

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 336**

51 Int. Cl.:

H02K 1/20 (2006.01)
H02K 3/24 (2006.01)
H02K 9/19 (2006.01)
H02K 9/22 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2014** **E 14169429 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018** **EP 2806537**

54 Título: **Estator de generador eléctrico rotativo, generador eléctrico rotativo que comprende dicho estator y turbina eólica que incorpora dicho generador eléctrico rotativo**

30 Prioridad:

22.05.2013 ES 201330741

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.04.2019

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY SPAIN, S.A.U. (100.0%)
Poligono Industrial Barasoain Parcela 2
31395 Barasoain (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**ARLABAN GABEIRAS, TERESA;
GARCIA SAYES, JOSÉ MIGUEL y
NUÑEZ POLO, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 709 336 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estator de generador eléctrico rotativo, generador eléctrico rotativo que comprende dicho estator y turbina eólica que incorpora dicho generador eléctrico rotativo

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de los generadores eléctricos rotativos, en particular en la refrigeración de dichos generadores eléctricos rotativos.

En concreto, la invención se refiere, de acuerdo con un primer objeto, a un estator de generador eléctrico rotativo que incorpora medios de refrigeración de eficiencia aumentada. De acuerdo con un segundo objeto, la invención se refiere a un generador eléctrico rotativo que comprende dicho estator. De acuerdo con un tercer objeto, la invención se refiere a una turbina eólica que incorpora el generador eléctrico rotativo antes referido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Hoy en día es habitual el empleo de energías renovables para la generación eléctrica, siendo de entre ellas la energía eólica una de las más eficientes. El empleo de energía eólica permite obtener electricidad a partir del viento mediante turbinas eólicas, que comprenden básicamente una torre, una góndola que alberga un generador eléctrico rotativo y un rotor formado a su vez por al menos dos palas.

En turbinas eólicas de las conocidas como multimegawatio existe una tendencia de mercado hacia sistemas de conversión de potencia sin empleo de multiplicadora, lo cual implica que la velocidad de giro es baja, y por tanto, el par desarrollado es en cambio muy elevado.

Las dimensiones de una turbina eólica -diámetro y altura de la torre- dependen del par desarrollado, siendo en general interesante aumentar el diámetro en relación a la altura para optimizar el peso y el coste de las partes activas, esto es, el cobre, el material magnético y en su caso, los imanes permanentes. Otro factor que afecta al dimensionamiento de la turbina eólica es el calentamiento. La temperatura afecta a la degradación del aislamiento de la turbina eólica y, en el caso de las turbinas eólicas con imanes permanentes, puede llegar a provocar la pérdida de magnetización.

Existen diversas alternativas para la refrigeración de los generadores eléctricos rotativos empleados en las turbinas eólicas.

- Aletas disipadoras de calor. Las carcasas de las máquinas eléctricas presentan a menudo aletas que favorecen la disipación del calor generado en el interior. Dichas aletas favorecen la refrigeración del exterior del generador por convección.

- Refrigeración forzada por aire. Emplea ventiladores para forzar la circulación de aire por el entrehierro, favoreciendo la refrigeración por convección. Se consiguen niveles de refrigeración mayores que con el simple uso de aletas.

- Refrigeración líquida. Es común que, en el exterior de la corona del estator, se instale un circuito de refrigeración mediante un fluido. En estas soluciones se incorporan además radiadores externos para la disipación del calor evacuado por el circuito, que además pueden estar refrigerados mediante ventilación.

La solicitud estadounidense US2012/0091837 muestra un ejemplo ilustrativo de un gran número de soluciones que proponen un sistema de refrigeración líquido aplicado a un generador eléctrico de una turbina eólica, donde el generador comprende un estator dotado de un sistema de refrigeración líquida, mediante una pluralidad de tubos (o agujeros) en dirección longitudinal dispuestos en la periferia del estator, a través de los cuales puede fluir un líquido refrigerante, formando un circuito cerrado serpenteante.

Por otra parte, la solicitud estadounidense US2007/0024132 tiene por objeto un generador de turbina eólica, que comprende un estator dotado de un núcleo magnético cuya corona está dispuesta circunferencialmente entorno a un eje longitudinal y cuyos dientes se extienden radialmente desde la corona. Sobre los dientes se disponen una pluralidad de bobinas. Dicho generador dispone de un circuito de refrigeración en conexión con una pluralidad de conductos configurados para transportar un fluido refrigerante que, en una realización, atraviesan la corona magnética del estator. En una realización alternativa, entre bobinas contiguas se dispone un espacio en el que se ubica un conducto de refrigeración.

Este sistema de refrigeración presenta una serie de desventajas. La primera es que no se dispone de una refrigeración adecuada de los finales de las bobinas, que en ocasiones pueden ser de dimensiones elevadas y que se aumentan

considerablemente las dimensiones del generador, al requerir de un espacio libre entre las bobinas destinado a alojar los conductos de refrigeración que reduce el espacio disponible para el cobre de los conductores.

Adicionalmente, la solicitud europea EP2124322, se refiere a un sistema para generar energía que comprende un generador de superconductores que a su vez incluye un conjunto de armadura dotado de una porción de cuerpo, una porción de diente (con una superficie anterior y una superficie posterior), una ranura parcialmente definida por la porción de cuerpo y la porción de diente, una barra de armadura que conecta con la ranura, y una cavidad de refrigeración parcialmente definida por la porción de diente, y que está comunicada con la superficie anterior y la superficie posterior, atravesando la porción de diente y configurada para conducir aire refrigerante o albergar unos conductos de fluido refrigerante.

El documento US2012/0161556A1 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) describe un estátor par un generador eléctrico rotativo que comprende: un núcleo magnético dotado de una corona magnética con al menos un diente y devanado arrollado alrededor del al menos un diente; un circuito externo de refrigeración configurado para conducir un fluido refrigerador para refrigerar el estátor; al menos un agujero pasante localizado en el al menos un primer conducto, que transcurre longitudinalmente a través del diente entre los extremos del diente; y al menos un primer conducto situado en conexión con el circuito de refrigeración externa y con el agujero pasante para permitir el paso de fluido refrigerador, estando el primer conducto interpuesto entre un extremo del diente y el devanado.

Dichas invenciones proporcionan un mejor aprovechamiento del espacio que el anterior antecedente pero sigue sin proporcionar una adecuada solución al problema de la refrigeración del final de las bobinas. Se ha detectado la necesidad de describir un generador eléctrico rotativo refrigerado de manera que resuelva los problemas mencionados del estado de la técnica.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención resuelve el problema técnico planteado con las características de la reivindicación 1

El estator de generador eléctrico rotativo de acuerdo con el primer objeto de la invención comprende un núcleo magnético dotado de una corona que a su vez está dotada de una pluralidad de dientes que sobresalen de la periferia de dicha corona, donde alrededor de los dientes está arrollado un devanado, tal como es conocido en el estado de la técnica.

El estator comprende adicionalmente un circuito de refrigeración exterior destinado a conducir un fluido refrigerante.

En el interior de al menos uno de los dientes, preferentemente de todos los dientes, existe al menos un orificio pasante, que lo recorre por completo longitudinalmente, es decir, entre los dos extremos que delimitan su longitud.

La invención se caracteriza por que incorpora adicionalmente al menos un primer conducto, para conectar el circuito de refrigeración exterior con el al menos un orificio pasante en cada uno de sus extremos. De manera preferente, el primer conducto está configurado para permitir el paso del fluido refrigerante desde el circuito de refrigeración exterior hasta el orificio pasante, tanto de entrada en uno de sus extremos como de salida en el extremo opuesto.

Mediante la configuración descrita, se permite al fluido refrigerante, además de refrigerar la periferia de la corona durante su recorrido por el exterior de la corona, también extraer el calor generado por las pérdidas de una manera más directa (tanto las que tienen lugar en los devanados como las que se originan en el núcleo magnético) mediante el paso de fluido refrigerante consecutivamente por el interior de cada uno de los dientes.

Además, el primer conducto está interpuesto entre un extremo de dicho diente y el devanado. El devanado forma bobinas que se sitúan rodeando los primeros conductos, las pérdidas generadas por el paso de la corriente eléctrica en las bobinas se extraen mejor, repercutiendo en una mejor y más homogénea refrigeración del generador, que permite incrementar la eficiencia del generador y la vida del mismo. De otra manera, pueden existir puntos calientes en el generador que son fuente de fallos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y 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, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista perspectiva de un estator de acuerdo con el primer objeto de la invención.

Figura 2.- Muestra una vista inferior de un detalle del diente y el devanado de acuerdo con una realización de la invención en la que los primeros conductos presentan forma semicircular.

5 Figura 3.- Muestra una vista inferior de un detalle del diente y el devanado de acuerdo con una realización de la invención en la que los primeros conductos presentan forma rectangular con vértices redondeados.

Figura 4.- Muestra un detalle los primeros conductos y el segundo conducto en la realización representada en la figura 2.

10 Figura 5.- Muestra un detalle de los primeros conductos y el segundo conducto en la realización representada en la figura 3.

Figura 6.- Muestra una realización en la que los dientes presentan tres orificios pasantes.

15 Figura 7.- Muestra un detalle de los primeros conductos y el segundo conducto en la realización representada en la figura 6.

Figura 8.- Muestra un detalle en planta y en alzado seccionado de un primer conducto donde se aprecian lamas y canales para el caso de una realización con un solo orificio pasante.

20 Figura 9.- Muestra un detalle en planta y en alzado seccionado de un primer conducto donde se aprecian lamas y canales para el caso de una realización con cuatro orificios pasantes.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

25 Seguidamente se describe, con ayuda de las figuras 1 a 9 anteriormente referidas, una descripción en detalle de una realización preferente de la invención.

30 Según se aprecia en la figura 1, el generador eléctrico rotativo de acuerdo con la presente invención comprende un rotor de generador (no mostrado) y un estator (2). El estator (2) puede ser interior al rotor de generador o alternativamente puede ser exterior al rotor de generador. Las figuras muestran un estator (2) exterior al rotor de generador.

35 El estator (2) presenta generalmente forma cilíndrica, definida alrededor de un eje central de revolución. Se define como dirección longitudinal la dirección del eje central y como direcciones radiales las perpendiculares a la dirección longitudinal.

40 El estator (2) comprende un núcleo magnético que comprende a su vez una corona (3) y una pluralidad de dientes (4) que se extienden radialmente desde la corona (3). Sobre los dientes (4) está arrollado un devanado (5), que en la realización representada en las figuras tiene forma de bobinas. El estator (2) puede estar elaborado de cualquiera de las maneras conocidas en el estado de la técnica, por ejemplo a partir de láminas de hierro dotadas de un recubrimiento aislante.

45 Se define altura de diente, como la dimensión del diente (4) en la dirección radial; longitud de diente, como la dimensión del diente (4) en la dirección longitudinal; y anchura de diente, que es la dimensión del diente (4) en dirección perpendicular al plano definido por la dirección radial y la dirección longitudinal.

50 Tal como se muestra en la figura 1, el estator (2) incorpora adicionalmente un circuito de refrigeración exterior (9) destinado a conducir un fluido refrigerante por el exterior de la corona (3), donde preferentemente el circuito de refrigeración exterior (9) presenta una configuración serpenteante, i.e. forma de serpentín, para permitir la circulación del fluido refrigerante de manera alternativa en un sentido y en otro a lo largo del estator (2) y reducir así el número de entradas de fluido en el circuito refrigeración exterior (9) desde, por ejemplo, una bomba de alimentación de fluido refrigerante que lo impulsa desde un intercambiador de calor situado externamente al generador, en el cual el fluido refrigerante cede el calor extraído del estator (2) a otro fluido refrigerante, por ejemplo aire.

55 El circuito de refrigeración (9) presenta una configuración serpenteante y está definido por tramos de recorrido (10), por el interior de los cuales el fluido refrigerante recorre el exterior de la periferia alternativamente entre el primer extremo (7) y el segundo extremo (8); y tramos de giro (11), donde el fluido refrigerante cambia su sentido de recorrido. En las figuras se representan tramos de recorrido (10) orientados según la dirección longitudinal, sin embargo, tramos de recorrido (10) orientados en direcciones oblicuas respecto de la dirección longitudinal también son posibles. En la figura 1 se muestra, a modo de ejemplo, un circuito de refrigeración (9) que está definido en el interior de un cuerpo cilíndrico (21) que rodea la parte exterior del núcleo magnético.

Adicionalmente, cada uno de los dientes (4) comprende al menos un orificio pasante (12) que recorre por completo el diente (4) en dirección longitudinal, es decir, entre los dos extremos (7, 8) que delimitan su longitud.

5 Cada orificio pasante (12) está conectado con el circuito de refrigeración exterior (9), para permitir tanto la entrada de fluido refrigerante en el diente (4) desde el circuito de refrigeración exterior (9), como el retorno del fluido refrigerante desde el diente (4) hacia el circuito de refrigeración exterior (9).

10 Mediante la configuración descrita, se permite al fluido refrigerante, además de extraer calor a través de la superficie exterior de la corona del estator (2), también extraer calor a través de la superficie de los dientes (4) al canalizar al menos parte del fluido refrigerante hacia el interior de los dientes (4) a través de los mencionados orificios pasantes (12). Puesto que el orificio pasante (12) recorre el diente (4) a lo largo de toda la longitud del mismo, se produce una refrigeración más directa de las bobinas, incrementando la eficiencia de la refrigeración del generador.

15 De manera preferente, el orificio pasante (12) está centrado respecto de la anchura del diente (4). De manera aún más preferente, el orificio pasante (12) ocupa la mayor parte posible de la altura del diente (4), por ejemplo, al menos el 60% de la altura, más preferentemente al menos el 80% de la altura. Asimismo, de manera preferente, la anchura de los orificios pasantes (12) es substancialmente menor que la anchura de los dientes (4). Esto permite que el núcleo magnético no vea aumentada su reluctancia en gran medida como consecuencia de disponer los orificios pasantes (12) en los dientes (4), reduciendo por tanto la sección de núcleo disponible para la conducción del flujo magnético a través de los dientes (4).

20 De acuerdo con lo que se muestra en las figuras 4, 5 y 7, para conectar el circuito de refrigeración exterior (9) con el orificio pasante (12), el estator (2) incorpora adicionalmente primeros conductos (13, 16). Según cuál sea el sentido de flujo del fluido refrigerante a lo largo del conducto de refrigeración exterior (9), los primeros conductos (13, 16) pueden ser primeros conductos de entrada (13) o primeros conductos de salida (16), tal como se explicará seguidamente, si bien en general su función es equivalente, es decir, la canalización del flujo hacia o desde el interior del orificio pasante.

25 En particular, cada primer conducto de entrada (13) se sitúa en conexión con el circuito de refrigeración exterior (9) y con el orificio pasante (12) por medio de una primera entrada (14) para permitir el acceso del fluido refrigerante desde el circuito de refrigeración exterior (9) al primer conducto de entrada (13), así como al menos una primera salida (15), para permitir el acceso del fluido refrigerante desde el primer conducto de entrada (13) al orificio pasante (12). Además, el primer conducto (13, 16) está interpuesto entre un extremo (7, 8) del diente (4) y el devanado (5) y situado en contacto térmico por conducción con el devanado (5) y preferentemente también con el diente (4), de manera que el calor generado por las pérdidas de conducción en dicho devanado (5), en particular, en el final de las bobinas que conforman dicho devanado (5), se extrae por conducción por medio del fluido refrigerante que es conducido a través de dicho primer conducto (13, 16).

30 El término contacto térmico por conducción hace referencia a que los devanados (5) y los primeros conductos (13, 16) y, preferentemente, los dientes (4) y los primeros conductos (13, 16), se sitúan o bien en contacto directo, o bien, a través de un elemento con elevada conductividad térmica. Así, se puede disponer interpuesta entre los dientes (4) y los primeros conductos una chapa (no mostrada) de compactación de las láminas de hierro que conforman el núcleo magnético, siendo esta chapa preferentemente de un material con elevada conductividad térmica, por ejemplo, una chapa metálica.

35 En una realización, la canalización del fluido refrigerante desde el circuito de refrigeración exterior (9) se realiza de manera total en cada uno de los dientes (4). Para ello, el extremo del tramo de recorrido (10) longitudinal próximo al extremo (7, 8) de un diente (4), dispone de una salida hacia el primer conducto (13) y no dispone de tramo de giro (11) en dicho extremo.

40 De manera análoga, cada primer conducto de salida (16) posee una segunda entrada (17) para permitir el acceso del fluido refrigerante desde el orificio pasante (12) hacia dichos primeros conductos de salida (16), así como una segunda salida (18), para permitir el acceso del fluido refrigerante desde los primeros conductos de salida (16) hacia el circuito de refrigeración exterior (9). Los primeros conductos de salida (16) están adosados a un segundo extremo (8) de los dientes (4), y asimismo rodeados por el devanado (5).

45 De manera preferente, los primeros conductos de entrada (13) y/o los primeros conductos de salida (16) presentan una configuración plana y esbelta, así como ocupan la mayor superficie posible de respectivamente el primer extremo (7) y el segundo extremo (8) del diente (4), por ejemplo, al menos el 60%, preferentemente, al menos el 80%.

50 La disposición de primeros conductos de entrada (13) y de primeros conductos de salida (16) entre los extremos de

los dientes (4) y los devanados (5), permite que el fluido refrigerante pueda actuar también sobre los finales de los devanados (5), entendiéndose como tal los extremos de devanados (5) que quedan alrededor de los extremos de los dientes (4), mejorando la refrigeración. Las configuraciones planas que se han seleccionado como preferentes, para los primeros conductos de entrada (13) y los primeros conductos de salida (16), permiten obtener una elevada superficie de contacto con los extremos de los devanados (5) sin aumentar de manera significativa la longitud del devanado (5).

Según una realización preferente de la invención, el líquido refrigerante puede recorrer los orificios pasantes (12) en contacto directo con el interior de los dientes (4). Sin embargo, se prefiere, tal como se muestra en las figuras 4, 5 y 7, de acuerdo con una realización alternativa, la incorporación de segundos conductos (22), alojados en el interior de los orificios pasantes (12) y conectados con el circuito de refrigeración exterior (9) en el primer extremo (7) y en el segundo extremo (8) de cada diente (4), a través de los primeros conductos de entrada (13) y / o de los primeros conductos de salida (16). De este modo, si bien el intercambio de calor entre los dientes (4) y el fluido refrigerante no es tan intenso, se permite a cambio el empleo de fluidos refrigerantes que, por resultar dañinos para el núcleo, no se podrían emplear de acuerdo con la realización alternativa explicada anteriormente.

En las figuras referidas 4, 5 y 7 se aprecia que los segundos conductos (22) presentan una sección ligeramente superior que unos cuerpos de unión (26) ubicados en los primeros conductos de entrada (13) y en los primeros conductos de salida (16) para ser conectados con los segundos conductos (22). La unión de dichos segundos conductos (22) con los cuerpos de unión (26) es estanca para evitar fugas de fluido refrigerante hacia las partes eléctricas del generador.

De acuerdo con otra realización preferente, se dispone de una pluralidad de orificios pasantes (12), según se muestra en la figura 6, para al menos uno de los dientes (4), preferentemente para cada diente (4). De manera aún más preferente, cada orificio pasante (12) podría estar asociado a su correspondiente segundo conducto (22), según se aprecia en la figura 7.

Asimismo, de acuerdo con una realización preferente de la invención, la geometría de al menos uno de los primeros conductos de entrada (13) y/o al menos uno de los primeros conductos de salida (16), preferentemente de todos los primeros conductos de entrada (13) y de todos los primeros conductos de salida (16), está configurada para ofrecer una gran superficie de contacto con el devanado (5) de los dientes (4).

Así, a modo de ejemplos, representados en las figuras 2 a 5, el primer conducto de entrada (13) y/o el primer conducto de salida (16) presentan una primera cara (23) plana, respectivamente en contacto con el primer extremo (7) o el segundo extremo (8) del diente (4), así como presentan una segunda cara (24) curvada que, de acuerdo con el ejemplo mostrado en las figuras 2 y 4, presenta forma semicircular, mientras que de acuerdo con el ejemplo mostrado en las figuras 3 y 5, presenta forma rectangular que comprende vértices (25) opuestos a la primera cara (23), que están redondeados. Dicha geometría en cualquier caso se elige en función de la forma que adopte el devanado (5) en los finales de las bobinas, de cara a maximizar la superficie de contacto entre los primeros conductos (13, 16) y segundos conductos (22) y el devanado (5) y maximizar la refrigeración en dicha zona.

De acuerdo con una realización preferente de la invención, según se aprecia en las figuras 8 y 9, el primer conducto de entrada (13) y/o el primer conducto de salida (16), preferentemente solo el primer conducto de entrada (13), comprenden en su interior una pluralidad de lamina (19) que definen canales (20) para derivar el flujo de fluido refrigerante. Los canales (20) desembocan en el orificio pasante (12) a través de las primeras salidas (15) o, en su caso, de las segundas salidas (18), que están ubicadas a diferentes alturas. Como consecuencia de la configuración descrita, se produce una circulación más homogénea de fluido refrigerante en el primer conducto de entrada (13) y / o en el primer conducto de salida (16) y por tanto una refrigeración más homogénea y efectiva y una menor posibilidad de encontrar puntos calientes.

Así, en la figura 8 se aprecia una distribución de lamina (19) de acuerdo con un diente (4) en el que solo hay un orificio pasante (12), mientras que en la figura 9 se aprecia el caso de varios orificios pasantes (12). En este último caso, se prefiere que la amplitud de la sección de los canales (20) definidos por las lamina (19), así como la sección de las primeras entradas (14), guarde proporcionalidad con las dimensiones de los orificios pasantes (12) en los que desembocan, para obtener una distribución lo más uniforme posible de caudal de refrigerante. Por ejemplo, a orificios pasantes (12) con secciones iguales, les corresponden canales (20) con secciones iguales, así como a iguales secciones globales de orificios pasantes (12) en dientes (4) distintos corresponden secciones iguales en las primeras entradas (14).

De manera preferente, para una mayor eficiencia del sistema de refrigeración, los materiales empleados para la fabricación de los primeros (13, 16) y segundos conductos (22), así como del circuito de refrigeración exterior presentan una alta conductividad térmica.

Adicionalmente, esta invención puede complementarse con un sistema de ventilación que comprende unos ventiladores (no mostrados) situados en al menos un extremo (7, 8) del generador, afectando al entrehierro (6).

5 El estator (2) descrito y el generador eléctrico rotativo que comprende dicho estator (2) se pueden emplear en multitud de aplicaciones, preferentemente en turbinas eólicas. De manera más concreta, una turbina eólica está dotada de una torre (no representada), de una góndola (no representada) montada sobre la torre, y de un rotor eólico (no representado), alojado en la góndola y dotado de al menos dos palas (no representadas) y de un eje de rotor (no representado) giratoriamente acoplado a las palas. La turbina eólica comprende adicionalmente el
10 generador eléctrico rotativo descrito anteriormente, donde el eje de rotor del rotor eólico está acoplado giratoriamente al rotor del generador eléctrico rotativo.

REIVINDICACIONES

- 1.- Estator (2) de generador rotativo, que comprende:
 5 - un núcleo magnético que comprende a su vez una corona magnética (3) dotada de al menos un diente (4);
 - un devanado (5) arrollado alrededor del al menos un diente (4);
 - un circuito de refrigeración exterior (9) destinado a conducir un fluido refrigerante para refrigerar el estator (2); y
 - al menos un orificio pasante (12) ubicado en el al menos un diente (4), que recorre longitudinalmente el diente (4) entre los extremos (7, 8) del diente (4); y
 10 - primeros conductos (13, 16) situados en conexión con el circuito de refrigeración exterior (9) y con el al menos un orificio pasante (12) de manera que permiten el paso del fluido refrigerante, estando los primeros conductos (13, 16) interpuestos entre un extremo (7, 8) del diente (4) y el devanado (5) donde los primeros conductos (13, 16) comprenden:
 15 - primeros conductos de entrada (13) configurados para permitir la entrada de fluido refrigerante desde el circuito de refrigeración exterior (9) hacia el al menos un orificio pasante (12); y
 - primeros conductos de salida (16) configurados para permitir la salida del fluido refrigerante desde el al menos un orificio pasante (12) hacia el circuito de refrigeración exterior (9);
 estando el estator caracterizado por que al menos uno de los primeros conductos de entrada (13) comprende en su interior una pluralidad de canales (20) para derivar el flujo de fluido refrigerante desde unas primeras entradas (14) ubicadas en dichos primeros conductos de entrada (13), desde las cuales el fluido refrigerante accede a los primeros conductos de entrada (13) desde el conducto de refrigeración exterior (9),
 20 donde los canales (20) desembocan en el al menos un orificio pasante (12) a través de primeras salidas (15) repartidas a lo largo del al menos un orificio pasante (12); y donde al menos uno de los primeros conductos de salida (16) comprende en su interior una pluralidad de canales (20) para derivar el flujo de fluido refrigerante desde una segunda entrada (17), localizada en dichos primeros conductos de salida (16), y desde la cual el fluido refrigerante accede a los primeros conductos de salida (16) desde el al menos un orificio pasante (12), donde los canales (20) desembocan en segundas salidas (18) conectadas al circuito de refrigeración externo (9).
 25
- 2.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el primer conducto (13, 16) está dispuesto en contacto térmico por conducción con el devanado (5).
 30
- 3.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el primer conducto (13, 16) está dispuesto además en contacto térmico por conducción con el diente (4).
 35
- 4.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que los primeros conductos (13, 16) están configurados para maximizar la superficie en contacto térmico por conducción con el devanado (5).
 40
- 5.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que los primeros conductos (13, 16) comprenden:
 - una primera cara (23) plana en contacto térmico por conducción con un extremo (7, 8) del diente (4); y
 - una segunda cara (24) curvada, opuesta a la primera cara (23), para adaptarse a la geometría del devanado (5).
 45
- 6.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que incorpora adicionalmente un segundo conducto (22) insertado en el al menos un orificio pasante (12) y conectado con el circuito de refrigeración exterior (9) en los extremos (7, 8) configurado para alojar la circulación del fluido refrigerante por el interior de los dientes (4) de manera estanca.
 50
- 7.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con las reivindicaciones 8, 9 y 11, caracterizado por que los canales (20) y las primeras entradas (14) presentan secciones que son proporcionales a las secciones de los orificios pasantes (12) en los que desembocan.
 55
- 8.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que comprende adicionalmente unos cuerpos de unión (26) en los primeros conductos (13, 16) para conectar dichos primeros conductos con los segundos conductos (22).
 60
- 9.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cada primer conducto (13, 16) ocupa al menos el 60% de la superficie del primer extremo (7) del diente (4).
 10.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el al menos un orificio pasante (12) está centrado respecto de la anchura del diente (4).

ES 2 709 336 T3

- 11.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 18, caracterizado por que el al menos un orificio pasante (12) ocupa al menos el 60% de la altura del diente (4).
- 5 12.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la anchura del al menos un orificio pasante (12) es substancialmente menor que la anchura del diente (4).
- 13.- Estator (2) de generador rotativo, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el circuito de refrigeración exterior (9) define un circuito serpenteante que comprende:
10 - tramos de recorrido (10), por el interior de los cuales el fluido refrigerante recorre el exterior de la periferia alternativamente entre el primer extremo (7) y el segundo extremo (8); y
- tramos de giro (11), donde el fluido refrigerante cambia su sentido de recorrido.
- 14.- Generador eléctrico rotativo que comprende un rotor de generador (1), caracterizado porque comprende adicionalmente el estator (2) descrito en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 15 15.- Turbina eólica caracterizada por que comprende el generador eléctrico rotativo descrito en la reivindicación anterior.

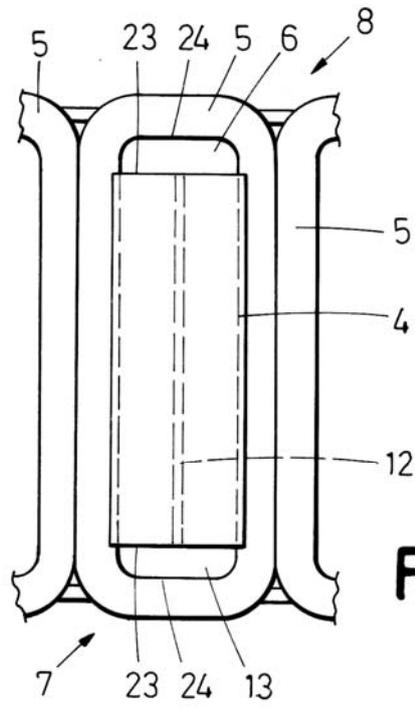


FIG. 3

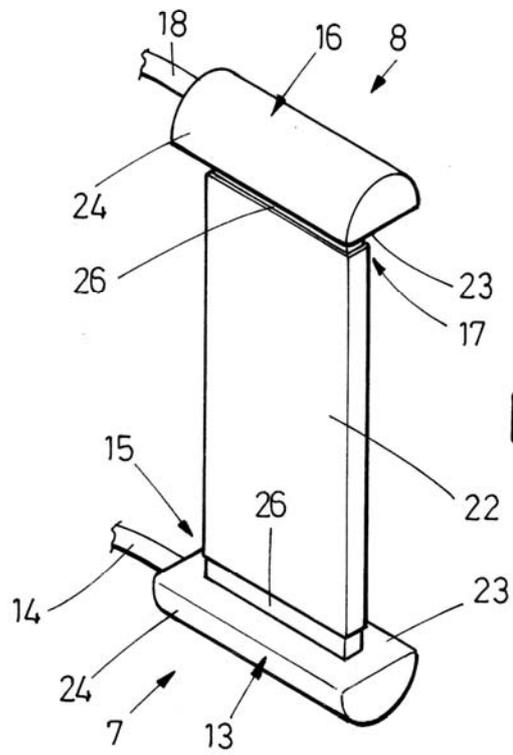


FIG. 4

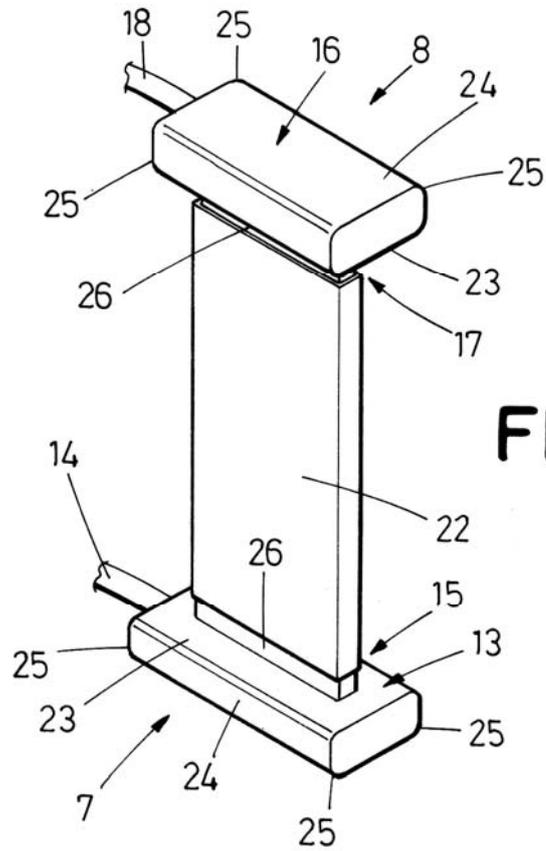


FIG.5

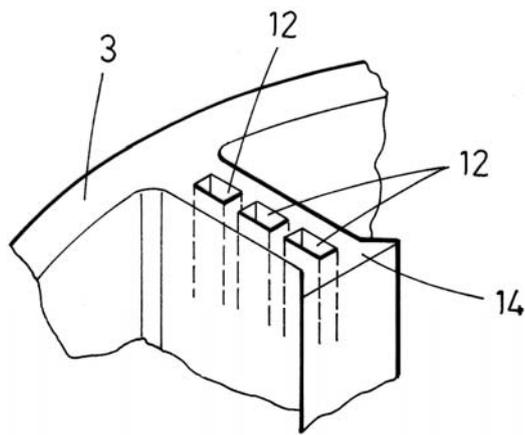


FIG.6

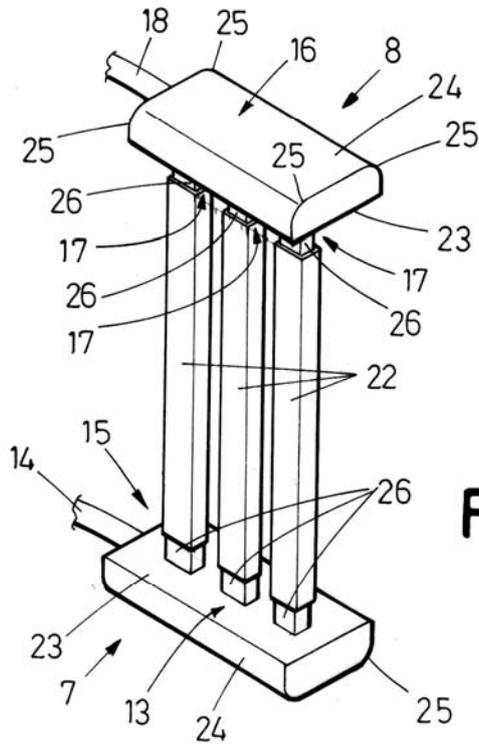


FIG. 7

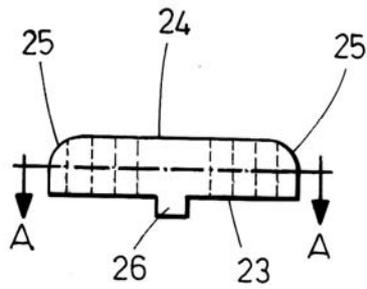


FIG. 8a

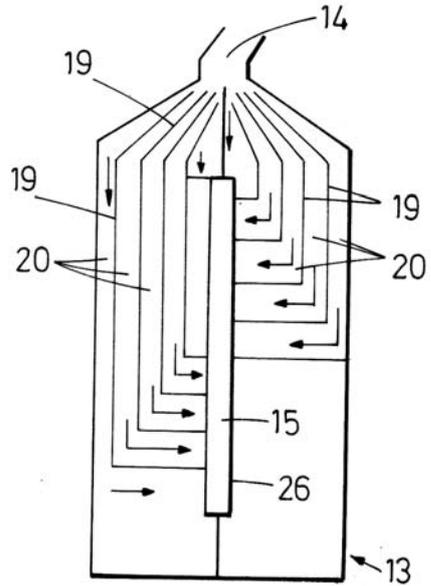


FIG. 8b

A-A

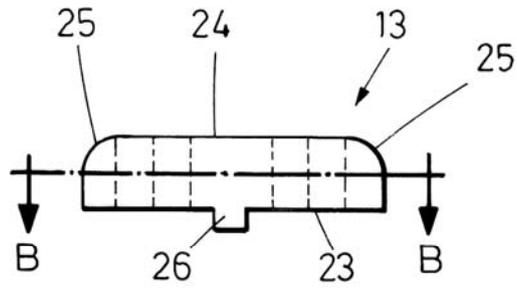


FIG. 9a

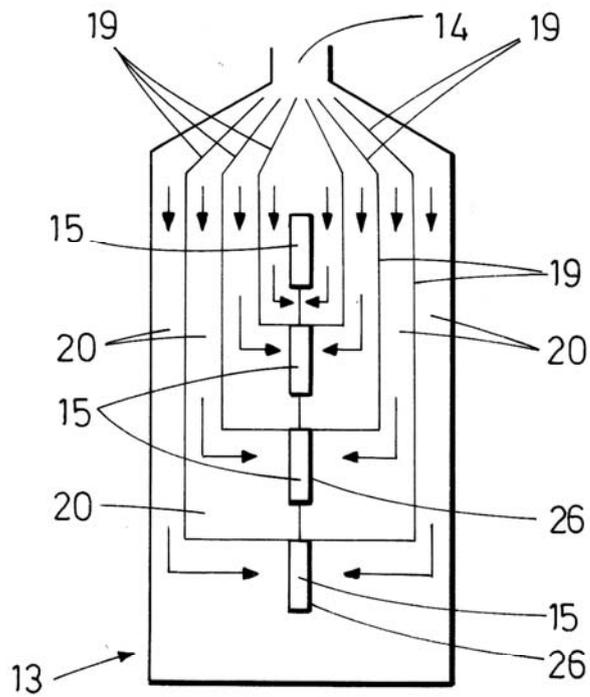


FIG. 9b

B-B