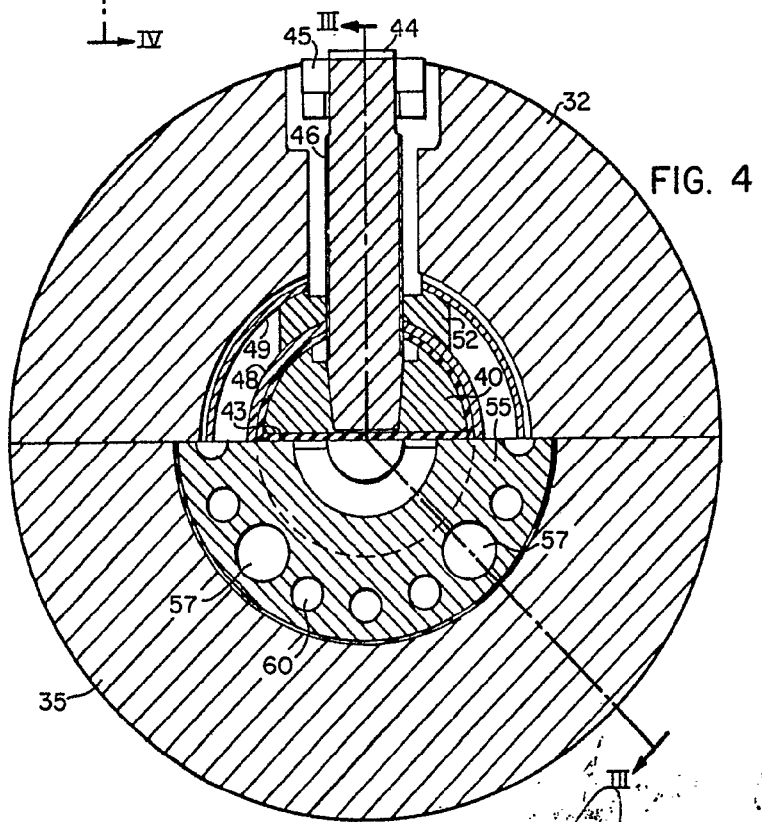
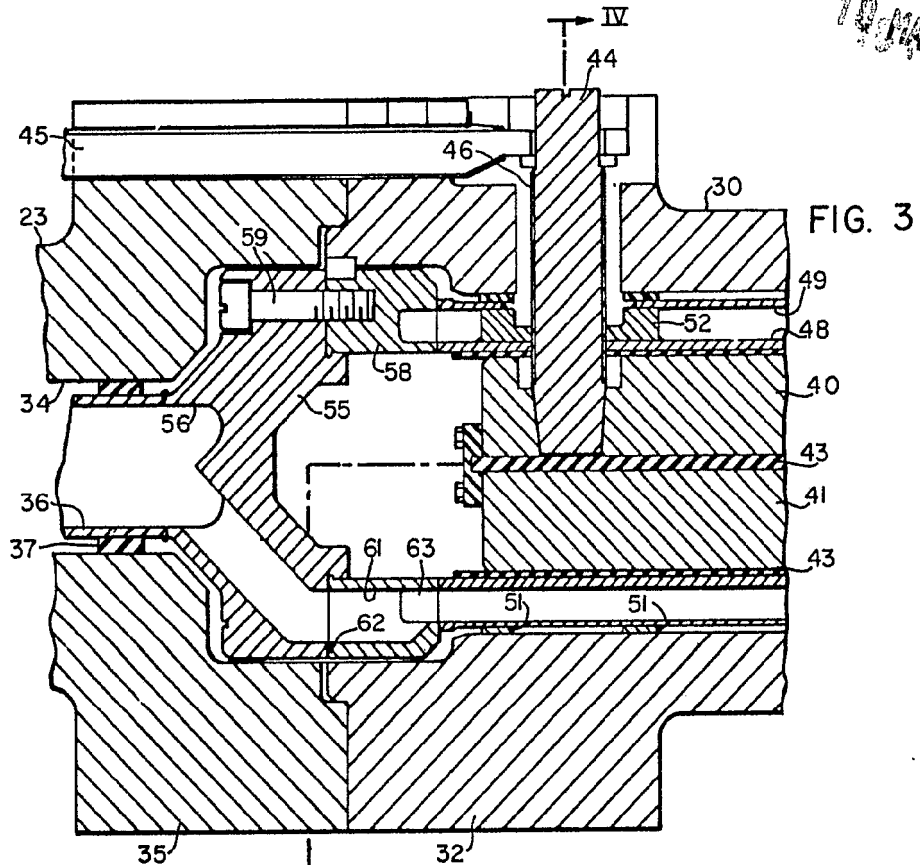


FIG. 2

Liberté



W. H. ...  
Patent

10 MAY 1922

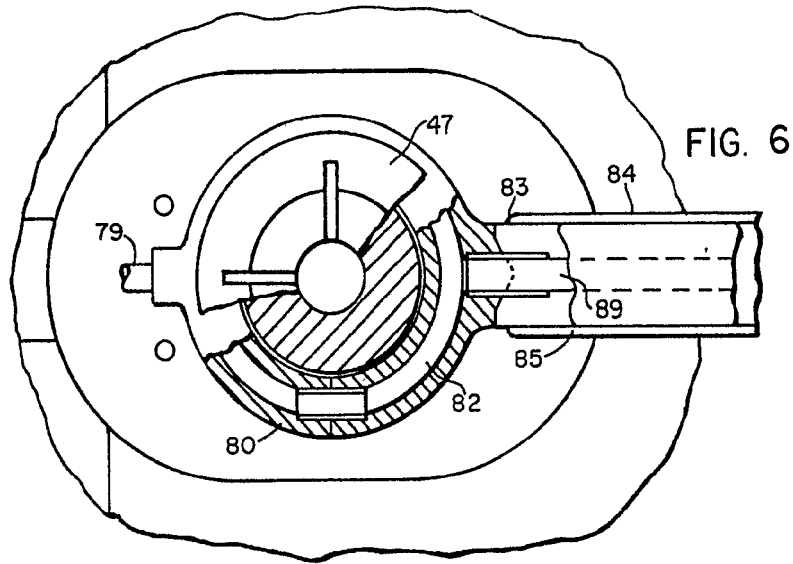


FIG. 6

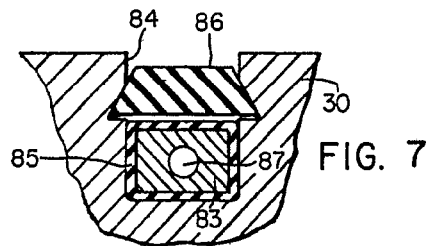


FIG. 7

Alberio de Elzaburro  
Per Poder