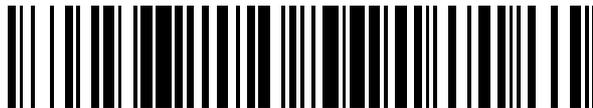


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 821**

21 Número de solicitud: 201600720

51 Int. Cl.:

H02K 55/02 (2006.01)

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 1/18 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.08.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.02.2018

71 Solicitantes:

**GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)**

**Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 100
48170 Zamudio (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

MARTINEZ FERNANDEZ, Elena;
GRANADOS GARCIA, Javier Alberto Jose;
LÓPEZ LÓPEZ, José;
RODRIGUEZ IZAL, Jose Luis y
SALVATIERRA MACUA, Carlos Jesus

54 Título: **Generador síncrono para aerogeneradores**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a un generador síncrono para aerogeneradores que comprende un rotor (20) y un estator (10), donde el estator (10) comprende una pluralidad de bobinas inductoras (11) de un material superconductor de alta temperatura dispuestas para generar campo magnético. La utilización del estator superconductor, en lugar de rotor superconductor, permite simplificar el sistema de refrigeración, eliminando por ejemplo las uniones rotativas de gas criogénico y las uniones rotativas de gas helio de alta pureza.

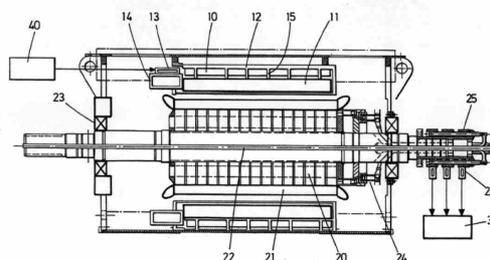


FIG.1

DESCRIPCIÓN

GENERADOR SÍNCRONO PARA AEROGENERADORES

Objeto de la invención

- 5 La presente invención se enmarca en el campo de las energías renovables y, más concretamente, desarrolla un generador síncrono superconductor para aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

- 10 Los aerogeneradores, o turbinas eólicas, permiten convertir la energía cinética de las corrientes de viento en energía eléctrica, tanto para consumo local en instalaciones conectadas al aerogenerador, como para suministro general a través de la red de distribución eléctrica. Para realizar la conversión energética, la mayoría de aerogeneradores cuentan con un rotor conectado a un sistema de palas rotatorias que
15 gira solidariamente o a través de una multiplicadora con dichas palas. Dicho rotor cuenta con una pluralidad de elementos magnéticos, ya sean imanes permanentes, o imanes excitados eléctricamente, por ejemplo basados en bobinas de cobre o cualquier otro conductor eléctrico. Asimismo, el aerogenerador cuenta con un estator fijo que envuelve al rotor, normalmente de hierro laminado, y que contiene un sistema
20 de bobinas de modo que la rotación relativa entre rotor y estator produce una variación del flujo magnético generado por el rotor que da lugar a una corriente eléctrica inducida en las bobinas del estator.

- Por ejemplo, US 2012/133137 A1 presenta un aerogenerador cuya turbina eólica conecta con un generador de inducción doblemente alimentado (DFIG, del inglés
25 'Doubly fed induction generator') y un convertidor parcial de energía que controlan la potencia transmitida a la red eléctrica. De acuerdo con un segundo ejemplo, US 7,411,309 B2 presenta un sistema de control que permite una operación continuada del sistema DFIG sin desconexión de la red eléctrica mediante ajuste dinámico de la corriente del rotor. No obstante, los sistemas DFIG conocidos en el estado de la
30 técnica presentan una serie de limitaciones en aerogeneradores que operan a baja velocidad (típicamente inferior a 500 revoluciones por minuto) y alta potencia (típicamente superior a 3 MW), ya que genera un elevado par.

La necesidad de una mayor ligereza, un menor tamaño así como una mayor eficiencia ha llevado a considerar la utilización directa de conductores realizados con material superconductor sin núcleo de hierro. Ello permite incrementar la densidad de flujo magnético más allá de la saturación del hierro, y disminuir la generación de calor en las bobinas transportando corrientes más intensas, evitar las pérdidas por histéresis de magnetización en el hierro evitando el uso de material ferromagnético así como disminuir la velocidad de rotación simplificando o eliminando el sistema mecánico de multiplicación de la velocidad de rotación.

Por otra parte, la aparición comercial en el estado de la técnica de conductores basados en materiales superconductores de alta temperatura (HTS, del inglés 'High-temperature superconductor') permite la fabricación de bobinas superconductoras capaces de ser efectivas con campos magnéticos de inducción superior a 4 Tesla a temperaturas superiores a los 30 Kelvin (K), y con suficiente estabilidad térmica para mantener de forma segura corrientes con una densidad superior a 200 A/mm² sin disipación térmica.

En la actualidad, se han presentado varios diseños de generadores superconductores con los que se persigue simplificar la máquina acoplado directamente el generador al sistema de palas. En estos diseños, típicamente, se dispone de un rotor superconductor que genera el campo inductor y de un estator, que puede ser también superconductor, pero que habitualmente se realiza en cobre, en el que se induce una fuerza electromotriz, siguiendo una estructura similar a la de los generadores convencionales. Es el caso, por ejemplo, de los sistemas presentados por EP 2,521,252 B1, WO 2011/080357 A1, US 2014/009014 A1, US 2009/224550 A1 y CN 10,1527,498 A.

El uso de superconductores requiere de sistemas que consigan el enfriamiento de las bobinas superconductoras a la temperatura criogénica de operación, así como la extracción eficiente del calor generado durante su funcionamiento. Además, el diseño ha de adecuarse para conseguir la minimización de entrada de calor desde el ambiente hasta las bobinas superconductoras, lo que incluye, entre otros, un adecuado aislamiento térmico, típicamente mediante alto vacío. Por ejemplo, US 6,768,232 B1 presenta un rotor fabricado con materiales HTS para máquinas síncronas en las que el campo inductor es generado por el rotor. Este rotor comprende una reserva térmica que mantiene una diferencia de unos 10 K entre dicha reserva y el bobinado del rotor.

No obstante, en las propuestas mencionadas, los elementos magnéticos superconductores se encuentran en un elemento en continuo movimiento, complicando las labores de alimentación, refrigeración, control térmico, monitorización y protección de las bobinas superconductoras. De este modo, estos sistemas
 5 requieren según la configuración o bien uniones rotativas para el paso de fluido a temperatura criogénica o uniones rotativas para gas como helio, hidrógeno, Neón o mezclas de gases criogénicos de alta presión y alta pureza que conecten las cabezas de los criogeneradores a los compresores; reduciéndose así la fiabilidad y la esperanza de vida de los dispositivos asociados con dichas tareas, además de
 10 aumentar notablemente su complejidad y coste, e impedir una configuración de generador de eje hueco, ya que dichas uniones rotativas han de instalarse en el eje.

Sigue existiendo, por lo tanto, en el estado de la técnica, la necesidad de un sistema síncrono de generación de energía eólica que supere las limitaciones de densidad de campo magnético de los sistemas tradicionales, al tiempo que optimice la fiabilidad y sencillez del resto de elementos conectados a dicho sistema para garantizar su
 15 adecuado funcionamiento.

Descripción de la invención

La presente invención soluciona los problemas anteriormente descritos mediante un
 20 sistema de generación de energía eólica en el que el estator comprende una pluralidad de bobinas de un material superconductor de alta temperatura (HTS), consiguiendo un aumento en la densidad de campo magnético. La utilización del estator superconductor, en lugar de rotor superconductor, permite simplificar el sistema de refrigeración, eliminando por ejemplo las uniones rotativas de gas criogénico y las
 25 uniones rotativas de gas helio de alta pureza.

En un primer aspecto de la invención se presenta un generador síncrono para aerogeneradores que comprende un estator con dichas bobinas de material HTS. El generador comprende preferentemente una carcasa de acero o de cualquier otro material capaz de soportar la estructura interna del generador que, a su vez, soporta el
 30 estator superconductor y, mediante cojinetes, el rotor. El estator superconductor comprende preferentemente un criostato de acero inoxidable, o de cualquier otro material de baja emisión de gases en la cavidad de vacío con resistencia estructural suficiente para soportar los dispositivos internos del estator, tanto dinámica como

estáticamente. El criostato, preferentemente cilíndrico de forma anular con una pared exterior y otra interior concéntricas, transmite el par de reacción hasta la carcasa, anclándose en dicha carcasa por su parte exterior y dejando el hueco interior del anillo libre al objeto de introducir el rotor. Preferentemente, dicho rotor puede ser un rotor

5 convencional con devanados de cobre o material superconductor o conductores alternativos con o sin núcleo de chapa magnética permitiendo eliminar el hierro en el rotor y dando lugar a una mayor ligereza.

El criostato define una cavidad en la que se practica un vacío para el aislamiento térmico y en él se sujetan las bobinas superconductoras. Preferentemente, la sujeción

10 de dichas bobinas superconductoras se realiza mediante uno, dos o más cilindros de soporte de un material capaz de soportar los esfuerzos sobre las bobinas y de transmitir el par a lo largo de su contorno con una baja conductividad térmica. Los cilindros coaxiales definen un espacio interior en el que se fijan las bobinas soportando las fuerzas de interacción entre ellas y con el rotor. En el caso preferente de utilizar un

15 único cilindro de sujeción y un rotor con hierro, el anclaje se realiza por la parte interior debido a las fuerzas de reluctancia, mientras que en el caso preferente de utilizar un único cilindro de sujeción y un rotor sin hierro, el anclaje se realiza por la parte exterior. En generadores de gran potencia, es preferible distribuir el esfuerzo entre dos o más cilindros de soporte.

20 Preferentemente, los cilindros de soporte de las bobinas se centran en el criostato mediante cuadernas que los atraviesan mediante ranuras practicadas en los cilindros de soporte evitando la rotación de los cilindros y de las bobinas. Las cuadernas transmiten el esfuerzo hacia la pared exterior del criostato, apoyándose en dicha pared exterior, centrando las bobinas y transmitiendo el par a unas guías interiores soldadas

25 axialmente a la parte interior de la pared cilíndrica exterior del criostato que, a su vez, lo transmite a la carcasa en la que se sostiene mediante puntos de anclaje.

Preferentemente, los cilindros de soporte, junto con las bobinas, están rodeados por dos capas cilíndricas de apantallamiento (también denominadas pantallas de aislamiento), una por la parte interior y otra por la exterior. Dichas capas cilíndricas

30 están preferentemente implementadas en aluminio, cobre o cualquier otro material de buena conductividad térmica y eléctrica que se mantiene a una temperatura intermedia, y que actúan como pantalla de radiación térmica a la vez que protegen las bobinas de los campos magnéticos alternos que se producen a causa de los transitorios eléctricos generados por el convertidor o por la conexión al sistema de

transporte de energía eléctrica. Preferentemente, la refrigeración de las dos capas cilíndricas se realiza mediante nitrógeno líquido, manteniéndose en una cavidad de reserva situada en el interior del criostato. Dicha cavidad de reserva tiene preferentemente forma anular y comprende un acceso al exterior para el llenado

5 nitrógeno líquido. Nótese, no obstante, que las capas cilíndricas de apantallamiento pueden ser refrigeradas por otros líquidos o gases criogénicos o mediante un criogenerador o por una de las etapas de un criogenerador. Las capas cilíndricas de apantallamiento pueden ser refrigeradas asimismo por conductos de circulación de líquido o gas criogénico siempre que se requiera para una mayor ligereza o para una

10 mejor distribución térmica en toda la superficie de las mismas o cuando cualquier otra razón lo recomiende. Alternativamente, puede ser utilizado cualquier otro método conocido en el estado de la técnica que permita mantener la pantalla a baja temperatura atenuando así la radiación térmica y electromagnética.

Las bobinas del estator son preferentemente devanadas sobre chapas de soporte de

15 material buen conductor térmico, como por ejemplo cobre, en una, dos o más capas dependiendo de la anchura del superconductor utilizado, con capacidad de soportar los esfuerzos mecánicos presentes en las bobinas originados por su propio campo magnético o por su interacción con las corrientes generadas o el hierro en el rotor. Dicho superconductor se elige preferentemente de entre los tipos HTS de primera o

20 segunda generación, de diboruro de magnesio, o de cualquier otro superconductor que pueda ser refrigerado con seguridad a la temperatura de trabajo necesaria.

Preferentemente, las bobinas tienen una amplitud angular ligeramente inferior al cociente entre los 360° angulares correspondientes a la circunferencia entera y el número de polos; así como una longitud adaptada al rotor y al espacio de interacción

25 entre el estator y el rotor.

Preferentemente, las chapas de soporte se distribuyen de forma cilíndrica alrededor del cilindro de soporte y pueden formar bien un cilindro único o bien sectores independientes. Al objeto de optimizar la distancia entre las bobinas y el rotor las chapas son más preferentemente arcos de cilindro, con una superficie curvada de

30 acuerdo con el radio del cilindro en el que se apoya. Cada capa de la bobina se devana sobre una chapa de soporte, que se apoya en la bobina anterior formando una nueva superficie cilíndrica de radio mayor.

También, preferentemente, las bobinas se refrigeran por conducción mediante mazas de cintas, trenzas, o hilos de cobre que mantienen buen contacto térmico entre las

chapas de soporte de las bobinas y el cabezal de baja temperatura de al menos un criogenerador instalado en el estator. Las bobinas pueden ser también refrigeradas por un gas o líquido criogénico, bien usando un sistema de tuberías en buen contacto térmico con las bobinas, o bien generando cavidades herméticas alrededor de las bobinas, a prueba de alto vacío y con sus correspondientes pasamuros para las conexiones, en cuyo interior circule el fluido criogénico.

Preferentemente, los cilindros de soporte de las bobinas y las pantallas térmicas que envuelven dichos cilindros de soporte se aíslan térmicamente con aislamiento de radiación multicapa (MLI) o cualquier otro medio conocido en el estado de la técnica capaz de evitar la transferencia de calor por radiación desde las paredes del criostato (interior y exterior) hasta las bobinas.

Preferentemente, las conexiones eléctricas, el criogenerador, las tomas de vacío, las entradas y salidas de nitrógeno o medio refrigerante (líquido y gaseoso) así como las conexiones eléctricas de alimentación de las bobinas y de la instrumentación se realizan a través de un cierre frontal del criostato al objeto de facilitar el montaje del sistema y de minimizar el número y longitud de las juntas de vacío.

Por su parte, el rotor comprende una pluralidad de bobinas de inducido, si bien dichas bobinas de inducido no requieren ranuras ferromagnéticas, debido al uso de bobinas de material HTS en el estator que permite trabajar con mayores intensidades de campo magnético por unidad de volumen. Al no ser necesario el empleo de ranuras ferromagnéticas, se simplifica el sistema de encapsulado de dicho rotor. Dicho rotor comprende preferentemente una pluralidad de anillos rozantes y escobillas que permite extraer energía eléctrica desde el rotor hacia un convertidor de electrónica de potencia.

También preferentemente, y gracias al uso de bobinas de material HTS en el estator, se eliminan las uniones rotativas necesarias mencionadas anteriormente en el caso de rotor superconductor, por lo que el rotor puede ser hueco. Más preferentemente dicho eje hueco se utiliza para disponer de un "tubo de energía" a través de él, permitiendo el paso de mangueras hidráulicas y cables eléctricos para energizar los diferentes sistemas de actuación de las palas del aerogenerador. Implementaciones preferentes de la invención pueden comprender limitadores de par en el acoplamiento entre el generador y la caja de engranajes multiplicadora de velocidad.

Preferentemente, las bobinas superconductoras devanadas sobre superficie cilíndrica no utilizan material aislante eléctrico entre capas de devanado y utilizan láminas o

hilos metálicos o de aleaciones metálicas mejorando sus propiedades mecánicas y estabilidad térmica

En un segundo aspecto de la invención, se presenta un aerogenerador que comprende una torre de sustentación sobre la que se dispone un generador síncrono conectado a una pluralidad de palas rotatorias. El generador síncrono tiene las características descritas en el primer aspecto de la invención, es decir, comprende un rotor y un estator, comprendiendo a su vez el estator una pluralidad de bobinas HTS dispuestas para generar campo magnético. El rotor está conectado a las palas rotatorias, de manera que la energía cinética del viento hace girar la turbina eólica impulsando sus palas haciendo girar el rotor mediante un acoplamiento directo o a través de una multiplicadora. El giro relativo entre rotor y estator convierte dicha energía cinética en energía eléctrica, que puede almacenarse localmente o transmitirse a través de una red de distribución eléctrica. Nótese que el aerogenerador de la invención puede implementarse con cualquier opción preferente y con cualquier característica de las realizaciones preferentes del generador síncrono de la invención.

El generador síncrono y aerogenerador de la invención consiguen por lo tanto una mejora de la densidad de flujo de campo magnético y, en consecuencia, del par nominal obtenible por unidad de volumen. Además, puesto que los elementos críticos para realizar la conversión energética se sitúan en la parte estática del sistema, se simplifica notablemente la implementación de los sistemas auxiliares (refrigeración, monitorización, alimentación, etc.), aumentando su fiabilidad y disminuyendo su necesidad de mantenimiento, y reduciendo el peso y el volumen del sistema en su conjunto. Finalmente, se eliminan las fuerzas centrífugas y radiales existentes sobre las bobinas superconductoras cuando éstas se montan en el rotor, reduciéndose la inercia y simplificándose el sistema de fijación de las citadas bobinas HTS. Éstas y otras ventajas de la invención serán aparentes a la luz de la descripción detallada de la misma.

Descripción de las figuras

30

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, y para complementar esta descripción, se acompañan como parte integrante de la misma las siguientes figuras, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo:

La figura 1 presenta esquemáticamente una sección longitudinal de una implementación particular del generador síncrono de la invención, así como de los elementos que se conectan al mismo durante su operación.

5

La figura 2 muestra una implementación particular del estator encapsulado en un criostato, incluyendo algunos sistemas auxiliares y conexiones requeridas.

La figura 3 muestra una sección longitudinal del criostato que contiene el estator junto con el eje del cilindro, de acuerdo con una implementación particular de la invención.

10

Las figuras 4a y 4b ilustran los medios de fijación de las bobinas de material HTS dentro del estator a través de una sección transversal en una de las cuadernas centrales (Fig. 4a) y una sección a la altura de las primeras cuaderna 155a (Fig. 4b), de acuerdo con una implementación particular del generador síncrono de la invención.

15

La figura 5 muestra en detalle secciones transversales y longitudinales de los soportes cilíndricos que sujetan las bobinas así como de su encaje en las segundas cuadernas 155b y primeras cuadernas 155a correspondientes a las sujeciones centrales y a la última sección, de acuerdo con implementaciones particulares de dichos elementos.

20

La figura 6 presenta con mayor detalle la geometría del bobinado de material HTS, de acuerdo con una implementación particular del generador síncrono de la invención.

25 **Realización preferente de la invención**

En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (como "comprendiendo", etc.) no deben entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir más elementos, etapas, etc.

30

A la vista de esta descripción y figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero

que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

Nótese que las realizaciones preferentes descritas se ejemplifican con un generador eléctrico para instalación eólica, de media velocidad, en torno a 400 rpm, en el que el
 5 campo magnético se produce por un sistema superconductor de ocho polos situados en el estator. No obstante, la invención puede realizarse para cualquier otra velocidad de rotación y número de polos en el estator.

La figura 1 muestra una sección longitudinal de una implementación particular del generador síncrono superconductor de la invención, que a su vez se integra en una
 10 implementación particular del aerogenerador de la invención. El generador síncrono comprende un estator 10 que rodea coaxialmente a un rotor 20. El rotor 20 está adaptado para conectarse mecánicamente (solidariamente o a través de una multiplicadora) a las palas de una turbina eólica, así como eléctricamente a un convertidor 30 externo y a una fuente de alimentación de corriente 40. En la presente
 15 invención, el estator 10 actúa como elemento inductor, mientras que el rotor 20 actúa como elemento inducido.

El estator 10 comprende una pluralidad de bobinas inductoras 11 de material HTS, contenidas dentro de un criostato 12. El criostato 12 que tiene forma cilíndrica con un hueco central, también cilíndrico, en cuyo interior se introduce el rotor 20.
 20 Adicionalmente, dicho criostato 12 comprende como entradas dos pasa muros 13 para alimentar las bobinas inductoras 11 desde la fuente de alimentación de corriente 40, y unos medios estáticos de refrigeración criogénica 14 (también denominado criogenerador 14 por simplicidad) que comprenden al menos un criogenerador capaz de alcanzar la temperatura prevista de funcionamiento (30 K en el ejemplo de la
 25 realización) y un circuito de nitrógeno líquido con entrada 131 y salida 132. Finalmente, el estator 10 comprende unos medios de sujeción 15 que mantienen fija la posición de las bobinas inductoras 11 de material HTS dentro del criostato 12. Los medios de sujeción 15 transmiten el par de retención a lo largo del eje del criostato 12 y a lo largo de su periferia exterior, centran los elementos interiores del criostato 12, y
 30 contienen las fuerzas de reluctancia y radiales de interacción con las bobinas de inducido 21 del rotor 20.

Para el devanado de las bobinas inductoras 11 de material HTS pueden ser utilizadas cintas superconductoras comerciales de óxido de Bismuto BSCCO-2223 embutido en plata, laminado y sometido a un proceso de recocido en atmósfera controlada (cintas

superconductoras de primera generación). También pueden utilizarse cintas superconductoras de segunda generación consistentes en una lámina metálica previamente tratada sobre la que se deposita una capa con textura biaxial de pocas micras de un óxido mixto superconductor basado en tierras raras como es el caso del

5 Ytrio, con Bario y Cobre ($Y1Ba2Cu3O7-d$, donde d es un número decimal típicamente del orden de 0.2). Asimismo, pueden utilizarse cintas de $MgB2$ (diboruro de magnesio) embutido en tubos de hierro u otros metales. Alternativamente, puede utilizarse cualquier otro material superconductor de alta temperatura siempre que la temperatura crítica sea superior a la temperatura de trabajo de las bobinas inductoras 11 y que sus

10 prestaciones en corriente eléctrica en las condiciones de campo magnético en las que ha de trabajar le permitan producir un campo suficientemente intenso, normalmente superior a 2 T. En la realización preferente se ha considerado la utilización de cintas de segunda generación comerciales.

Las bobinas inductoras 11 permiten generar un campo magnético inductor, en la

15 región donde se aloja el rotor 20, con tantos polos como bobinas inductoras 11, y con intensidad superior a la que se puede conseguir con los sistemas clásicos basados en bobinas de cobre u otro metal o aleación. Al girar el rotor 20, se induce una mayor fuerza electromotriz en el devanado del rotor 20 con lo que se consigue generar mayor potencia eléctrica con menor peso y volumen y a una menor velocidad de giro lo que

20 permite un acoplo directo a la turbina eólica o una multiplicación menor simplificando así el mecanismo del aerogenerador.

Por su parte, el rotor 20 comprende una pluralidad de bobinas de inducido 21 sin ranuras ferromagnéticas, distribuidas coaxialmente a un eje hueco 22. En implementaciones particulares, dicho eje hueco 22 puede utilizarse para disponer un

25 "tubo de energía" a través de él, permitiendo el paso de mangueras hidráulicas y cables eléctricos para permitir la acción de los diferentes sistemas de actuación de las palas del aerogenerador que conforman el sistema de control de velocidad de giro del rotor 20 del aerogenerador. Las bobinas de inducido 21 se devanan sobre la superficie cilíndrica del rotor 20 que puede ser de hierro laminado, o más preferiblemente, de un

30 material aislante que evita pérdidas por inducción y no magnético para evitar las pérdidas por magnetización. Las bobinas de inducido 21 se anclan a la superficie de soporte del rotor 20 con barras de sección trapezoidal o rectangular de material aislante y no magnético capaz de transmitir el calor que se genera por la conducción de corriente dejando huecos de ventilación. En la realización preferente se utiliza

composite de matriz epoxídica fibra de vidrio G10. En la realización preferente se ha considerado asimismo la generación de corriente trifásica mediante el uso de series de tres bobinas de inducido 21 desfasadas $1/3$ del arco polar de $22,5^\circ$ (8 polos), por lo que se superponen 24 bobinas en los 360° . Las bobinas de inducido 21 son de construcción equivalente a las bobinas inductoras 11 del estator 10 pero, en este caso, puede ser utilizado el cobre tanto en forma de pletinas como de cables de hilos de cobre, siendo preferente el uso de cables con hilos finos aislados (cables de Litz) para disminuir las pérdidas por inducción. Dado que el límite de intensidad de la inducción magnética alcanzable en el hierro debido a su magnetización es de unos 2T la contribución del hierro en el rotor 20 no participa suficientemente en facilitar la disminución de la corriente de excitación de las bobinas inductoras 11 como para compensar el enorme aumento de las pérdidas debidas a la magnetización del hierro y el aumento de peso del rotor 20.

El rotor 20 comprende en su lado de acoplamiento un rodamiento 23, así como una conexión eléctrica 24 en su extremo opuesto. También en dicho extremo opuesto al acoplamiento, el rotor 20 comprende una pluralidad de anillos rozantes 25 y escobillas 26 que extraen energía hacia el convertidor 30, de manera análoga a la empleada en generadores con sistema DFIG.

Las bobinas inductoras 11 superconductoras pueden ser enfriadas a la temperatura criogénica de operación usando los diversos métodos existentes, por ejemplo y no exclusivamente, conectando térmicamente las bobinas inductoras 11 al dedo frío de los criogeneradores 14 mediante un material de alta conductividad térmica (por ejemplo cobre), o haciendo circular un fluido criogénico en buen contacto térmico con las bobinas inductoras 11 superconductoras. Para disminuir el calor entrante desde el ambiente hacia las bobinas inductoras 11, pueden emplearse pantallas antirradiación (por ejemplo de aluminio), que pueden ser enfriadas a una temperatura intermedia entre la del ambiente y la de las bobinas inductoras 11, usando alguno de los diferentes medios existentes (por ejemplo, mediante criogeneradores, nitrógeno líquido o gas frío). Además, para disminuir el calor entrante por radiación hacia las pantallas y las bobinas inductoras 11, puede emplearse material reflectante multicapa MLI (de sus siglas en inglés multi-layer insulation).

La figura 2 muestra con mayor detalle una implementación particular del criostato 12 que confina en su interior las bobinas inductoras 11 de material HTS. En una de las

tapas se incorporan los pasamuros 13 para energizar las bobinas inductoras 11 y un criogenerador 14 que enfría las bobinas inductoras 11. En la figura 2 se muestra el ejemplo más sencillo en el que sólo se emplea un criogenerador 14. No obstante, otras realizaciones pueden comprender un número $N+1$ de criogeneradores 14 para
5 favorecer las labores de reparación y de mantenimiento, donde N es el número mínimo requerido para enfriar las bobinas inductoras 11 superconductoras a la temperatura de operación. En este ejemplo particular de la invención, las bobinas inductoras 11 se enfrían mediante conducción térmica al elemento colector de frío del criogenerador 14, y un flujo de nitrógeno líquido, con entrada 131 y salida 132, permite enfriar la primera
10 pantalla de aluminio 152 y la segunda pantalla de aluminio 154, las conexiones de las bobinas con los conductores de cobre que las alimentan, así como acelerar el proceso de enfriamiento del conjunto criogénico

La figura 3 muestra una sección longitudinal del conjunto estático de la realización preferente, mostrándose únicamente el plano generatriz del cilindro. En la figura se
15 muestran las paredes cilíndricas interior 151 y exterior 156 del cilindro de chapa de acero inoxidable no magnético o de cualquier otro material no magnético capaz de mantener el vacío en la región comprendida entre las dos paredes cilíndricas y soportar los esfuerzos producidos por la presión atmosférica exterior y la torsión generada por el par resistente de reacción en las bobinas inductoras 11. El material
20 utilizado puede ser conductor eléctrico pero su conductividad se debe regular al objeto de controlar las pérdidas originadas por las corrientes inducidas en la pared interior 151 por las variaciones de campo magnético que producen las corrientes inducidas en el rotor 20. La pared exterior 156 debe ser capaz de soportar los esfuerzos radiales y periféricos que se requieren para contener el par de reacción que aparece por la
25 interacción con las corrientes generadas en el rotor 20. En la realización preferente se ha utilizado un grosor superior al de la pared interior 151 que soporta fundamentalmente la presión atmosférica actuando sobre ella y no dispone de anclaje directo alguno salvo por las tapas del recinto de vacío.

El espacio comprendido entre las dos paredes cilíndricas concéntricas interior 151 y
30 156 se cierra mediante la primera tapa anular 158, preferentemente de acero inoxidable no magnético, que se suelda a las paredes descritas mediante soldadura capaz de mantener el vacío; y la segunda tapa anular 159 de material igual o similar a la primera tapa anular 158, que se fija mediante soldadura o medios de fijación desmontables con juntas de vacío, o fijos a las bridas 160 y 161 que, a su vez, están

soldadas o unidas a prueba de vacío a las paredes interior 151 y 156 respectivamente.

En la segunda tapa anular 159 se fijan el criogenerador 14, los pasamuros 13 para la conexión de las bobinas inductoras 11, los tubos de entrada y salida del circuito de refrigeración de nitrógeno líquido y cuatro bridas de vacío para la conexión de las bombas de vacío, los terminales de conexión de los elementos de medida de las temperaturas interiores, el campo magnético en las bobinas inductoras 11 y las tensiones en las diversas bobinas inductoras 11 así como la válvula de alivio de presión de seguridad y el sensor de presión o vacuómetro que permite conocer el estado del vacío de aislamiento térmico.

- 10 Sujeto axialmente a la segunda tapa anular 159 mediante bloques de composite de fibra de vidrio G10 o de cualquier otro material de buena resistencia mecánica y baja conductividad térmica y capaz de soportar grandes diferencias de temperatura, y conectado de forma flexible a la tomas de nitrógeno líquido, se dispone un depósito 162 anular donde se retiene nitrógeno líquido a presión atmosférica a una temperatura de 77 K. Este depósito frío es de acero inoxidable no magnético y capaz de soportar bajas temperaturas como el AISI 316L o AISI 304, o de cualquier material adecuado para la realización de estructuras mecánicas a muy baja temperatura y de mantener hermeticidad a prueba de vacío sin ofrecer una susceptibilidad magnética relevante. El depósito se une lateralmente a un aro 163 de aluminio o de cualquier otro material buen conductor térmico a una temperatura de 77K, preferiblemente ligero. La unión entre el depósito 162 y el aro 163 debe tener una buena conductividad térmica de forma que el nitrógeno líquido contenido en el depósito 162 pueda absorber el calor que se transmite a través de la primera pantalla de aluminio 152 y la segunda pantalla de aluminio 154 ancladas a su vez al aro 163 que actúa como medio de adaptación térmica y mecánica al depósito 162.

- Las pantallas de radiación térmica (primera pantalla de aluminio 152 y 156) establecen una temperatura intermedia entre la ambiental del exterior del criostato 12 y la baja de las bobinas inductoras 11 que preferentemente se establece en un valor menor de 30 K. De esta manera se disminuye de forma muy significativa la transmisión de calor hacia las bobinas inductoras 11, tanto por conducción a través de los soportes y los cables de alimentación de las bobinas inductoras 11, como por radiación. En especial, la alta conductividad eléctrica de la primera pantalla de aluminio 152 a la temperatura de 77 K aísla los elementos superconductores de las perturbaciones transitorias de campo magnético. El conjunto formado por el depósito 162, el aro 163, primera

pantalla de aluminio 152 y 156 se envuelven con aislamiento térmico de radiación de capas múltiples reflectantes MLI también conocido como superaislamiento.

La segunda pantalla de aluminio 154 se sujeta mediante las segundas cuadernas 155b que se fijan en la pared 156 solamente a través de guías de anclaje y por su forma de aro mediante unas ranuras realizadas transversalmente en las que encajan las dichas segundas cuadernas 155b, por su extremo libre se fija mediante las primeras cuadernas 155a que tienen una prolongación orientada a fijar la primera pantalla de aluminio 152. Esta última pantalla solamente se fija por el extremo de las primeras cuadernas 155a y por su unión al depósito 162 a través del aro 163. De esta manera se disminuye de forma muy notable la carga térmica sobre las pantallas y con ello disminuye el consumo de nitrógeno.

De forma alternativa, el depósito de nitrógeno puede ser sustituido por un equivalente con cualquier otro gas o líquido criogénico o por una conexión a la primera etapa de un criogenerador 14 de dos etapas quedando la segunda etapa para extraer el calor de las bobinas inductoras 11 a una temperatura más baja. La utilización de dos niveles térmicos, bien sea mediante nitrógeno líquido o cualquier otro medio alternativo, permite una mayor eficiencia del sistema ya que la eficiencia de la refrigeración a la temperatura intermedia es mucho mayor que la correspondiente a la temperatura de las bobinas inductoras 11.

En el aro 163 se fijan las conexiones eléctricas entre el material superconductor y el conductor convencional que va al exterior a través de los pasamuros 13. Esto es posible siempre que el superconductor tenga capacidad de poder trabajar de forma segura a la temperatura intermedia. En el caso de no utilizar cintas de segunda generación o de primera generación, la conexión debe hacerse a una temperatura inferior, lo que aumenta la necesidad de refrigeración a la temperatura más baja con la subsecuente necesidad de sistemas criogeneradores de mayor potencia.

Entre la primera pantalla de aluminio 152 y la segunda pantalla de aluminio 154 se colocan uno, dos o más cilindros de gran resistencia mecánica a la torsión, en la realización preferente se utilizan dos cilindros de composite epoxídico con fibra de vidrio G10. En la figura 3 se muestra el caso de utilización de dos cilindros de soporte (un primer cilindro 153a y un segundo cilindro 153b). El primer cilindro 153a y el segundo cilindro 153b, tienen ranuras alineadas con las existentes en la segunda pantalla de aluminio 154, por las que son atravesadas por las primeras cuadernas 155a y las segundas cuadernas 155b que centran los cilindros y transmiten el par

resistente hacia la pared 156 del criostato 12 que actúa como elemento transmisor del par.

Entre el primer cilindro 153a y el segundo cilindro 153b, y sujetas a dichos cilindros de soporte, se fijan las bobinas inductoras 11 mediante las mismas segundas cuadernas 5 155b y a través de las chapas de soporte 11a 11b y 11c. Pueden emplearse tornillos o pernos o cualquier otro medio de fijación alternativo conocido en el estado de la técnica.

La figura 4a muestra una sección transversal del estator 10 al nivel de uno de los planos de segundas cuadernas 155b que cruzan la parte central de las bobinas inductoras 11. En la figura se puede observar el cruce de las segundas cuadernas 10 155b con los cilindros concéntricos formados por las chapas de soporte 11a, 11b y 11c, la segunda pantalla de aluminio 154, el primer cilindro 153a y el segundo cilindro 153b; que integran los diversos elementos internos del criostato 12 con la excepción de la primera pantalla de aluminio 152. El perfil de las segundas cuadernas 155b, 15 escalonado, fija cada uno de los cilindros, centrándolo y bloqueando su rotación de forma que el par resistente se traslada a la periferia de cada conjunto de segundas cuadernas 155b. Entre cada dos segundas cuadernas 155b existe una entalladura que encaja con guías 157 soldadas a la pared externa del criostato 12. El diseño de las segundas cuadernas 155b consigue una elevada resistencia mecánica al transferir los 20 esfuerzos hacia las guías 157 con el mayor recorrido y la menor sección, minimizando la transmisión de calor exterior. Al objeto de disminuir la carga térmica sobre la región de baja temperatura en la que se sitúan las bobinas inductoras 11, las segundas cuadernas 155b se refrigeran mediante contacto con la segunda pantalla de aluminio 154. Nótese que por claridad, únicamente se han mostrado dos bobinas inductoras 11

25 La figura 4b muestra la sección transversal en la posición correspondiente a las primeras cuadernas 155a. A diferencia de lo mostrado en la figura 4a, las primeras cuadernas 155a traspasan el primer cilindro 153a hasta alcanzar la superficie de la primera pantalla de aluminio 152. De esta manera, la pantalla queda radialmente sujeta por dos extremos, mediante el grupo de primeras cuadernas 155a y mediante 30 su sujeción al aro 163, consiguiendo una gran estabilidad a la pantalla con un mínimo contacto térmico. De nuevo, nótese que por claridad, únicamente se han mostrado dos bobinas inductoras 11

La Figura 5 muestra en detalle la inserción de las primeras cuadernas 155a y segundas cuadernas 155b a través de las ranuras de fijación del primer cilindro 153a y

el segundo cilindro 153b.

Finalmente, la figura 6 muestra con mayor detalle la arquitectura de las bobinas inductoras 11. Cada polo puede constar de varias bobinas inductoras 11 apiladas en capas cuyo número estará de acuerdo con las condiciones de trabajo, la potencia y dimensiones del generador. Cada capa es devanada sobre una chapa de soporte 11a 11b 11c de cobre o de material de elevada conductividad térmica que esta previamente conformada con las dimensiones y curvatura adecuadas. En el ejemplo mostrado, el número de capas es de dos por polo y el número de chapas de soporte 11a 11b 11c es igual al número de capas más 1 ya que todas las capas quedan entre dos chapas de soporte 11a 11b 11c. La curvatura de las chapas depende del radio efectivo correspondiente a su posición, siendo mayor en las capas internas, de menor radio, y menor en las capas externas de mayor radio. Todas las chapas de soporte 11a 11b 11c cubren la misma abertura angular por lo que su tamaño cambia de acuerdo con el radio que corresponde a su posición. La figura a muestra una capa que cubre una apertura angular ligeramente inferior a 45° al considerarse una arquitectura de 8 polos. La chapa esta vaciada por la parte interior (V) dejando espacio para su fijación en los cilindros de soporte y transmisión del par mediante las segundas cuadernas 155b centrales cuyo número dependerá del tamaño y del par que hayan de tener y soportar en la realización concreta. Las segundas cuadernas 155b encajan en el vaciado V. Asimismo, el vaciado V tiene el mismo tamaño en todas las capas, ya que los lados de las segundas cuadernas 155b son paralelos.

En la realización preferente, la refrigeración de las bobinas inductoras 11 se realiza por conducción mediante un conjunto de láminas de cobre (Cu), mostradas en las figuras Figs 6A y 6D. Las láminas de cobre presentan alta conductividad térmica, y al apilarse se adhieren por los cantos a las chapas de soporte 11a 11b 11c, permitiendo rodear la bobina mediante el haz de láminas apiladas. Dicho haz de láminas apiladas permanece a baja temperatura (preferentemente menor de 30 K), consiguiendo de esta manera una gran superficie de contacto para la transferencia de calor. Para la fijación de las láminas se puede utilizar resina epoxídica específica para trabajos en vacío y a bajas temperaturas. La conductividad térmica de la resina deberá ser lo más elevada posible. La flexibilidad que otorga el acoplamiento mediante láminas o trenzas permite proteger las bobinas inductoras 11 de las vibraciones que de forma inevitable se producen durante el funcionamiento del generador. En el caso de utilizar gas u otro fluido criogénico, las bobinas inductoras 11 quedan herméticamente encerradas entre

las chapas de soporte 11a 11b 11c, y las láminas de transporte de calor pueden ser sustituidas por tubos de circulación del fluido criogénico. En el ejemplo particular presentado, las láminas de cobre (Cu) se prolongan por uno de los extremos, para contactar con la cabeza fría del criogenerador 14. Al objeto de distribuir la refrigeración de todas las bobinas inductoras 11, se puede utilizar un anillo de cobre al que se conectan el criogenerador 14 y las láminas.

En la realización preferente que se describe, las bobinas inductoras 11 de capas consecutivas de un mismo polo se conectan en serie mediante soldadura en aleación de estaño, cobre y plata; estaño, plomo y plata; o cualquier otra aleación de baja temperatura de fusión; mediante cintas superconductoras transversales. Alternativamente, se puede realizar el devanado de la segunda capa con la cinta sin dividir, de manera continua formando apilamiento de dos capas.

En la realización preferente que se describe, las bobinas inductoras 11 están conectadas en serie, como se aprecia en la figura 6D, de forma que el sentido de rotación de la corriente entre bobinas inductoras 11 de polos consecutivos se invierte. La conexión entre bobinas inductoras 11 se realiza mediante las cintas superconductoras de las bobinas inductoras 11, a las que se les suelda una o dos cintas del mismo tipo para disminuir la densidad efectiva de corriente y disminuir el riesgo de una transición accidental al estado no superconductor. El conjunto de dos o tres cintas HTS se estabiliza con láminas de cobre para poder transmitir el calor que se genera en las cintas.

Las terminaciones de la serie de bobinas inductoras 11 se conecta a trenzas de cobre procedentes de los pasamuros 13 en un contacto con anclaje térmico al depósito a temperatura intermedia que deberá ser suficientemente baja como para que el cable superconductor formado por la cintas superconductoras y el cobre de estabilización de conexión pueda transportar en estado superconductor la corriente necesaria para el funcionamiento de las bobinas inductoras 11.

Nótese que la invención desarrollada se basa en un sistema desarrollado en el marco del proyecto Retos Colaboración RTC-2014-1740-3.

REIVINDICACIONES

1. Generador síncrono para aerogeneradores que comprende un rotor (20) y un estator (10), caracterizado porque el estator (10) comprende una pluralidad de bobinas inductoras (11) de un material superconductor de alta temperatura dispuestas para generar campo magnético.
5
2. Generador síncrono de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado por que la pluralidad de bobinas inductoras (11) de material superconductor de alta temperatura están distribuidas, adaptándose a ella, sobre una superficie cilíndrica coaxial al rotor (20).
10
3. Generador síncrono de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado por que las bobinas superconductoras devanadas sobre superficie cilíndrica no utilizan material aislante eléctrico entre capas de devanado y utilizan láminas o hilos metálicos o de aleaciones metálicas mejorando sus propiedades mecánicas y estabilidad térmica.
15
4. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el material superconductor de alta temperatura se selecciona de entre los tipos HTS de primera generación, de segunda generación, de diboruro de magnesio o de cualquier otro, sea en forma de cinta, hilo o trenzados capaz de transportar corrientes críticas elevadas en presencia de campos magnéticos de elevada densidad de flujo a temperaturas criogénicas de valor intermedio entre 20 y 70K.
20
5. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3 caracterizado por que el rotor (20) es un rotor con devanado de cobre o cualquier otro metal o aleación adecuada para la realización de devanados.
25
6. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4 caracterizado por que el estator (10) comprende medios estáticos de refrigeración criogénica (14).
30
7. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4 caracterizado por que el estator (10) comprende medios de refrigeración por

conducción seleccionados de entre mediante mazas, trenzas de cintas, o hilos de cobre.

5 8. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 caracterizado por que el estator (10) comprende al menos un cilindro de soporte (153a, 153b) que fija la pluralidad de bobinas inductoras (11) a un criostato (12) cilíndrico.

10 9. Generador síncrono de acuerdo con la reivindicación 7 caracterizado por que los cilindros de soporte (153^a, 153b) se fijan al criostato (12) mediante cuadernas (155^a, 155b) que atraviesan unas ranuras practicadas en dichos cilindros de soporte (153^a, 153b), fijándose a ellas y al criostato hasta evitar movilidad, y transmiten el par de las bobinas inductoras (11) al criostato (12), con una entrada de calor optimizada y homogénea hacia dichas bobinas inductoras (11).

15

10. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8 caracterizado por que el estator (10) comprende una primera pantalla de aislamiento térmico (152) y una segunda pantalla de aislamiento (154) térmico y magnético.

20 11. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 caracterizado por que el rotor (20) comprende una pluralidad de anillos rozantes (25) y de escobillas (26) conectadas a un convertidor (30) de frecuencia.

25 12. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10 caracterizado por que el rotor (20) comprende una pluralidad de bobinas de inducido (21) sin ranuras ferromagnéticas.

13. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11 caracterizado por que el rotor (20) comprende un eje hueco (22).

30

14. Generador síncrono de acuerdo con la reivindicación 12 caracterizado el eje hueco (22) del rotor (20) está configurado para montar un tubo de energía pasante.

15. Generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el rotor (20) comprende limitaciones de par.

5 16. Aerogenerador que comprende una torre de sustentación y una pluralidad de palas rotatorias, caracterizado por que comprende además un generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, estando dicho generador síncrono dispuesto sobre la torre de sustentación y estando conectado un rotor (20) del generador síncrono a dichas palas rotatorias, ya sea solidariamente o a través de una multiplicadora.

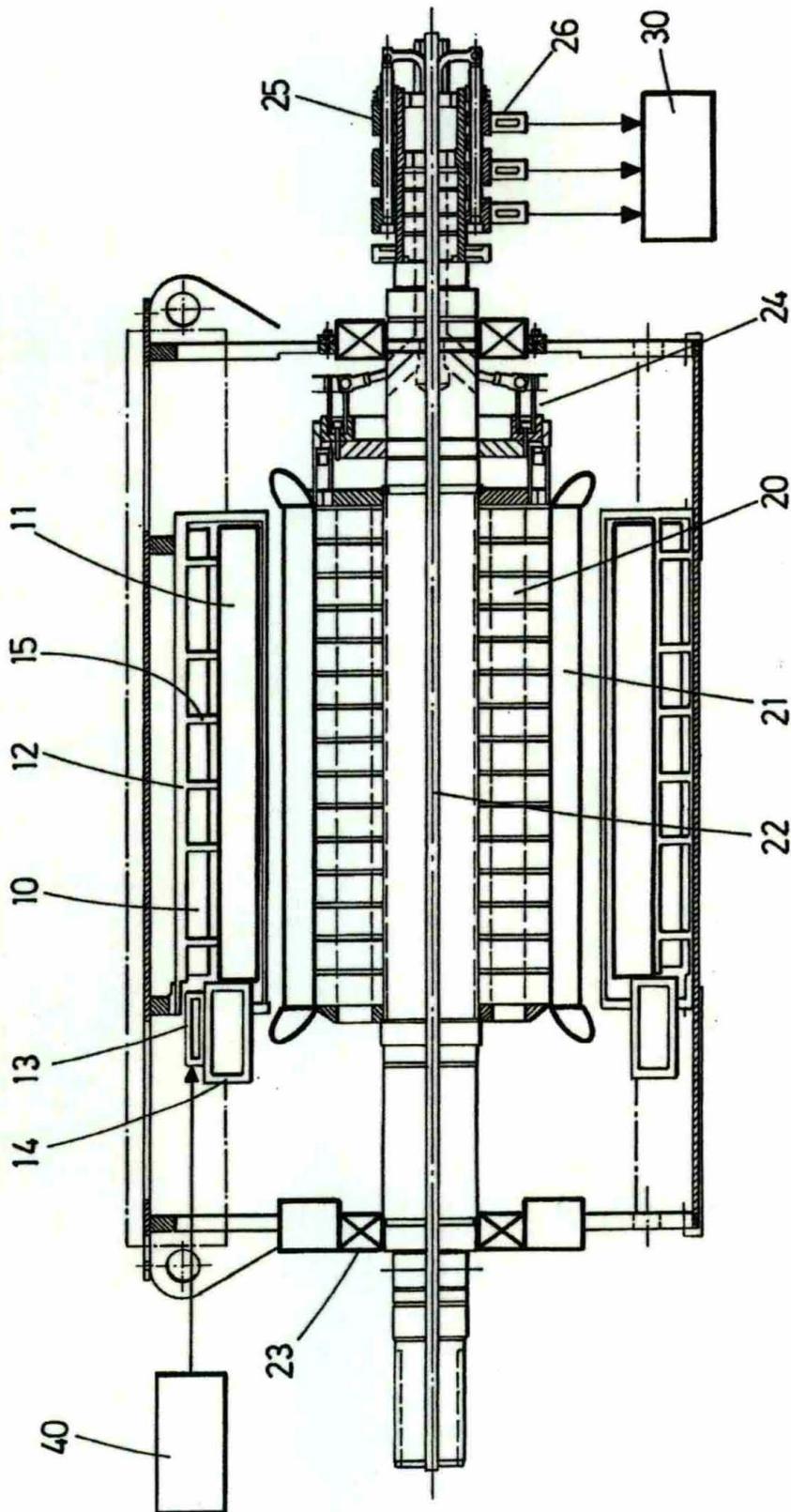


FIG.1

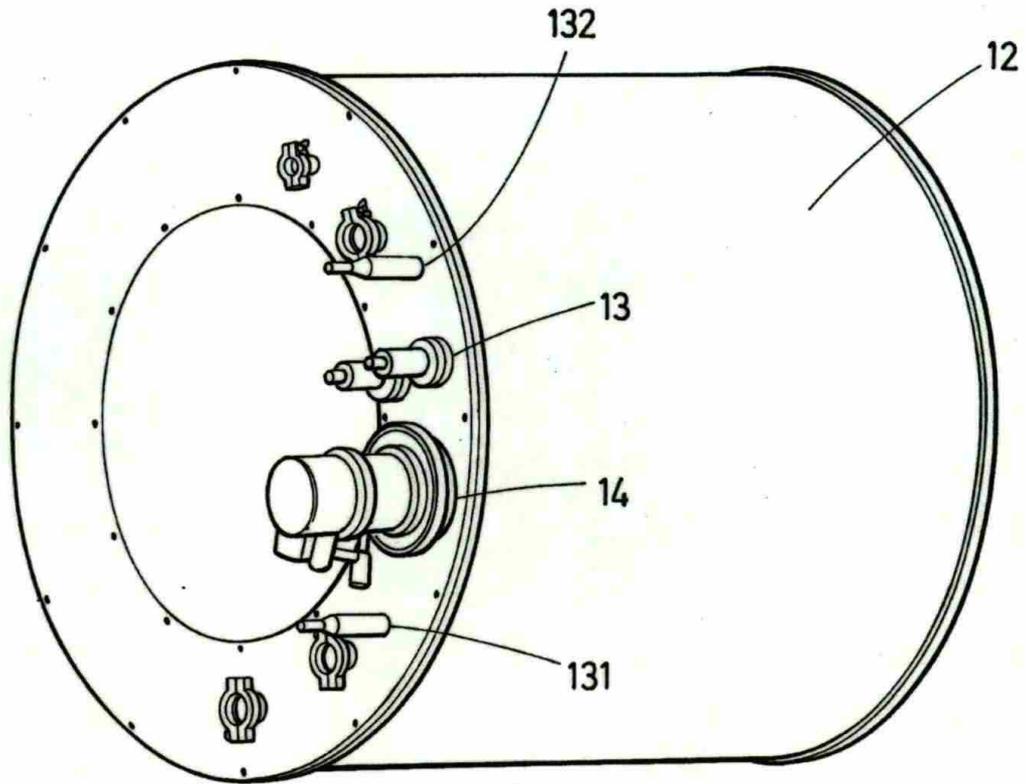


FIG. 2

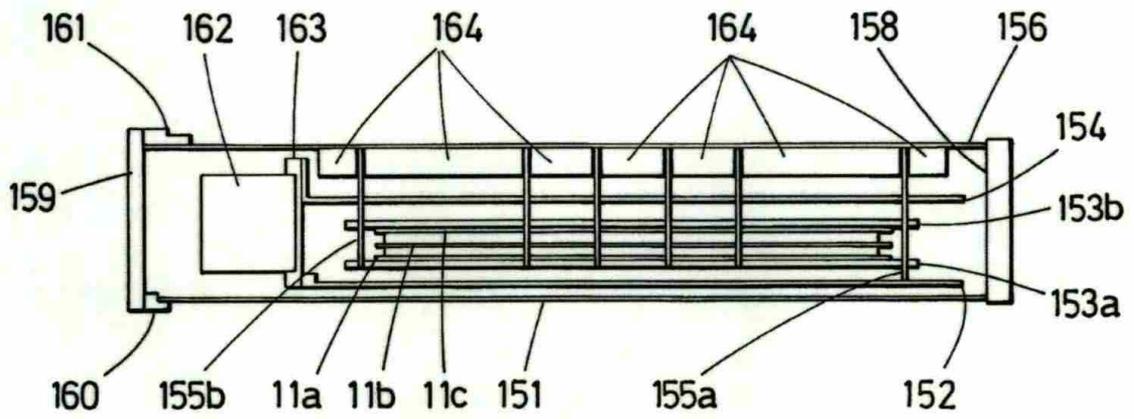


FIG. 3

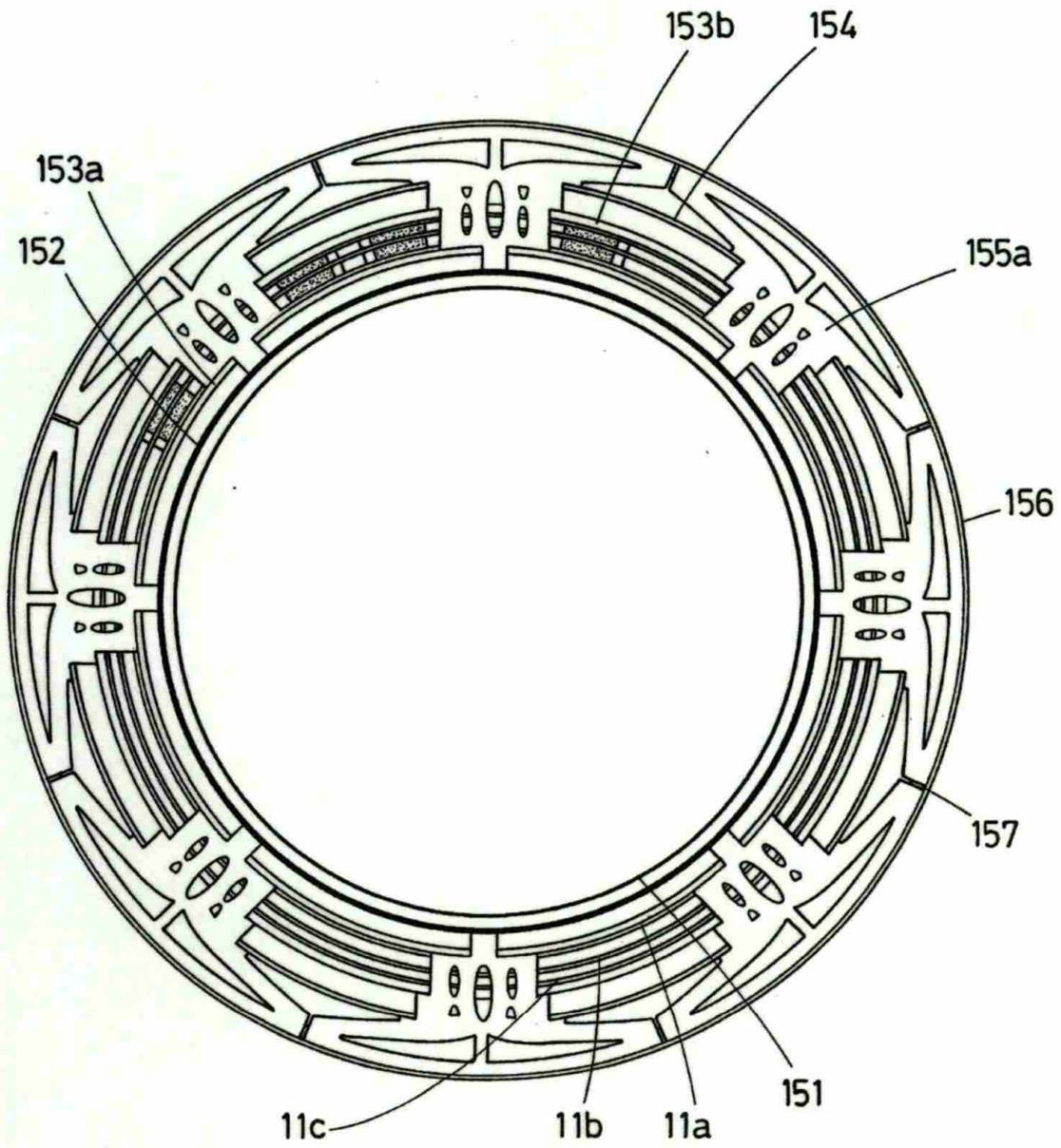


FIG.4a

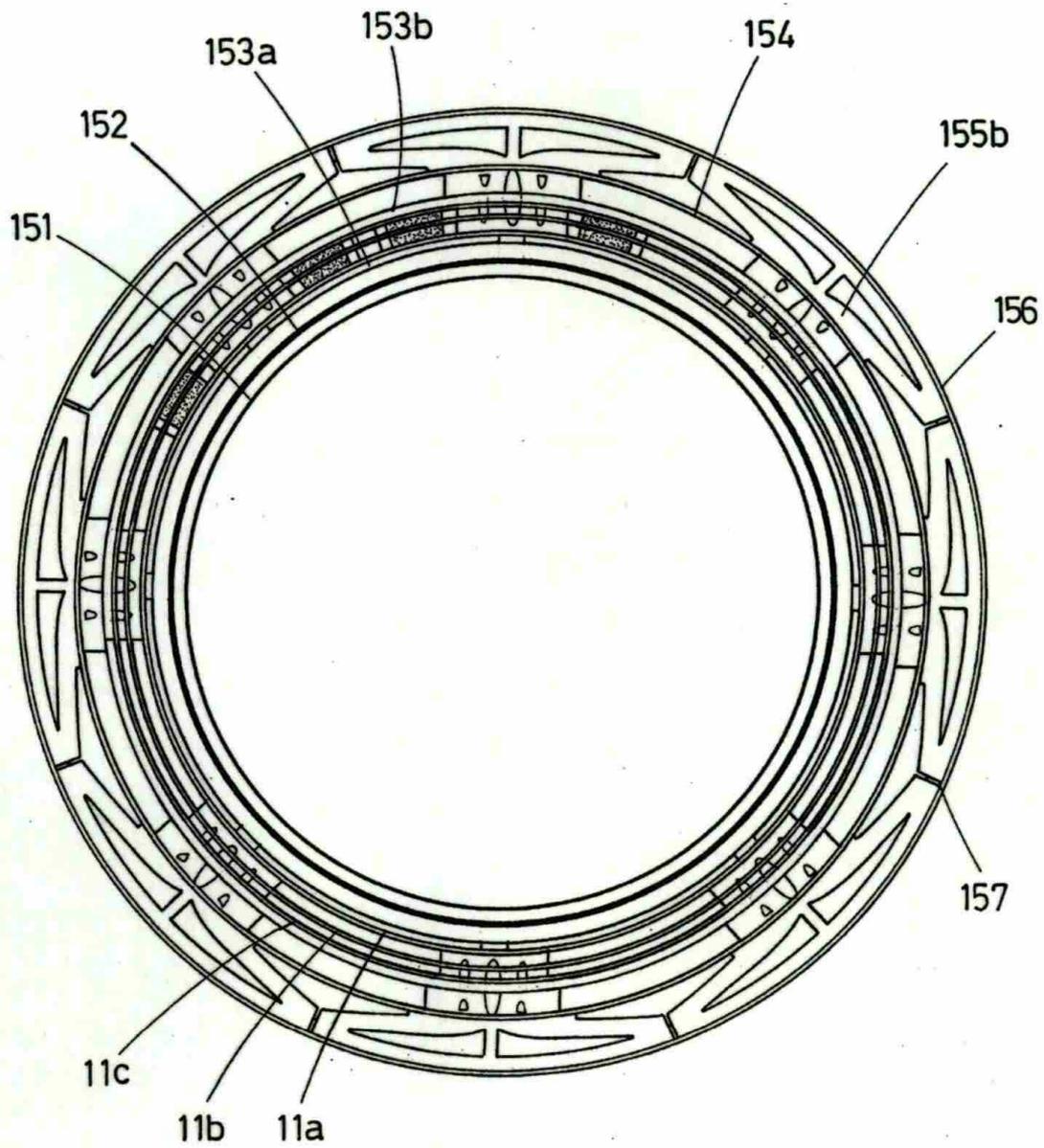


FIG.4b

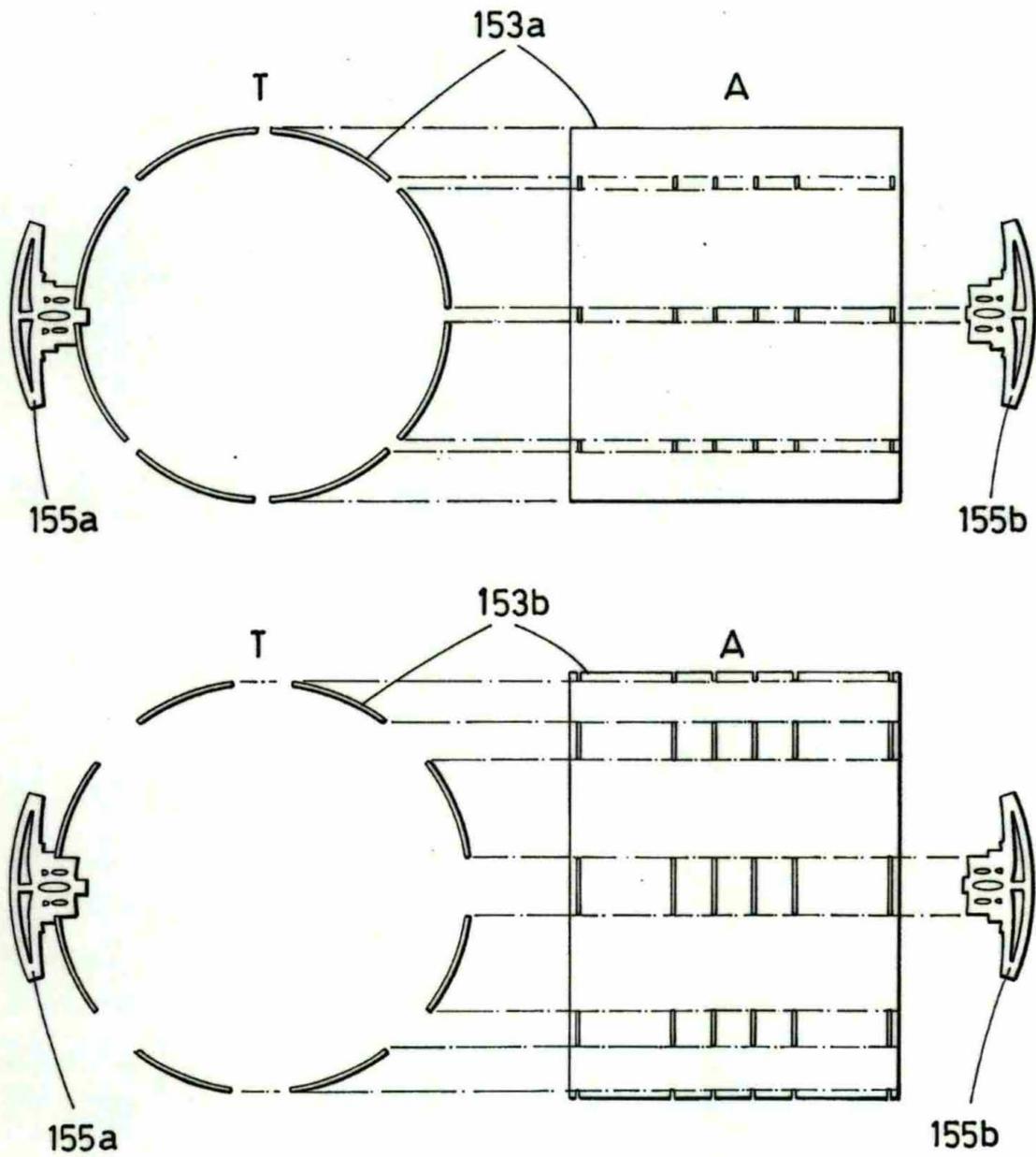


FIG. 5

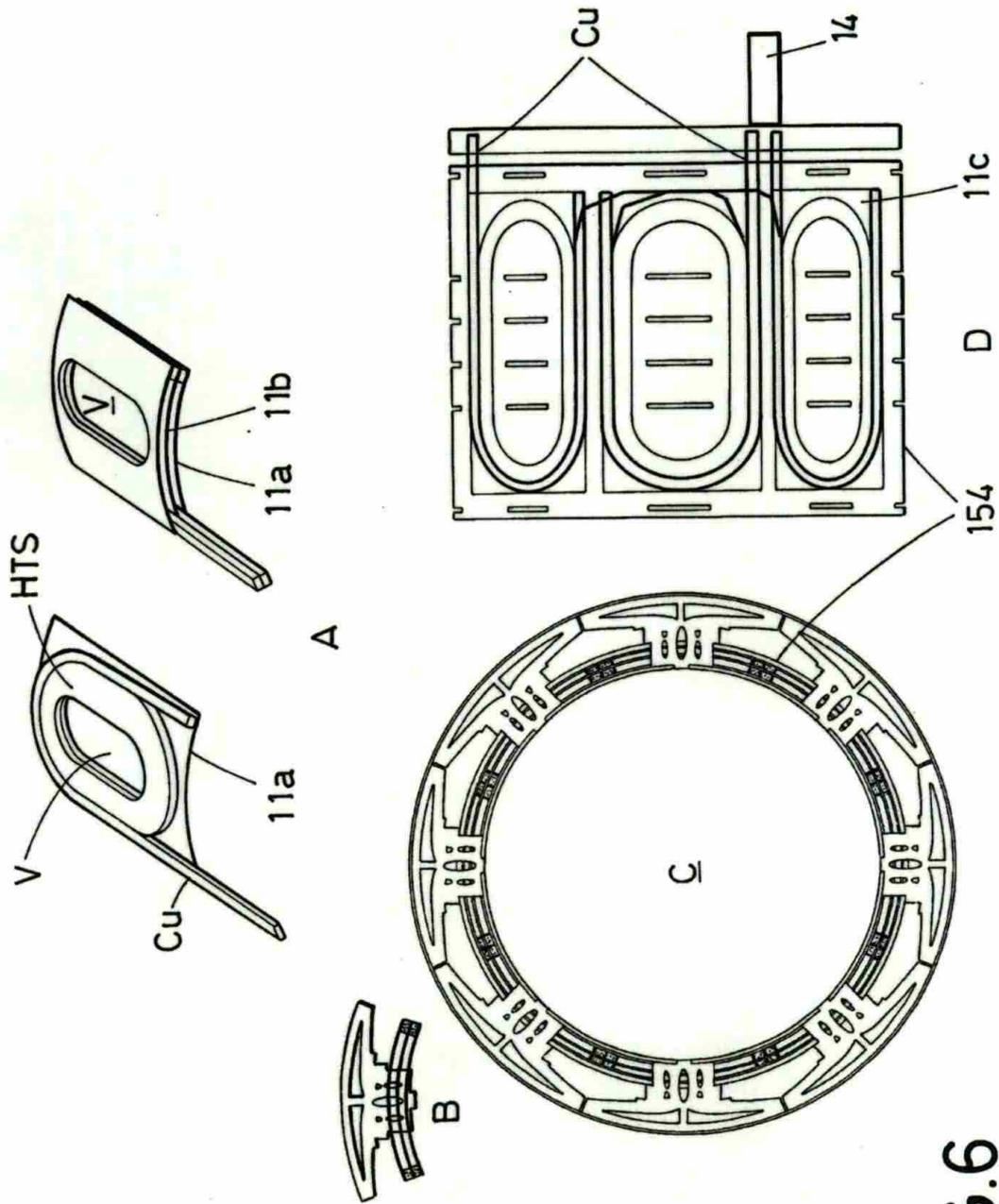


FIG.6



- ②① N.º solicitud: 201600720
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.08.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB 2484844 A (CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD) 25/04/2012, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, Página 10, líneas 21 - 31; figuras 2 - 3.	1-16
X	CN 105634247 A (UNIV CHINA PETROLEUM) 01/06/2016, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, Figuras 1 - 2.	1-16
X	CN 104883015 A (UNIV SOUTHEAST) 02/09/2015, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1
A	FR 2474251 A1 (BROUSSIER GABRIEL) 24/07/1981, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	3
A	US 2015087523 A1 (FLECK EARL ENOCH et al.) 26/03/2015, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE Figuras 3 - 4. Párrafo [4]; párrafo [27].	8
A	CN 103532345 A (UNIV SOUTHEAST) 22/01/2014, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	13
A	GB 2417140 A (ALSTOM et al.) 15/02/2006, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1
A	DE 102004048961 A1 (SIEMENS AG) 27/04/2006, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 16.01.2018	Examinador R. Molinera de Diego	Página 1/6
--	------------------------------------	---------------



21 N.º solicitud: 201600720

22 Fecha de presentación de la solicitud: 30.08.2016

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

51 Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 103780036 A (UNIV ZHEJIANG) 07/05/2014, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	13
A	RU 2579432 C1 (FEDERALNOE G AVTONOMNOE OBRAZOVATELNOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFESSIONALNOGO OBRAZOVANIJA DALNEVOST) 10/04/2016, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	6 y 7
A	CN 103501104 A (712TH RES INST CSIC) 08/01/2014, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, Figuras 1 - 3.	9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
16.01.2018

Examinador
R. Molinera de Diego

Página
2/6

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H02K55/02 (2006.01)

H02K1/16 (2006.01)

H02K1/18 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 16.01.2018

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3-16	SI
	Reivindicaciones 1 y 2	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-16	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

Consideraciones:

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB 2484844 A (CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD)	25.04.2012
D02	CN 105634247 A (UNIV CHINA PETROLEUM)	01.06.2016
D03	CN 104883015 A (UNIV SOUTHEAST)	02.09.2015
D04	FR 2474251 A1 (BROUSSIER GABRIEL)	24.07.1981
D05	US 2015087523 A1 (FLECK EARL ENOCH et al.)	26.03.2015
D06	CN 103532345 A (UNIV SOUTHEAST)	22.01.2014
D07	GB 2417140 A (ALSTOM et al.)	15.02.2006
D08	DE 102004048961 A1 (SIEMENS AG)	27.04.2006
D09	CN 103780036 A (UNIV ZHEJIANG)	07.05.2014
D10	RU 2579432 C1 (FEDERALNOE G AVTONOMNOE OBRAZOVATELNOE UCHREZHDENIE VYSSHEGO PROFESSIONALNOGO OBRAZOVANIJA DALNEVOST)	10.04.2016
D11	CN 103501104 A (712TH RES INST CSIC)	08.01.2014

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con el documento D01.

Primera reivindicación:

El documento D01 muestra una máquina síncrona para aerogeneradores que comprende un rotor y un estator y porque el estator comprende una pluralidad de bobinas inductoras de un material superconductor de alta temperatura dispuestas para generar campo magnético.

Por lo tanto, parece que el objeto de la reivindicación primera no tendría novedad, tal y como se define en el Artículo 6 de la Ley Española de Patentes, Ley 11/1986 del 20 de Marzo.

Segunda reivindicación:

La pluralidad de bobinas inductoras de material superconductor de alta temperatura del documento D1 están distribuidas, adaptándose a ella, sobre una superficie cilíndrica coaxial al rotor.

Por lo tanto, la segunda reivindicación no parece que tenga novedad.

Tercera reivindicación:

El hecho de que las bobinas superconductoras devanadas sobre superficie cilíndrica no utilicen material aislante eléctrico entre capas de devanado y utilicen láminas o hilos metálicos o de aleaciones metálicas mejorando sus propiedades mecánicas y estabilidad térmica no confiere de actividad inventiva a la solicitud, ya que es del conocimiento común utilizar esta característica previendo el resultado indicado.

Véase por ejemplo el documento FR2474251 que justamente emplea las hojas de material aislante con revestimiento metálico para mejorar las propiedades mecánicas.

Por lo tanto, parece que esta tercera reivindicación no implicaría actividad inventiva tal y como se define en el Artículo 8 de la Ley Española de Patentes, Ley 11/1986 del 20 de Marzo.

Sexta reivindicación:

El hecho de disponer de medios estáticos de refrigeración criogénica no parece que confiera a la solicitud actividad inventiva, es una práctica habitual seguida en este Estado de la Técnica.

Por tanto parece que esta reivindicación tampoco implicaría actividad inventiva.

Octava reivindicación:

Esta forma de construcción, es decir, que el estator comprenda al menos un cilindro de soporte que fije la pluralidad de bobinas inductoras a un criostato cilíndrico, se encuentra en numerosos documentos del Estado de la Técnica, por ejemplo se cita con el A el documento US2015087523 que justamente divulga esta característica.

Por tanto la reivindicación octava no parece que implique actividad inventiva.

Novena reivindicación:

Aunque el documento D1 no divulga exactamente la forma de sujeción de esta reivindicación, sin embargo, sí se obtiene el mismo objetivo de conseguir evitar la movilidad así como transmitir una entrada de calor optimizada y homogénea hacia las bobinas inductoras.

Por tanto, se considera que es simplemente una variante constructiva dentro del alcance de la práctica habitual seguida por el experto en la materia, debido a que las ventajas conseguidas se prevén fácilmente.

Por tanto, el objeto de la reivindicación novena no parece que implique actividad inventiva.

Décimo tercera reivindicación:

No parece que el tener un eje hueco en el rotor implique actividad inventiva, es una característica común, se cita con A por ejemplo el documento CN103532345 que dispone de un eje hueco.

Reivindicaciones cuarta, quinta, séptima, décima, décimo primera, décimo segunda, décimo cuarta y décimo quinta:

La invención descrita en estas reivindicaciones no aporta diferencias significativas respecto de la técnica descrita en los documentos citados. Los detalles contenidos en estas reivindicaciones o bien se encuentran de manera explícita en los documentos citados o bien se encuentran de manera implícita en dichos documentos, o serían evidentes para un experto en la materia que partiera de D1 en la fecha en la que se presentó la solicitud.

Décimo sexta reivindicación:

De la misma manera que el generador parece que no tendría actividad inventiva, el aerogenerador que comprende un generador síncrono de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 tampoco la tendría.

Tal como indica el artículo 5.2.c del Reglamento 2245/1986 de ejecución de la Ley de Patentes, y con objeto de obtener una mejor comprensión de la invención, se sugiere que en fases posteriores del procedimiento se incluya en la descripción una indicación del documento D1, comentando cuál es la aportación más importante que hace al estado de la técnica. Dicha indicación no puede ampliar el objeto de la invención, tal y como fue originalmente presentada.