

4 1 5 9 1 6



F.c. 9-6-75

Int. Cl.:	H02K//H01V

415916

P- 54.541

WE Case

No. 43.350

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por VEINTE años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
Unidos de América.

por: "UN APARATO ELECTRICO QUE UTILIZA REFRIGERANTE FLUIDO
PARA UN MIEMBRO ROTATIVO ALREDEDOR DE UN EJE DE ROTACION"

(Clase Internacional H02k, H01v)

415916



Este invento está relacionado con los aparatos eléctricos, y en particular con las máquinas dinamoeléctricas provistas de devanados superconductores.

5 Los conceptos generales de las máquinas dinamoeléctricas superconductoras son conocidos, y su interés es creciente debido a la necesidad de maximizar el rendimiento de las máquinas y de reducir el tamaño de las máquinas de unas características determinadas. Una zona de interés es la aplicación de la tecnología de la superconducción a los generadores de corriente
10 alterna. En una forma, uno de estos generadores consta de un estator con un devanado de conductores convencionales en el inducido y de un rotor con bobinas y devanados de campo superconductores. Para obtener la superconductividad en los conductores disponibles, tales como los que se componen de una aleación de
15 niobio y titanio, se requiere que la máxima temperatura del devanado esté alrededor de 9 a 11°K. Para alcanzar tales temperaturas, un refrigerante criógeno, como el helio líquido que tiene una temperatura de 4,2°K, se hace circular en una íntima relación térmica con los conductores de los devanados. Este tipo
20 de refrigerante es caro, y el margen térmico entre la temperatura del refrigerante y la temperatura crítica del devanado superconductor es relativamente pequeño, por lo que los criterios importantes de proyecto tienden a minimizar el uso de refrigerante y a minimizar la conducción de calor desde elementos estructurales
25 externos que puedan estar a la temperatura del ambiente

415916



o cerca de ella en el devanado.

Las disposiciones anteriormente propuestas para un rotor con devanados superconductores contemplan la colocación de los devanados del rotor dentro de un tubo de par en el interior de una vasija tipo dewar para minimizar la transmisión de calor. Los elementos estructurales instalados en la periferia del tubo soportan a los polos y devanados de campo y transmiten el par de la máquina a un eje y a un acoplamiento de accionamiento del rotor. Tales elementos estructurales pueden causar una gran conducción de calor hacia la región fría. Una de estas máquinas de la técnica anterior es la descrita en "Análisis de la aplicación de la superconductividad a la generación de energía eléctrica comercial", tesis doctoral presentada por P. Thullen en el Instituto de Tecnología de Massachusetts con fecha de junio de 1969. De acuerdo con esta publicación, se pretende reducir las pérdidas de calor por conducción desde la periferia del tubo de par haciendo pasar el refrigerante evacuado del devanado de campo sobre, a través de o en contacto con la estructura de soporte. Como la estructura de soporte está girando, y por tanto el refrigerante también está girando, existen unas fuerzas de cuerpo en el refrigerante que hacen que las corrientes de convección fluyan en los conductos estructurales de refrigeración. Estas corrientes de convección tienden a igualar la temperatura del refrigerante en la estructura, aumentando así el flujo de calor a la región de baja temperatura de la má-

415916



transportar el refrigerante en su interior, estando separado dicho tubo del mencionado manguito de soporte mediante un volumen en el que se ha hecho el vacío, y un conjunto de miembros térmicamente conductores que se extienden entre dicho tubo y dicho manguito a través del mencionado volumen en el que se ha hecho el vacío a intervalos axialmente espaciados.

El invento incluye además una máquina dinamo-eléctrica que comprende un estator, un rotor montado para que gire alrededor de un eje de rotación estando dicho rotor separado del citado estator y acoplado inductivamente con él, cuyo rotor incluye una estructura de devanados eléctricos con medios de refrigeración para refrigerar dicha estructura de devanados utilizando un fluido refrigerante criógeno con el fin de hacer superconductores a los citados devanados, estando soportada la citada estructura de devanados dentro de un manguito de soporte, una estructura de descarga de refrigerante rotativa con dicho rotor y axialmente adyacente a él dentro del mencionado manguito, cuya estructura incluye un conducto para dicho refrigerante situado en el citado eje de rotación, y un conjunto de miembros térmicamente conductores que se extienden entre dicho conducto y el citado manguito a intervalos axialmente espaciados.

El presente invento resulta ventajosamente en una estructura más simple que la anteriormente propuesta y aún más efectiva en la prevención de las corrientes de convección, puesto que éstas sustancialmente se eliminan, al mismo tiempo que

415916



se mejora la efectividad total de la estructura de refrigeración.

El invento se describirá ahora, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La figura 1 es una vista en corte de una máquina dinamoeléctrica; y

la figura 2 es una vista en corte a escala ampliada de una parte de la máquina de la figura 1.

10 La figura 1 representa una máquina dinamoeléctrica que es un generador de corriente alterna que incluye un estator 10 con devanados convencionales 12 de inducido eléctricamente conductores (es decir, no superconductores). Un rotor 14 está situado dentro del estator 10 en una relación espaciada y acoplado inductivamente con él a través de un entrehierro 16.

15 El rotor tiene una estructura 18 de campo que incluye devanados de campo que están refrigerados por un fluido hasta un grado tal que se hagan superconductores los devanados de campo.

20 Ciertas características de la máquina se describirán aquí solamente de un modo general, puesto que pueden adoptar diversas formas conocidas tales como las descritas en la tesis de Thullen anteriormente citada.

25 En la estructura 18 de campo del rotor están provistos conductos de refrigerante en íntimo contacto térmico con los devanados de campo. El helio líquido, que tiene una temperatura de 4,2°K, se puede usar como refrigerante para man-

415916



tener en el estado superconductor a los conductores de los devanados de campo. El refrigerante se suministra desde un sistema 20 de refrigeración exterior a la máquina dinamoeléctrica hasta una entrada 22 axialmente localizada. El refrigerante circula a través del rotor 14, pasa por la estructura 18 de campo y sirve también para refrigerar los conductores 24 de excitación. Eventualmente, el refrigerante se descarga desde una lumbrera 26 de salida situada en la otra extremidad axial de la máquina, y puede reciclarse a través del sistema 20, si se desea.

El rotor 14 tiene la forma de un tubo de par. Es decir, en lugar de montar los polos del campo y sus devanados en un eje macizo, como se hace en la mayoría de los rotores convencionalmente conductores, la estructura 18 de campo está situada dentro de un tubo 28 de suficiente resistencia mecánica para transmitir el par a elementos exteriores acoplados al eje tales como un acoplamiento 30 de accionamiento y por último a una máquina motriz (no representada), tal como un motor o una turbina. En funcionamiento, como es bien conocido, el accionamiento del rotor y la aplicación de una excitación de corriente continua a los devanados de campo desde una excitatriz 32 a través de unos anillos rozantes 34 y del conductor de excitación 24 resultarán en la generación de corriente alterna, en una o más fases, que se encuentra disponible desde los conductores 36 y desde el devanado 12 de inducido en el estator 10.

El tubo 28 de par tiene extremos 38 de eje que

415916



5 por la parte periférica 52 del tubo de par, rodea al blindaje
58 y a la parte no blindada del manguito 54. Las dos capas de
vacío 56 y 60 (que pueden estar en comunicación entre sí median-
te pequeñas aberturas) y el blindaje 58 pueden ser eficaces
10 para limitar la transmisión de calor radialmente hacia dentro
desde el tubo 52 (que está a la temperatura del ambiente) a la
estructura fría 18. Sin embargo, el manguito 54 debe soportar-
se necesariamente en común con el manguito 52. Así, como se
ve en la figura, los dos están unidos a lo largo de la pared ra-
dial 62 del tubo 28 de par. La conducción térmica a lo largo
del manguito 54 desde la pared 62 que está a la temperatura del
ambiente podría ser fatal para la superconductividad en los de-
vanados de campo en la estructura 18.

15 Para reducir más la temperatura de la parte
estructural 54 del rotor, se ha reconocido en el pasado que el
refrigerante, después de circular entre los devanados de campo
en la estructura 18, puede hacerse circular a través de una par-
te axialmente adyacente del rotor antes de ser descargado de la
máquina. Las formas adoptadas anteriormente para que este re-
20 frigerante fluya a través de una estructura 70 de evacuación de
refrigerante se han mencionado en la descripción anterior de los
antecedentes del invento. Se basan en la circulación de refri-
gerante en contacto térmico directo con miembros estructurales
tales como el manguito 54, con los concomitantes problemas pla-
25 teados por las corrientes de convección en el refrigerante ro-

415916



tativo. El presente invento se refiere particularmente a la na
turalidad de la estructura 70 de evacuación del refrigerante.

De acuerdo con este invento, la estructura 70
de evacuación del refrigerante es un medio para evacuar el re-
5 refrigerante del miembro rotativo que se pretende refrigerar, la
estructura 18 de campo de la máquina, cuyo medio confina al re-
frigerante a seguir un camino a lo largo del eje de rotación,
durante una distancia axial en la que se excluyen los caminos
radiales de flujo de refrigerante y los caminos radialmente des-
10 plazados de flujo de refrigerante para eliminar las corrientes
de convección. Como se ha representado, un conducto tubular 72
de refrigerante está colocado directamente en el eje 74 de rota-
ción, y transporta el refrigerante desde la estructura 18 de
campo hacia la lumbrera 26 de salida. El manguito 54 de soport-
15 te rodea al tubo 72 de refrigerante y está espaciado respecto a
éste mediante un volumen 76 en el que se ha hecho el vacío. Un
conjunto de miembros 78 térmicamente conductores, cada uno de
ellos unido al manguito 54 de soporte y al tubo 72 de refrige-
rante, se extiende a través del volumen 76 en el que se ha he-
20 cho el vacío a intervalos axialmente espaciados.

Los miembros 78 térmicamente conductores pue-
den ser de la forma de radios o discos delgados, preferiblemen-
te con pequeñas aberturas de modo que pueda mantenerse un vacío
común en toda la estructura. Los miembros 78 térmicamente con-
25 ductores son de un material elegido de manera que tenga un coe-

415916



ficiente de conductividad térmica mayor que el del material del tubo 72 de refrigerante o que el del manguito 54 de soporte, a fin de evitar que la conducción del calor a través del tubo de refrigerante del manguito retorne a la estructura fría 18. Por ejemplo, es adecuado que los miembros térmicamente conductores sean de cobre y que tanto el conducto 72 de refrigerante como el manguito 54 de soporte estén constituidos por acero inoxidable.

Los miembros 78 térmicamente conductores, como se ve en la figura, tienen una parte intermedia 79 de una superficie de sección transversal relativamente pequeña en los planos perpendiculares a un radio del eje. Las partes terminales 80 de los miembros 79 térmicamente conductores que están directamente unidos al conducto 72 de refrigerante y al manguito 54 de soporte tienen una sección transversal de mayor superficie. Las partes terminales 80 actúan como estaciones de refrigeración para lograr una eficiente conducción de calor entre ellas y los elementos adyacentes.

El invento se ha descrito particularmente en relación con un generador de corriente alterna con un rotor superconductor dispuesto estructuralmente dentro del estator. Se entenderá que la estructura 70 de este invento para la evacuación del refrigerante puede aplicarse a otros miembros rotativos refrigerados por fluidos.

Esta solicitud que corresponde a la presentada

27.7.73

415916



en Estados Unidos de América, el 16 de Junio de 1972, bajo el
Nº 263.039, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vi-
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10

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:

15

1ª.- Un aparato eléctrico que utiliza refri-
gerante fluido para un miembro rotativo alrededor de un eje de
rotación, comprendiendo dicho aparato medios para evacuar el re-
frigerante del miembro rotativo, confinando dichos medios al re-
frigerante a seguir un camino a lo largo del eje de rotación
durante una distancia en la que se excluyen los caminos radiales
del flujo de refrigerante y los caminos radialmente desplazados
del flujo de refrigerante para eliminar las corrientes de convec-
ción, y en el que dicho miembro refrigerado está soportado den-
tro de un manguito de soporte sustancialmente cilíndrico y dichos

20

25

27.7.73

415916



medios para evacuar el refrigerante están axialmente adyacentes al citado miembro refrigerado y dentro de dicho manguito; los citados medios para evacuar refrigerante comprenden un tubo a lo largo del eje para transportar el refrigerante en su interior, estando espaciado dicho tubo respecto al mencionado manguito de soporte mediante un volumen en el que se ha hecho el vacío, y un conjunto de miembros térmicamente conductores que se extienden entre dicho tubo y el citado manguito a través del mencionado volumen en el que se ha hecho el vacío a intervalos axialmente espaciados.

2ª.- Un aparato eléctrico según la reivindicación 1ª, en el que dichos miembros térmicamente conductores son de un material que tiene un coeficiente de conductividad térmica mayor que el del material de dicho tubo y que el del material del mencionado manguito, y el citado refrigerante es un fluido criógeno que está a una temperatura inferior a unos 10°K.

3ª.- Una máquina dinamoeléctrica que comprende un estator, un rotor montado para que gire alrededor de un eje de rotación, estando dicho rotor espaciado del citado estator y acoplado inductivamente con éste, cuyo rotor incluye una estructura de devanados eléctricos con medios de refrigeración para refrigerar dicha estructura de devanados utilizando un fluido refrigerante criógeno para hacer superconductores a dichos devanados, estando soportada la citada estructura de devanados dentro de un manguito de soporte, una estructura de evacuación

415916



de refrigerante capaz de girar con dicho rotor y axialmente ad-
yacente a éste dentro del mencionado manguito, incluyendo esta
estructura un conducto para dicho refrigerante situado en el men-
cionado eje de rotación, y un conjunto de miembros térmicamente
5 conductores que se extienden entre dicho conducto y el citado man-
guito a intervalos axialmente espaciados.

4ª.- Una máquina dinamoeléctrica según la rei-
vindicación 3ª, en la que dicho conducto instalado en el citado
eje es el único camino que tiene el refrigerante en la mencio-
nada estructura de evacuación del refrigerante para evitar las
10 corrientes de convección debidas a que el flujo de refrigerante
está radialmente desplazado, estando espaciados dicho conducto
y el mencionado manguito mediante un volumen en el que se ha he-
cho el vacío a través del cual se extienden miembros térmicamen-
te conductores, cuyos miembros térmicamente conductores son de
15 un material que tiene un coeficiente de conductividad térmica
mayor que el de cualquiera de los dos materiales que componen di-
cho conducto y el citado manguito, y cada uno tiene una parte sus-
tancial intermedia a unas partes terminales primera y segunda,
20 cuyas partes terminales se unen y están en contacto térmicamente
conductor con dicho conducto y el citado manguito respectivamen-
te, teniendo las citadas partes terminales una sección transver-
sal en un plano perpendicular a un radio de dicho eje que es ma-
yor que la mencionada parte intermedia.

25 5ª.- Una máquina dinamoeléctrica según la rei-



415916

vindicación 4ª, en la que la máquina es un generador de corriente alterna con dicho rotor dispuesto centralmente dentro del citado estator, y la mencionada estructura de devanados comprende bobinas de campo para la excitación de dicho rotor con corriente continua, estando la citada estructura de devanados y la mencionada estructura de evacuación del refrigerante dentro de un tubo de par, cuyo tubo de par tiene una parte periférica radialmente espaciada de dicho manguito con vacío entre ellos, teniendo el citado tubo de par extremos de eje para acoplamiento externo, y estando dicha parte periférica y el mencionado manguito directamente unidos solo en una pared extrema adyacente a la mencionada estructura de evacuación del refrigerante.

6ª.-Un aparato eléctrico que utiliza refrigerante fluido para un miembro rotativo alrededor de un eje de rotación.

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,

P.A.

1973

27.7.73
TM

415916

415916

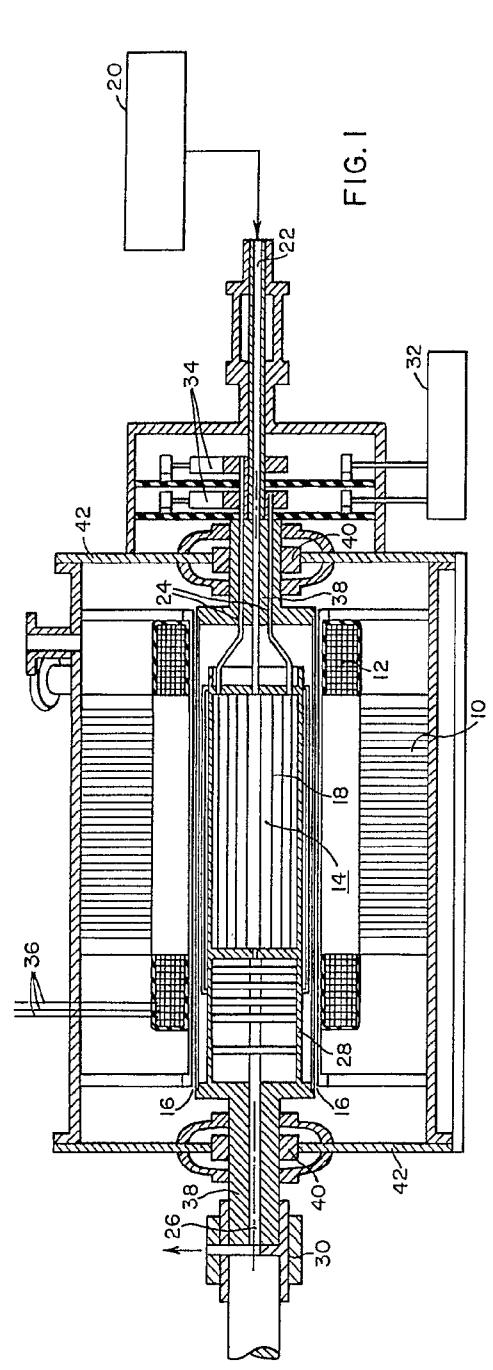


FIG. 1

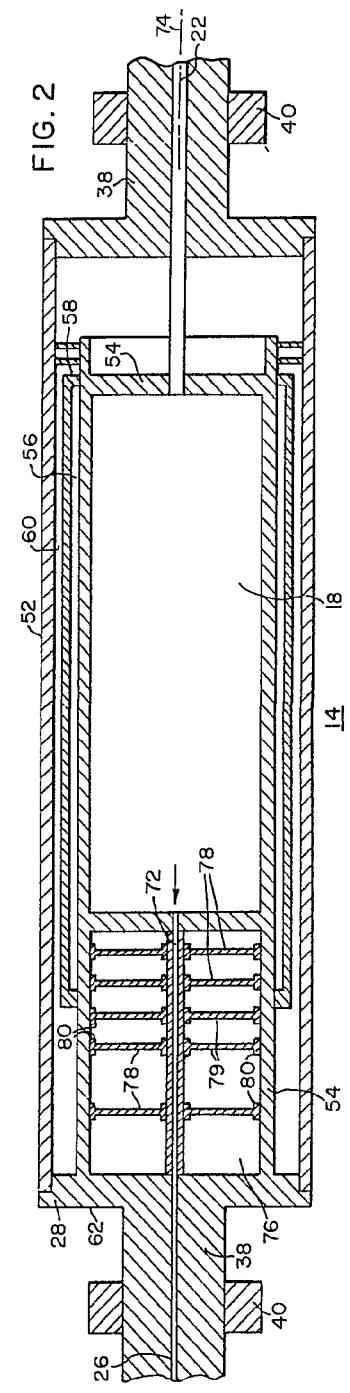


FIG. 2



415916

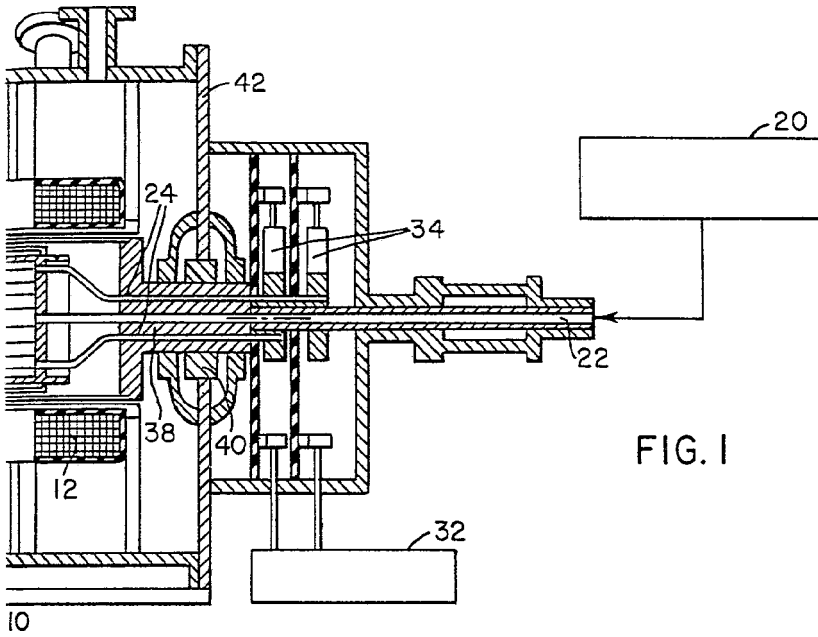


FIG. 1

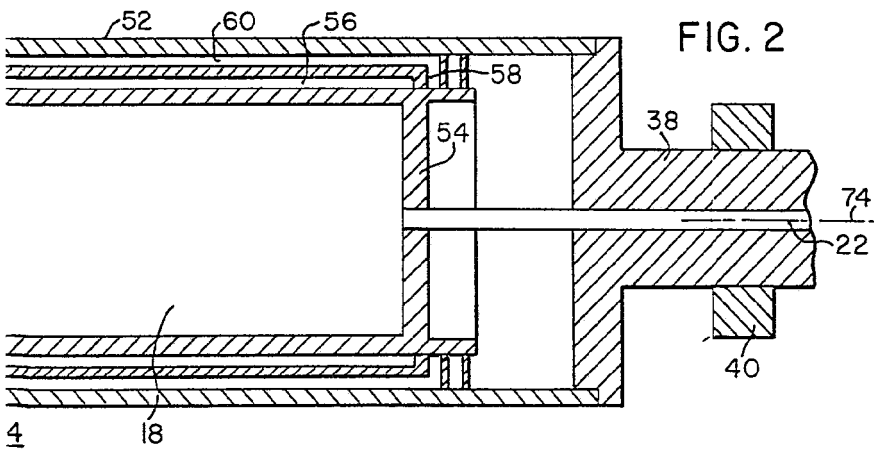


FIG. 2

Handwritten signature or mark.