

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 834**

51 Int. Cl.:

H02K 1/20 (2006.01)
H02K 1/32 (2006.01)
H02K 15/00 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)
H02K 1/14 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2019** E 19382641 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022** EP 3771073

54 Título: **Módulos electromagnéticos de máquinas eléctricas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.05.2022

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA
S.L. (100.0%)
C/ Roc Boronat, 78
08005 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**URRESTY, JULIO CÉSAR;
RAMTAHAL, SADEO y
MUÑIZ CASAIS, CÉSAR**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 910 834 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

Módulos electromagnéticos de máquinas eléctricas

5 **[0001]** La presente divulgación se refiere a módulos electromagnéticos para máquinas eléctricas que tienen un canal de refrigeración, y a un método para extraer un módulo electromagnético de una máquina eléctrica.

ANTECEDENTES

10 **[0002]** Las máquinas eléctricas, como los motores y los generadores, constan generalmente de una estructura de rotor y una estructura de estator. Los grandes generadores eléctricos pueden ser generadores de imanes permanentes (PMG) o generadores excitados eléctricamente.

15 **[0003]** Estos generadores pueden utilizarse, por ejemplo, en turbinas eólicas, en particular en turbinas eólicas marítimas. Las turbinas eólicas constan generalmente de un rotor con un buje y una pluralidad de palas. El rotor se pone en rotación bajo la influencia del viento en las palas. La rotación del eje del rotor acciona directamente el rotor del generador ("accionamiento directo") o mediante el uso de una multiplicadora. Un generador de turbina eólica de accionamiento directo de este tipo puede tener, por ejemplo, un diámetro de 6 a 10 metros (236 - 328 pulgadas), una longitud de, por ejemplo, 2 a 3 metros (79 - 118 pulgadas) y puede girar a baja velocidad, por ejemplo, en el rango de 20 **[0004]** 2 a 20 rpm (revoluciones por minuto). Alternativamente, los generadores de imanes permanentes o los generadores de excitación eléctrica también pueden estar acoplados a una multiplicadora que aumenta la velocidad de rotación del generador hasta, por ejemplo, entre 50 y 500 rpm o incluso más.

25 **[0004]** Las máquinas eléctricas comprenden un rotor que gira con respecto al estator. El rotor puede ser la estructura interior y el estator la estructura exterior. En este caso, el estator rodea al rotor. Alternativamente, en algunas configuraciones puede ser lo contrario, es decir, el rotor rodea al estator.

30 **[0005]** En el caso de los generadores de imanes permanentes (PMG), los imanes permanentes (PM) suelen estar dispuestos en el rotor (aunque también podrían estar dispuestos alternativamente en la estructura del estator), mientras que los elementos devanados (por ejemplo, las bobinas) suelen estar incluidos en el estator (aunque podrían estar dispuestos alternativamente en la estructura del rotor). Los generadores de imanes permanentes suelen considerarse fiables y requieren menos mantenimiento que otras tipologías de generadores.

35 **[0006]** Se pueden proporcionar múltiples imanes permanentes en módulos de imanes permanentes, que pueden fijarse al rotor como un único elemento. Un módulo de imanes permanentes puede definirse como una unidad que tiene una pluralidad de imanes permanentes, de manera que la pluralidad de imanes puede montarse y desmontarse conjuntamente. Dicho módulo puede tener una base de módulo con una forma adecuada para albergar o para llevar una pluralidad de imanes permanentes que pueden ser fijados a la base. La base puede estar configurada para ser fijada a un borde del rotor de manera que la pluralidad de imanes se fije conjuntamente al borde del rotor a través de 40 la base del módulo. El uso de módulos de imanes permanentes puede facilitar la fabricación de un rotor.

45 **[0007]** El estator puede comprender generalmente devanados eléctricos o de estator. Los devanados del estator pueden estar dispuestos en segmentos del estator. Una pluralidad de segmentos del estator puede estar conectada a un borde del estator a lo largo de la circunferencia del estator. Los segmentos del estator pueden comprender una base configurada para ser fijada al borde del estator y un diente que sobresale de la base que recibe un devanado del estator. El devanado del estator puede estar enrollado alrededor del diente. Un segmento de estator puede comprender una pluralidad de dientes y una pluralidad de devanados del estator enrollados alrededor de cada uno de los dientes. Por consiguiente, los devanados del estator pueden montarse y desmontarse en o desde el estator a través de los segmentos del estator. El uso de segmentos de estator puede facilitar la fabricación de un estator y la 50 sustitución de estator o devanados eléctricos que funcionen mal.

55 **[0008]** Los componentes electromagnéticos de una máquina eléctrica, por ejemplo, los módulos de imanes permanentes y los devanados del estator, pueden refrigerarse para reducir las pérdidas de calor, de modo que se pueda optimizar el rendimiento de la máquina eléctrica. Pueden proporcionarse canales de refrigeración por aire en el estator y/o en el rotor para enfriar los componentes electromagnéticos. Por ejemplo, pueden formarse canales de refrigeración por aire en los módulos de imanes permanentes o en los segmentos del estator. Sin embargo, los grandes canales de refrigeración por aire pueden debilitar el comportamiento estructural del rotor o de los componentes del estator.

60 **[0009]** Los componentes electromagnéticos, por ejemplo, los módulos de imanes permanentes o los segmentos del estator, pueden deteriorarse durante su uso y tener que ser reparados o sustituidos por otros. Por lo tanto, los componentes electromagnéticos pueden tener que ser extraídos. Sin embargo, los componentes electromagnéticos pueden ser atraídos por otros componentes electromagnéticos. Por ejemplo, los componentes electromagnéticos asociados al estator suelen ser atraídos electromagnéticamente por los componentes electromagnéticos asociados al rotor. En consecuencia, para extraer un componente electromagnético de la máquina eléctrica puede ser necesario 65 contrarrestar las fuerzas electromagnéticas creadas entre los componentes electromagnéticos. Esto también puede

ocurrir cuando se inserta un componente electromagnético en una máquina eléctrica. Estas operaciones de fabricación o mantenimiento pueden dificultar el diseño de los componentes electromagnéticos y también de la máquina eléctrica. Esto puede ocurrir específicamente en los generadores eléctricos para turbinas eólicas de accionamiento directo, ya que las fuerzas electromagnéticas entre el rotor y el estator son grandes.

[0010] El tamaño y el tipo de máquinas eléctricas y los problemas potenciales aquí descritos no se limitan a los generadores en aplicaciones marinas de accionamiento directo, y ni siquiera al ámbito de las turbinas eólicas únicamente. Las máquinas eléctricas de dimensiones considerables que pueden sufrir los mismos problemas y/o tener las mismas complicaciones también pueden encontrarse, por ejemplo, en las turbinas de vapor y las turbinas de agua. El documento WO2013144288 se refiere a una máquina similar.

[0011] La presente divulgación proporciona ejemplos de sistemas y métodos que resuelven, al menos parcialmente, algunos de los inconvenientes mencionados.

RESUMEN

[0012] En un aspecto, se proporciona un método para extraer un módulo electromagnético de una máquina eléctrica que tiene un rotor y un estator. La máquina eléctrica comprende una pluralidad de módulos electromagnéticos que tienen un material electromagnético, siendo el material electromagnético uno de un imán permanente y un devanado del estator. Los módulos electromagnéticos comprenden una base y un soporte que se extiende desde la base y que soporta el material electromagnético. La base comprende una superficie inferior y una primera superficie lateral. La primera superficie lateral comprende una ranura que se extiende axialmente y que define un canal de refrigeración con una ranura que se extiende axialmente de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente. El método comprende la inserción de una varilla en un canal de refrigeración formado por la ranura del módulo electromagnético a extraer y una ranura de un módulo electromagnético adyacente; la liberación del módulo electromagnético a extraer de una estructura de la máquina eléctrica; y el deslizamiento del módulo electromagnético a extraer a lo largo de la varilla.

[0013] Según este aspecto, el canal de refrigeración formado por las ranuras de dos módulos electromagnéticos vecinos puede utilizarse para introducir una varilla que contrarreste las fuerzas electromagnéticas del interior de la máquina eléctrica que actúan sobre el módulo electromagnético a extraer. Por ejemplo, si el módulo electromagnético a extraer es un módulo estator, los imanes permanentes dispuestos en el rotor pueden atraer al módulo estator. De este modo, pueden crearse fuerzas electromagnéticas entre los módulos electromagnéticos dispuestos en el estator y los módulos electromagnéticos dispuestos en el rotor. La varilla puede quedar retenida radialmente dentro de la ranura del módulo electromagnético adyacente. El módulo electromagnético que debe extraerse puede deslizarse a lo largo de la varilla de manera que ésta retenga o mantenga la posición radial del módulo electromagnético. Se pueden evitar los desplazamientos radiales de los módulos electromagnéticos, por ejemplo, del estator al rotor. En consecuencia, un solo canal tiene ambas funciones: enfriar el material electromagnético y recibir una varilla para extraer un módulo electromagnético. De este modo, se puede evitar la formación de varios canales en un módulo electromagnético con funciones independientes. Como resultado, se puede evitar el debilitamiento del comportamiento estructural del módulo electromagnético y se puede proporcionar un módulo electromagnético más compacto. Además, como se requieren menos canales en la base de un módulo electromagnético, el flujo magnético que atraviesa el módulo electromagnético puede optimizarse y la eficiencia eléctrica de la máquina eléctrica puede mejorarse.

[0014] En otro aspecto, se proporciona un método para insertar un módulo electromagnético en una máquina eléctrica. La máquina eléctrica comprende un rotor, un estator y una pluralidad de módulos electromagnéticos que tienen un material electromagnético. El material electromagnético es uno de un imán permanente y un devanado del estator. Los módulos electromagnéticos comprenden una base y un soporte que se extiende desde la base y que soporta el material electromagnético. La base comprende una superficie inferior y una primera superficie lateral. La primera superficie lateral comprende una ranura de extensión axial, la ranura de extensión axial está configurada para definir un canal de refrigeración con una ranura de extensión axial de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente. El método comprende la inserción de una varilla en la ranura de un módulo electromagnético fijado a una estructura de la máquina eléctrica, la inserción de una porción de la varilla en una porción de la ranura del módulo electromagnético a ser insertado, el deslizamiento del módulo electromagnético a ser insertado a lo largo de la varilla para posicionar el módulo electromagnético a ser insertado adyacente al módulo electromagnético fijado a la estructura de la máquina eléctrica, y la fijación del módulo electromagnético a la estructura de la máquina eléctrica.

[0015] Según este aspecto, el canal de refrigeración formado por las ranuras de dos módulos electromagnéticos vecinos puede utilizarse para insertar un módulo electromagnético en una máquina eléctrica. De forma similar a la extracción de un módulo electromagnético, la varilla puede retener radialmente el módulo electromagnético que se inserta en la máquina eléctrica.

[0016] En otro aspecto más, se proporciona un segmento de estator. El segmento de estator comprende una base y un diente que sobresale de la base y que recibe un devanado del estator. La base comprende una superficie inferior

y una primera superficie lateral que tiene una ranura que se extiende axialmente. La ranura comprende una superficie superior y una superficie inferior. La ranura está configurada para formar un canal de refrigeración con una ranura que se extiende axialmente de una primera superficie lateral de un segmento adyacente del estator. El canal de refrigeración está configurado además para recibir una varilla para extraer el segmento de estator de un borde del estator y enfriar el devanado del estator.

[0017] Según este aspecto, el canal de refrigeración puede utilizarse para enfriar el devanado del estator y para facilitar la extracción o inserción del segmento de estator en una máquina eléctrica. Durante la extracción o inserción del segmento de estator, se puede introducir una varilla en el canal de refrigeración formado por la ranura del segmento de estator que se va a extraer y la ranura de un segmento de estator adyacente. Además, como el canal de refrigeración está dispuesto cerca del devanado del estator, se puede mejorar la refrigeración y aumentar así la eficacia eléctrica de la máquina eléctrica. De este modo, pueden evitarse los canales de refrigeración comúnmente dispuestos en el núcleo del estator. En consecuencia, puede reducirse el tamaño del estator y, por tanto, de la máquina eléctrica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0018] A continuación se describirán ejemplos no limitantes de la presente divulgación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica según un ejemplo de la presente divulgación;

La figura 2 ilustra una vista interna simplificada de una góndola de una turbina eólica según un ejemplo de la presente divulgación;

La figura 3 representa esquemáticamente una vista en sección de dos segmentos de estator adyacentes según un ejemplo de la presente divulgación;

La figura 4 representa de forma esquemática la extracción de un segmento de un estator;

La figura 5 representa esquemáticamente una vista en sección de un segmento de estator según un ejemplo de la presente divulgación;

La figura 6 representa esquemáticamente una vista en sección de un segmento de estator según otro ejemplo de la presente divulgación;

La figura 7 representa esquemáticamente una vista en sección de un módulo de imanes permanentes según un ejemplo de la presente divulgación;

La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo según la presente divulgación de un método para extraer un módulo electromagnético de una máquina eléctrica;

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo según la presente divulgación de un método para extraer un segmento de un estator.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de método para insertar un módulo electromagnético en una máquina eléctrica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS

[0019] En estas figuras se han utilizado los mismos signos de referencia para designar los elementos coincidentes.

[0020] La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de turbina eólica 1. Como se muestra, la turbina eólica 1 incluye una torre 2 que se extiende desde una superficie de apoyo 3, una góndola 4 montada en la torre 2 y un rotor 5 acoplado a la góndola 4. El rotor 5 incluye un buje giratorio 6 y al menos una pala del rotor 7 acoplada y que se extiende hacia el exterior desde el buje 6. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado, el rotor 5 incluye tres palas de rotor 7. Sin embargo, en una realización alternativa, el rotor 5 puede incluir más o menos de tres palas 7. Cada pala del rotor 7 puede estar separada del buje 6 para facilitar la rotación del rotor 5 y permitir que la energía cinética se transfiera del viento a energía mecánica utilizable y, posteriormente, a energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 6 puede estar acoplado de forma rotativa a un generador eléctrico 10 (figura 2) colocado dentro de la góndola 4 o que forme parte de ella para permitir la producción de energía eléctrica. La rotación del rotor puede transmitirse directamente, por ejemplo, en las turbinas eólicas de accionamiento directo, o mediante el uso de una multiplicadora a un generador.

[0021] La figura 2 ilustra una vista interna simplificada de un ejemplo de góndola 4 de una turbina eólica de accionamiento directo 1. Como se muestra, el generador 10 puede estar dispuesto dentro de la góndola 4 o entre la góndola 4 y el rotor 5. En general, el generador 10 puede estar acoplado al rotor 5 de la turbina eólica 1 para generar potencia eléctrica a partir de la energía de rotación generada por el rotor 5. Por ejemplo, el rotor 5 de la turbina eólica puede incluir un buje 6 acoplado a un rotor 20 de un generador 10 para su rotación. La rotación del buje 6 puede así

impulsar el rotor 20 del generador 10.

[0022] En la figura 2, el rotor de la turbina eólica 5 puede estar montado de forma giratoria en un bastidor de soporte 9 a través de dos rodamientos del rotor 8. En otros ejemplos, el bastidor de soporte 9 puede no extenderse a través del buje 6 y, por lo tanto, el rotor puede estar soportado por un único rodamiento del rotor 8, comúnmente llamado rodamiento principal.

[0023] El generador 10 puede estar acoplado eléctricamente al convertidor. El convertidor de la turbina eólica puede adaptar la potencia eléctrica de salida del generador a los requisitos de la red eléctrica.

[0024] El generador 10 puede comprender un rotor 20 y un estator 30. En la figura 2, el estator 30 rodea al rotor 20; sin embargo, en otros ejemplos, el rotor puede rodear al estator. Entre el estator 30 y el rotor 20 se dispone un entrehierro 40. El estator puede estar montado de forma rígida en el bastidor de soporte 9. El rotor puede estar montado de forma giratoria en el estator a través de un rodamiento del generador 11, de modo que el rotor pueda girar con respecto al estator en torno a un eje de rotación. El rotor puede extenderse desde un primer lado, por ejemplo, desde el interior de la góndola 4, hasta un segundo lado, el rotor de la turbina eólica 5.

[0025] La figura 3 representa esquemáticamente una vista en sección de dos segmentos de estator adyacentes según un ejemplo de la presente divulgación. Un segmento de estator es un ejemplo de módulo electromagnético de una máquina eléctrica.

[0026] Los segmentos de estator 35, 135 de la figura 3 comprenden una base 50, 150 y un diente 80, 180 que sobresale de la base 50, 150 y que recibe un devanado del estator 81, 181. La base 35, 135 comprende una superficie inferior 53, 153 y una primera superficie lateral 51, 151 que tiene una ranura que se extiende axialmente 60, 160. La ranura que se extiende axialmente 60, 160 comprende una superficie superior y una superficie inferior. En este ejemplo, las superficies superior e inferior de las ranuras son sustancialmente planas.

[0027] El primer lado 51 del segmento estator 35 se enfrenta al primer lado 151 del segmento estator 135. Las ranuras 60 y 160 forman un canal de refrigeración 70. El canal de refrigeración 70 está configurado para recibir una varilla para extraer uno de los segmentos de estator de un borde del estator 31. El canal de refrigeración 70 está configurado además para eliminar el calor de los devanados del estator 81 y 181. En algunos ejemplos, el canal de refrigeración 70 está configurado además para recibir una varilla para insertar un segmento de estator en una máquina eléctrica.

[0028] La superficie superior y la superficie inferior de las ranuras de esta figura son sustancialmente paralelas entre sí. La superficie superior y la superficie inferior pueden extenderse de forma sustancialmente perpendicular a la primera superficie lateral. En este ejemplo, el canal de refrigeración 70 tiene una forma sustancialmente rectangular.

[0029] En este ejemplo, los segmentos del estator 35,135 comprenden además una segunda superficie lateral 52, 152 que comprende una ranura 60, 160 que se extiende axialmente y que tiene una superficie superior y otra inferior. La ranura dispuesta en la primera superficie lateral puede ser similar a la ranura de la segunda superficie lateral.

[0030] Los dientes 80, 180 de la figura 3 se extienden sustancialmente perpendiculares a la superficie inferior 53, 153 de la base. En este ejemplo, las superficies laterales primera 51, 151 y segunda 52, 152 son sustancialmente paralelas entre sí. Además, estas superficies laterales son sustancialmente perpendiculares a la superficie inferior 53, 153.

[0031] Una varilla puede estar sujeta o retenida entre la superficie superior y las superficies inferiores de una ranura. La superficie superior de la ranura puede entrar en contacto con la superficie superior de una varilla insertada en el canal de refrigeración. La superficie superior de la ranura puede así limitar un movimiento radial de la varilla dentro del canal de refrigeración. Del mismo modo, la superficie inferior de la ranura puede entrar en contacto con una superficie inferior de una varilla insertada en el canal de refrigeración para limitar un movimiento radial de la varilla.

[0032] Una media porción de la superficie superior y una media porción de la superficie inferior de la varilla pueden entrar en contacto respectivamente con las superficies superior e inferior de una de las ranuras. Una media porción de la varilla puede estar sustancialmente retenida por una de las ranuras, mientras que la otra media porción de la varilla puede estar sustancialmente retenida por la otra ranura que define el canal de refrigeración.

[0033] En este ejemplo, los segmentos de estator 35, 135 están conectados al borde de estator 31 a través de un sujetador o una pluralidad de sujetadores. En particular, la base comprende un rebaje axial 58, 158 que recibe un ancla 22, 122. El anclaje 22, 122 puede ajustarse a la forma del rebaje 58, 158 para mantener el segmento de estator en su sitio. El anclaje puede comprender un orificio roscado en el que se puede enroscar un sujetador o un perno 23, 123 para conectar el ancla 22, 122 al borde de estator 31. El perno 23,123 puede pasar a través de un orificio radial previsto en el borde del estator 31 para fijar el segmento de estator al borde de estator. Así, el anclaje puede apretarse para presionar el segmento de estator contra el borde de estator.

[0034] En algunos ejemplos, el anclaje puede comprender una pluralidad de orificios roscados distribuidos a lo largo de su longitud para recibir una pluralidad de pernos que pasen por una pluralidad de orificios dispuestos en el borde

del estator. De este modo, puede establecerse una pluralidad de conexiones entre los segmentos de estator y el borde de estator.

5 **[0035]** El anclaje 22,122 de la figura 3 tiene sustancialmente forma de T. En otros ejemplos, los anclajes pueden tener una forma adecuada para encajar en un rebaje de la base del segmento de estator.

[0036] En otros ejemplos, un sujetador o una pluralidad de sujetadores pueden conectar directamente el segmento de estator al borde de estator.

10 **[0037]** En el ejemplo de la figura 3, el módulo de estator comprende un solo diente que recibe un devanado de estator. Sin embargo, en otros ejemplos, el módulo de estator puede comprender una pluralidad de dientes. Estos dientes pueden recibir un devanado de estator. Por ejemplo, el módulo de estator puede comprender 2 o 3 dientes. Un devanado de estator puede estar enrollado en cada uno de los dientes.

15 **[0038]** La figura 4 representa esquemáticamente la extracción de uno de los segmentos de estator de la figura 3 de un estator.

20 **[0039]** En esta figura, una varilla 90 se introduce en el canal de refrigeración 70 formado por la ranura 60 y la ranura 160. La varilla puede deslizarse axialmente a lo largo del canal de refrigeración. La varilla puede así desplazarse a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a su longitud. El segmento de estator 35 puede extraerse del estator deslizando a lo largo de la varilla 90. En esta figura, el segmento estator 135 está conectado al borde de estator, mientras que el segmento estator 35 ha sido liberado del borde de estator. Por motivos de claridad, en esta figura no se ha ilustrado la conexión de los segmentos de estator al borde de estator ni un rebaje para recibir un anclaje. Sin embargo, los segmentos de estator pueden estar conectados al borde de estator según cualquiera de los ejemplos aquí descritos.

30 **[0040]** Cuando el segmento de estator está unido al borde de estator, la ranura 160 del segmento de estator 135 puede retener la varilla 90 en su lugar. Las superficies superior e inferior de la ranura 160 pueden entrar en contacto, respectivamente, con una parte de las superficies superior e inferior de la varilla para retenerlo. Como resultado, la varilla también puede limitar el movimiento radial del segmento de estator 35 al ser retirado o insertado. De este modo, se pueden contrarrestar las fuerzas de atracción creadas por los imanes permanentes hacia el módulo estator que se retira o inserta. Por ejemplo, las superficies superiores de las ranuras y la superficie superior de la varilla pueden ser planas. Lo mismo puede ocurrir con las superficies inferiores de la ranura y la superficie inferior de la varilla.

35 **[0041]** Una parte de la varilla puede quedar retenida dentro de la ranura 160 del segmento estator 135 (fijado al borde de estator). Una herramienta adicional puede estar conectada a la varilla para evitar un movimiento axial no deseado de la misma, es decir, para evitar un movimiento de la varilla a lo largo de su longitud.

40 **[0042]** La sección transversal de la varilla puede tener una sección transversal similar a la del canal de refrigeración. En la figura 4, la varilla 90 tiene una forma de sección transversal sustancialmente rectangular, como el canal de refrigeración 70. También pueden ser adecuadas otras formas de varillas y canales de refrigeración. En estos ejemplos, la varilla puede encajar sustancialmente en el canal de refrigeración.

45 **[0043]** La figura 5 representa esquemáticamente una vista en sección de un segmento de estator según un ejemplo de la presente divulgación.

50 **[0044]** El segmento estator 35 de la figura 5 comprende una base 50 y un diente 80 que sobresale de la base 50 y que recibe un devanado estator 81. La base 35 comprende una superficie inferior 53 y una primera superficie lateral 51 y una segunda superficie lateral 52. En este ejemplo, la primera 51 y la segunda superficie lateral 52 comprenden una ranura que se extiende axialmente 60. Las ranuras que se extienden axialmente 60 comprenden una superficie superior 61 y una superficie inferior 62. La superficie superior 61 y la superficie inferior de esta figura son planas y sustancialmente perpendiculares a la primera superficie lateral 51 y a la segunda superficie lateral 52.

55 **[0045]** En este ejemplo, las ranuras comprenden además una superficie interior 63 que conecta la superficie superior 61 con la superficie inferior 62. La superficie interior 63 puede ser sustancialmente plana y puede extenderse sustancialmente perpendicular a la superficie superior 61 y a la superficie inferior 62. Así, las ranuras pueden tener una forma de sección transversal rectangular o cuadrada. En algunos ejemplos, la transición entre las superficies de la ranura puede ser redondeada. Las líneas magnéticas que fluyen de un segmento de estator a otro adyacente pueden tener una transición más suave alrededor del canal de refrigeración.

60 **[0046]** Un canal de refrigeración puede estar formado por la ranura 60 del primer lado 51 del segmento de estator de esta figura y una ranura un primer lado de un segmento de estator adyacente o vecino (no ilustrado en la figura 5). El canal de refrigeración puede tener una forma de sección transversal rectangular. Por lo tanto, la varilla puede tener una forma rectangular o cuadrada para ajustarse al canal de refrigeración.

65 **[0047]** La primera superficie lateral 51 de esta figura comprende una primera 511 y una segunda porción 512. La

ranura 60 de la primera superficie lateral 51 puede estar dispuesta entre la primera 511 y la segunda porción 512. La segunda porción 512 puede extenderse desde la base 53 hasta la superficie inferior 62 de la ranura 60. La primera porción 511 puede extenderse desde la superficie superior 61 hasta una primera superficie de apoyo 54. La ranura 60 de la primera superficie lateral 51 puede así estar dispuesta relativamente cerca del devanado eléctrico 81 a refrigerar.

5 **[0048]** En algunos ejemplos, una longitud de la segunda porción 512 puede ser mayor que una longitud de la primera porción 511. Una longitud de la segunda porción se refiere a una distancia entre la superficie inferior 53 y la superficie inferior 62 de la ranura 60. Una longitud de la primera porción se refiere a una distancia entre la superficie inferior 61 de la ranura 60 y la primera superficie de apoyo 54 en la que pueden descansar los devanados eléctricos.

10 **[0049]** Al igual que lo descrito con respecto a la primera superficie lateral 51, la segunda superficie lateral 52 también puede comprender una primera 521 y una segunda porción 522. La ranura 60 puede estar dispuesta entre la primera 521 y la segunda porción 522. Y, por ejemplo, la longitud de la segunda porción 522 puede ser mayor que la de la primera 512.

15 **[0050]** En algunos ejemplos, la longitud de las primeras porciones 511, 521 puede ser mayor o igual que la de las segundas 512, 522.

20 **[0051]** La base puede comprender una primera superficie de apoyo 54 que conecta la primera superficie lateral 51 con el diente 80 y una segunda superficie de apoyo 55 que se extiende desde la segunda superficie lateral 52 hasta el diente. Las superficies de apoyo pueden conectar las primeras porciones de las superficies laterales al diente, en las que las superficies de apoyo pueden entrar en contacto con el devanado del estator. El devanado del estator 81 puede estar enrollado alrededor del diente 80 y puede chocar con la primera superficie de apoyo 54 y con la segunda superficie de apoyo 55. Las superficies de apoyo pueden ser sustancialmente paralelas a la parte inferior 53 y sustancialmente perpendiculares a las superficies laterales.

25 **[0052]** La superficie inferior 53 de este ejemplo comprende un rebaje central 58 para recibir un anclaje 22 para fijar el segmento de estator a un borde del estator. En particular, el anclaje de la figura 5 puede ser conforme al anclaje de la figura 3. En otros ejemplos, también pueden ser adecuados otros sistemas de fijación.

30 **[0053]** La base 50 puede comprender canales de refrigeración adicionales. En la figura 5, estos canales de refrigeración adicionales 71 están formados en la superficie inferior 53 de la base 50. Sin embargo, estos canales de refrigeración adicionales están más alejados de los devanados del estator y del entrehierro de la máquina eléctrica que los canales de refrigeración definidos por las ranuras de los primeros lados de dos segmentos adyacentes del estator. Por lo tanto, el efecto de refrigeración se ve potenciado por los canales de refrigeración formados entre dos segmentos vecinos del estator.

35 **[0054]** La figura 6 representa esquemáticamente una vista en sección de un segmento de estator según otro ejemplo de la presente divulgación. El segmento de estator 35 de la figura 6 es similar al segmento de estator ilustrado en la figura 5, sin embargo, la ranura tiene una forma diferente. Las ranuras del segmento de estator de la figura 6 tienen una forma sustancialmente de cuña. Las ranuras 60 de esta figura comprenden una superficie superior 61 y una superficie inferior 62. La superficie superior 61 puede ser paralela a la superficie inferior 62. Estas superficies superior e inferior pueden ser planas y sustancialmente perpendiculares al primer lado lateral 51 y al segundo lado lateral 52. Además, las ranuras de esta figura comprenden una superficie interior 63 y una superficie inclinada 64. La superficie interior y la superficie inclinada de esta figura son sustancialmente planas.

40 **[0055]** La superficie interior 63 puede extenderse desde la superficie superior 61 hasta la superficie inclinada 64. La superficie interior 63 puede extenderse sustancialmente perpendicular a la superficie superior 61. La superficie inclinada 64 puede extenderse desde la superficie interior 63 hasta la superficie inferior 62. La superficie inclinada 64 puede formar un ángulo superior a 90° con respecto a la superficie interior 63 y con la superficie inferior 64. La distribución de las líneas magnéticas que fluyen de un segmento de estator a otro adyacente puede mejorarse, ya que las líneas magnéticas alrededor del canal de refrigeración pueden tener una transición suave. Así, las pérdidas eléctricas de la máquina eléctrica, por ejemplo, un generador de turbina eólica, pueden reducirse. En algunos ejemplos, los bordes entre las superficies planas de la ranura pueden ser redondeados. La distribución de la densidad de flujo puede mejorarse aún más.

45 **[0056]** Un estator de un generador de turbina eólica puede comprender una pluralidad de segmentos de estator según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados. En concreto, un generador de turbina eólica de accionamiento directo puede comprender un estator que soporte una pluralidad de segmentos de estator según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

50 **[0057]** La figura 7 representa esquemáticamente una vista en sección de un módulo de imán permanente 25 según un ejemplo de la presente divulgación. Un módulo de imán permanente es un ejemplo de módulo electromagnético de una máquina eléctrica.

55 **[0058]** El módulo de imán permanente 25 de la figura 7 comprende una base 50 y un soporte 80 que se extiende

desde la base 50 y que soporta al menos un imán permanente 82. La base comprende una superficie inferior 53 y una primera superficie lateral 51. La primera superficie lateral 51 comprende una ranura que se extiende axialmente 60 que define un canal de refrigeración con una ranura que se extiende radialmente de una primera superficie lateral de un módulo de imán permanente adyacente.

5 **[0059]** En este ejemplo, la base 50 comprende además una segunda superficie lateral 52 que tiene una ranura que puede definir un canal de refrigeración con una ranura de la superficie lateral de un módulo magnético permanente adyacente.

10 **[0060]** En este ejemplo, los imanes permanentes 82 están retenidos dentro de las aberturas axiales perforadas entre la base 50 y el soporte 80. El soporte 80 puede ser un concentrador de flujo. En este ejemplo, los imanes permanentes tienen una configuración en forma de V. Así, los imanes permanentes pueden estar inclinados hacia el exterior.

15 **[0061]** En algunos ejemplos, el soporte se puede conectar de manera ajustable a la base para sujetar un par de imanes permanentes entre ellos. En otros ejemplos, los imanes permanentes también pueden estar dispuestos en una configuración plana.

20 **[0062]** En el ejemplo de la figura 7, el soporte 80 comprende un orificio axial 88 para recibir un anclaje 22. En este ejemplo, el orificio axial 88 y el anclaje 22 tienen una forma de sección transversal sustancialmente circular. Un perno 23 puede pasar a través de un orificio radial del borde de rotor 21 para conectar el anclaje 22. El perno 23 puede enroscarse en un orificio roscado del anclaje 22. En algunos ejemplos, se puede atornillar una pluralidad de pernos en una pluralidad de orificios roscados del anclaje 22.

25 **[0063]** En otros ejemplos, el anclaje puede tener una forma diferente. Por ejemplo, el anclaje puede tener una forma rectangular o una forma de T. Así, el orificio axial puede tener una forma similar.

30 **[0064]** En otros ejemplos, el orificio axial para recibir el anclaje puede estar dispuesto en la base. La base puede comprender un rebaje y el módulo de imán permanente puede fijarse al borde de rotor con un anclaje según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados con respecto a los devanados del estator conectados al borde de estator.

35 **[0065]** Las ranuras de la figura 7 comprenden una superficie superior y otra inferior planas y paralelas, tal como se describe con respecto a los ejemplos de ranuras de los segmentos del estator. A este respecto, la ranura puede ser conforme a cualquiera de los ejemplos aquí descritos.

40 **[0066]** El imán permanente de esta figura puede ser retirado de un rotor o insertado en un rotor utilizando una varilla como se describe con respecto a los ejemplos de retirada de un segmento de estator.

45 **[0067]** Un generador de turbina eólica puede comprender una pluralidad de módulos de imán permanente según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados. El generador de turbina eólica puede ser un generador de turbina eólica de accionamiento directo. El generador de turbina eólica también puede comprender una pluralidad de segmentos de estator según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

50 **[0068]** La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo según la presente divulgación de un método 100 para extraer un módulo electromagnético de una máquina eléctrica.

55 **[0069]** La máquina eléctrica comprende un rotor y un estator. Además, la máquina eléctrica comprende una pluralidad de módulos electromagnéticos conectados a una estructura de la máquina eléctrica. En algunos ejemplos, la estructura de la máquina eléctrica puede comprender un borde de estator o un borde de rotor. El módulo electromagnético puede ser un segmento de estator o un módulo de imán permanente según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

60 **[0070]** El módulo electromagnético comprende una base y un soporte que se extiende desde la base y que soporta un material electromagnético. El material electromagnético puede ser uno de un imán permanente y un devanado del estator. El módulo electromagnético que comprende un imán permanente puede ser un módulo de imán permanente. El módulo electromagnético que comprende un devanado del estator puede ser un segmento de estator.

65 **[0071]** La base del módulo electromagnético comprende una superficie inferior y una primera superficie lateral. La primera superficie lateral comprende una ranura que se extiende axialmente que define un canal de refrigeración con una ranura que se extiende axialmente de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente.

[0072] En el bloque 101, se proporciona la inserción de una varilla en el canal de refrigeración formado por la ranura del módulo electromagnético que se va a extraer y la ranura del módulo electromagnético adyacente. De este modo, la varilla puede quedar retenida dentro del canal de refrigeración.

[0073] La varilla puede encajar en el canal de refrigeración. La ranura que forma el canal de refrigeración puede comprender una superficie superior y otra inferior que se extienden sustancialmente perpendiculares a la primera superficie lateral. La varilla puede comprender dos superficies configuradas para apoyarse en la superficie superior y

en la superficie inferior de las ranuras que forman el canal de refrigeración. Las superficies superior e inferior de la varilla y las ranuras pueden ser sustancialmente planas.

5 **[0074]** La liberación del módulo electromagnético a ser extraído de la estructura de la máquina eléctrica se representa en el bloque 102. El módulo electromagnético a ser extraído puede estar unido al borde de estator o al borde de rotor según cualquiera de los ejemplos aquí descritos.

10 **[0075]** En algunos ejemplos, la liberación o desconexión del módulo electromagnético a ser extraído puede comprender el aflojamiento de las sujeciones que conectan el módulo electromagnético a la estructura de la máquina eléctrica. En algunos ejemplos, estas sujeciones pueden ser pernos que conectan la estructura de la máquina eléctrica a un anclaje dispuesto en un rebaje o un orificio del módulo electromagnético.

15 **[0076]** Una varilla insertada en el interior del canal de refrigeración formado entre el módulo electromagnético a extraer y el módulo electromagnético adyacente puede retener un movimiento radial del módulo electromagnético a extraer.

20 **[0077]** El método puede comprender además la retención de la varilla dentro de la ranura del segmento adyacente del estator, que está fijado a la estructura de la máquina eléctrica. Por ejemplo, una herramienta adicional puede impedir un movimiento axial de la varilla a lo largo de la ranura. Esto puede ayudar a facilitar la extracción del módulo electromagnético que se va a extraer.

25 **[0078]** En el bloque 103, se representa el deslizamiento del módulo electromagnético a extraer a lo largo de la varilla. El módulo electromagnético puede deslizarse axialmente y la varilla puede mantener la posición radial del módulo electromagnético. Por ejemplo, si el módulo electromagnético es un segmento de estator, la distancia entre el segmento de estator que se desliza a lo largo de la varilla y los imanes permanentes dispuestos en el rotor puede mantenerse así. En consecuencia, se pueden contrarrestar las fuerzas electromagnéticas que atraen o repelen los módulos electromagnéticos.

30 **[0079]** La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo según la presente divulgación de un método 110 para extraer un segmento de estator de un estator.

[0080] El estator comprende una pluralidad de segmentos del estator conectados a un borde del estator. Los segmentos del estator pueden estar de acuerdo con cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

35 **[0081]** Los segmentos del estator pueden comprender una base y un diente que sobresale de la base y que soporta un devanado del estator. La base puede comprender una superficie inferior para entrar en contacto con el borde de estator y una primera superficie lateral. La primera superficie lateral puede comprender una ranura que se extiende axialmente. Esta ranura puede formar un canal de refrigeración con una ranura de extensión axial de una primera superficie lateral de un segmento adyacente del estator.

40 **[0082]** En algunos ejemplos, la ranura puede estar dispuesta entre una primera y una segunda porción de la primera superficie lateral. En algunos ejemplos, los segmentos del estator pueden comprender además una segunda superficie lateral que tenga una ranura.

45 **[0083]** La ranura puede ser conforme a cualquiera de los ejemplos aquí divulgados. Por ejemplo, la ranura puede comprender una superficie superior plana y una superficie inferior plana. Estas superficies pueden extenderse perpendicularmente a la primera superficie lateral.

50 **[0084]** La ranura puede comprender además una superficie interior y una superficie inclinada. Las superficies interior e inclinada pueden ser sustancialmente planas. La superficie interior puede extenderse desde la superficie superior hasta la superficie inclinada. La superficie inclinada puede conectar la superficie interior con la superficie inferior. La superficie inclinada puede formar un ángulo superior a 90° con respecto a la superficie interior y a la superficie inferior. En algunos ejemplos, la transición entre las superficies planas de la ranura puede ser redondeada. Con estas formas, las líneas magnéticas que atraviesan la base pueden ser guiadas alrededor del canal de refrigeración de forma suave, reduciendo las pérdidas magnéticas.

55 **[0085]** En el bloque 111, se introduce una varilla en el canal de refrigeración formado por la ranura del segmento de estator que se va a extraer y la ranura del segmento de estator adyacente. La varilla puede deslizarse axialmente a lo largo del canal de refrigeración. De este modo, la varilla puede quedar retenida dentro del canal de refrigeración. Una superficie superior o inferior de la varilla puede entrar en contacto con las superficies superior o inferior de las ranuras que forman el canal de refrigeración. Estas superficies pueden ser sustancialmente planas. La varilla puede quedar así retenida en el interior del canal de refrigeración. La varilla puede tener una forma sustancialmente similar a la sección transversal del canal de refrigeración.

60

65 **[0086]** El bloque 112 representa la liberación del segmento de estator para ser retirado del mismo. Esto puede comprender aflojar las sujeciones que conectan el segmento de estator al borde de estator. El segmento de estator que se va a extraer puede estar conectado al borde de estator según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

[0087] El bloque 113 representa el deslizamiento del segmento de estator que se va a extraer a lo largo de la varilla. La varilla queda retenida por la ranura del segmento de estator adyacente. Se impide que el segmento de estator se desplace hacia los módulos de imanes permanentes del rotor. La varilla puede ser retenida dentro de la ranura del segmento estator adyacente para evitar que se deslice junto con el segmento estator que se retira.

5 **[0088]** La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de método 200 para insertar un módulo electromagnético en una máquina eléctrica.

10 **[0089]** La máquina eléctrica comprende un rotor y un estator. Además, la máquina eléctrica comprende una pluralidad de módulos electromagnéticos conectados a una estructura de la máquina eléctrica. Los módulos electromagnéticos pueden ser conformes a cualquiera de los ejemplos aquí divulgados. En algunos ejemplos, la estructura de la máquina eléctrica puede comprender un borde de estator o un borde de rotor. El módulo electromagnético puede ser un segmento de estator o un módulo de imán permanente según cualquiera de los ejemplos aquí divulgados.

15 **[0090]** La base del módulo electromagnético comprende una superficie inferior y una primera superficie lateral. La primera superficie lateral comprende una ranura que se extiende axialmente que define un canal de refrigeración con una ranura que se extiende axialmente de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente.

20 **[0091]** En el bloque 201, insertar una varilla en la ranura de un módulo electromagnético fijado a una estructura de la máquina eléctrica. La varilla puede quedar así retenida dentro de la ranura de este módulo electromagnético.

25 **[0092]** La inserción de una porción de la varilla en una porción de la ranura del módulo electromagnético a ser insertado se representa en el bloque 202. El módulo electromagnético puede colocarse cerca de la máquina eléctrica de manera que la ranura pueda recibir una porción de la varilla.

30 **[0093]** En el bloque 203, deslizar el módulo electromagnético a ser insertado a lo largo de la varilla para posicionar el módulo electromagnético a ser insertado adyacente al módulo electromagnético fijado a la estructura de la máquina eléctrica. El módulo electromagnético puede deslizarse axialmente a lo largo de la varilla. De este modo, la varilla puede retener radialmente el módulo electromagnético que se inserta.

35 **[0094]** En el bloque 204, el módulo electromagnético se fija a la estructura de la máquina eléctrica. De este modo, tras posicionar el módulo electromagnético deslizándolo a lo largo de la varilla, el módulo electromagnético puede fijarse a la estructura de la máquina eléctrica. El módulo electromagnético puede fijarse a la máquina eléctrica según cualquiera de los ejemplos aquí descritos.

[0095] Después de fijar el módulo electromagnético a la estructura de la máquina eléctrica, se puede extraer la varilla.

40 **[0096]** En algunos ejemplos, el módulo electromagnético puede comprender un segmento de estator con al menos un devanado de estator y la estructura de la máquina eléctrica puede comprender un borde de estator del estator. En otros ejemplos, el módulo electromagnético puede comprender un módulo de imán permanente y la estructura de la máquina eléctrica puede comprender un borde de rotor.

45 **[0097]** Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo las realizaciones preferentes, y también para permitir a cualquier persona experta en la materia practicar la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Estos otros ejemplos se incluyen en el ámbito de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones. Los aspectos de las diversas realizaciones descritas, así como otros equivalentes conocidos para cada uno de dichos aspectos, pueden ser mezclados y combinados por un experto en la materia para construir realizaciones y técnicas adicionales de acuerdo con los principios de esta solicitud. Si los signos de referencia relacionados con los dibujos se colocan entre paréntesis en una reivindicación, son únicamente para intentar aumentar la inteligibilidad de la misma, y no se interpretarán como una limitación del alcance de la reivindicación.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método (100) para extraer un módulo electromagnético (25, 35) de una máquina eléctrica que tiene un rotor (20) y un estator (30), comprendiendo la máquina eléctrica una pluralidad de módulos electromagnéticos (25, 35, 135) con un material electromagnético (81, 82, 181), siendo el material electromagnético (81, 82, 181) uno de un imán permanente (82) y un devanado de estator (81, 181), comprendiendo los módulos electromagnéticos (25, 35, 135):
- 10 una base (50) y un soporte (80) que se extiende desde la base (50) y que soporta el material electromagnético (81, 82, 181), comprendiendo la base (50):
- 15 una superficie inferior (53);
una primera superficie lateral (51) que comprende una ranura (60) que se extiende axialmente que define un canal de refrigeración (70) con una ranura que se extiende axialmente de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente;
- 20 el método (100) comprendiendo:
- insertar (101) una varilla en el canal de refrigeración formado por la ranura del módulo electromagnético que se va a extraer y la ranura de un módulo electromagnético adyacente;
liberar (102) el módulo electromagnético para extraerlo de una estructura de la máquina eléctrica; y
deslizar (103) el módulo electromagnético a extraer a lo largo de la varilla.
- 25 2. El método (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo electromagnético (25, 35, 135) comprende un módulo de imán permanente (25) con al menos un imán permanente (82) y la estructura de la máquina eléctrica comprende un borde de rotor (21) del rotor (20).
- 30 3. El método (100) según la reivindicación 1, en el que el módulo electromagnético (25, 35, 135) comprende un segmento de estator (35, 135) con al menos un devanado de estator (81, 181) y la estructura de la máquina eléctrica comprende un borde de estator (31) del estator (30).
- 35 4. El método (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que desconectar (102) el módulo electromagnético a extraer comprende aflojar las sujeciones que conectan el módulo electromagnético a la estructura de la máquina eléctrica.
5. El método (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que el método (100) comprende retener una parte de la varilla dentro de la ranura del módulo electromagnético adyacente.
- 40 6. El método (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el que la ranura (60, 160) comprende una superficie superior (61) y una inferior (62) que se extienden sustancialmente perpendiculares a la primera superficie lateral (51, 151).
7. Método (200) para insertar un módulo electromagnético (25, 35) en una máquina eléctrica que tiene un rotor (20) y un estator (30), comprendiendo la máquina eléctrica una pluralidad de módulos electromagnéticos (25, 35, 135) con un material electromagnético (81, 82, 182), siendo el material electromagnético (81, 82, 181) uno de un imán permanente (82) y un devanado de estator (81, 181), comprendiendo los módulos electromagnéticos (25, 35, 135):
- 45 una base (50) y un soporte (80) que se extiende desde la base (50) y que soporta el material electromagnético (81, 82, 181), comprendiendo la base (50):
- 50 una superficie inferior (53);
una primera superficie lateral (51) que comprende una ranura (60) que se extiende axialmente, la ranura (60) que se extiende axialmente configurada para definir un canal de refrigeración (70) con una ranura de extensión axial de una primera superficie lateral de un módulo electromagnético adyacente;
- 55 el método (200) comprendiendo:
- insertar (201) una varilla en la ranura de un módulo electromagnético fijado a una estructura de la máquina eléctrica;
insertar (202) una porción de la varilla en una porción de la ranura del módulo electromagnético a ser insertado;
deslizar (203) el módulo electromagnético a ser insertado a lo largo de la varilla para posicionar el módulo electromagnético a ser insertado adyacente al módulo electromagnético fijado a la estructura de la

máquina eléctrica; y
acoplar (204) el módulo electromagnético a la estructura de la máquina eléctrica.

- 5 8. El método según la reivindicación 7, en el que el módulo electromagnético comprende un segmento de estator con al menos un devanado de estator y la estructura de la máquina eléctrica comprende un borde de estator.
9. Un segmento de estator (35) para una máquina eléctrica que comprende:
una base (50) y un diente (80) que sobresale de la base (50) que recibe un devanado de estator (81); la base (50) comprendiendo:
- 10 una superficie inferior (53); y
una primera superficie lateral (51) que tiene una ranura (60) que se extiende axialmente que comprende una superficie superior (61) y una superficie inferior (62); y
en el que la ranura (60) está configurada para formar un canal de refrigeración (70) con una ranura (160) que se extiende axialmente de una primera superficie lateral (151) de un segmento adyacente de estator (135), estando el canal de refrigeración (70) configurado para recibir una varilla (90) para extraer el
15 segmento de estator (35) de un borde de estator (31) y para refrigerar el devanado de estator (81).
10. El segmento de estator (35) según la reivindicación 9, en el que el segmento de estator (35) comprende una segunda superficie lateral (52) que tiene una ranura (60) que se extiende axialmente y que comprende una
20 superficie superior (61) y una superficie inferior (62).
11. El segmento de estator (35) según la reivindicación 10, en el que las superficies laterales (51, 52) comprenden una primera (511, 521) y una segunda porción (512, 522); y en el que las ranuras (60) están entre la primera (511, 521) y la segunda porción (512, 522).
12. El segmento de estator (35) según cualquiera de las reivindicaciones 9 – 11, en el que la superficie superior (61) y la inferior (62) son sustancialmente paralelas entre sí.
25
13. El segmento de estator (35) según cualquiera de las reivindicaciones 9 – 12, en el que la superficie superior (61) y la superficie inferior (62) están configuradas para sostener una varilla (90) recibida por el canal de refrigeración (70).
14. El segmento de estator (35) según cualquiera de las reivindicaciones 9 – 13, en el que la ranura (60) comprende una superficie interior (63) y una superficie inclinada (64); la superficie interior (63) se extiende perpendicularmente desde la superficie superior (61) a la superficie inclinada (64) y la superficie inclinada (64) se extiende desde la superficie interior (63) a la superficie inferior (62), en la que la superficie inclinada (64) forma un ángulo superior a 90° con respecto a la superficie interior (63) y con la superficie inferior (62).
30
15. El segmento de estator (35) según la reivindicación 14, en el que las superficies (61, 62, 63, 64) de la ranura son sustancialmente planas y una transición entre las superficies (61, 62, 63, 64) de la ranura es redondeada.
35

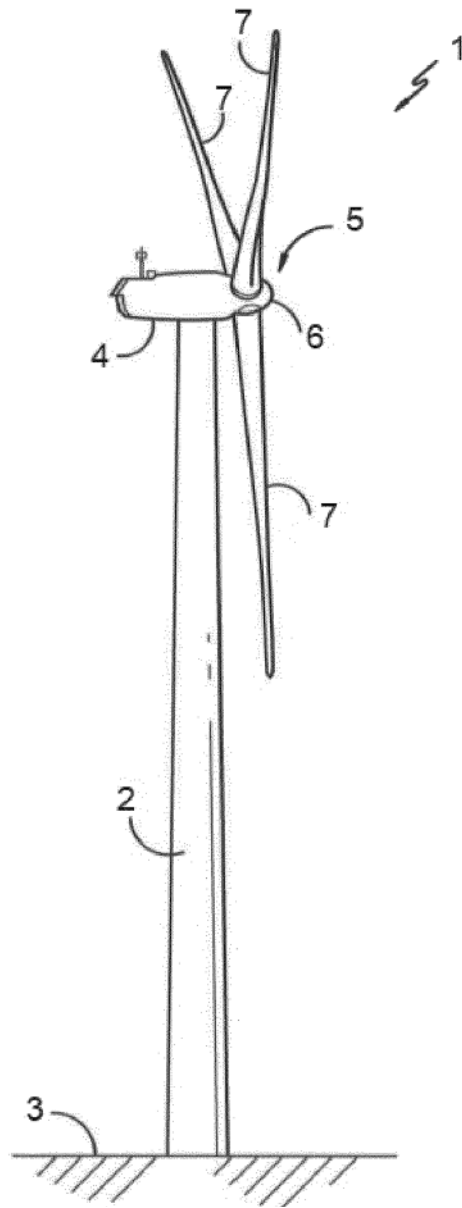


Figura 1

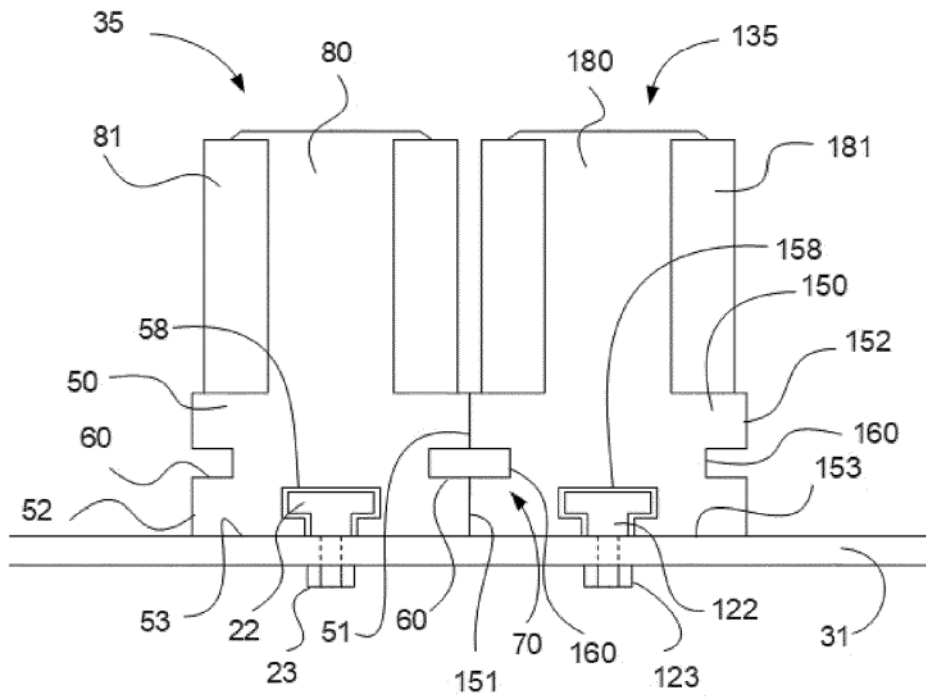


Figura 3

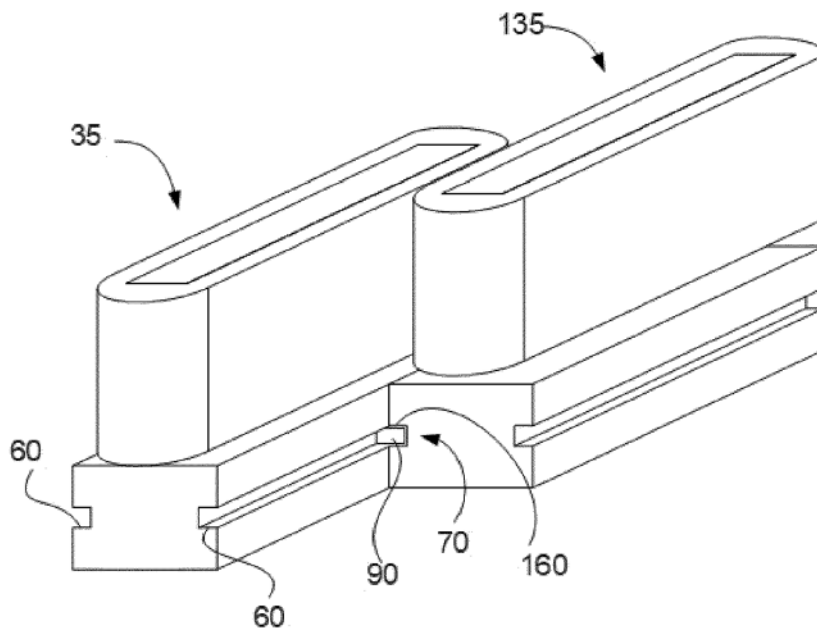


Figura 4

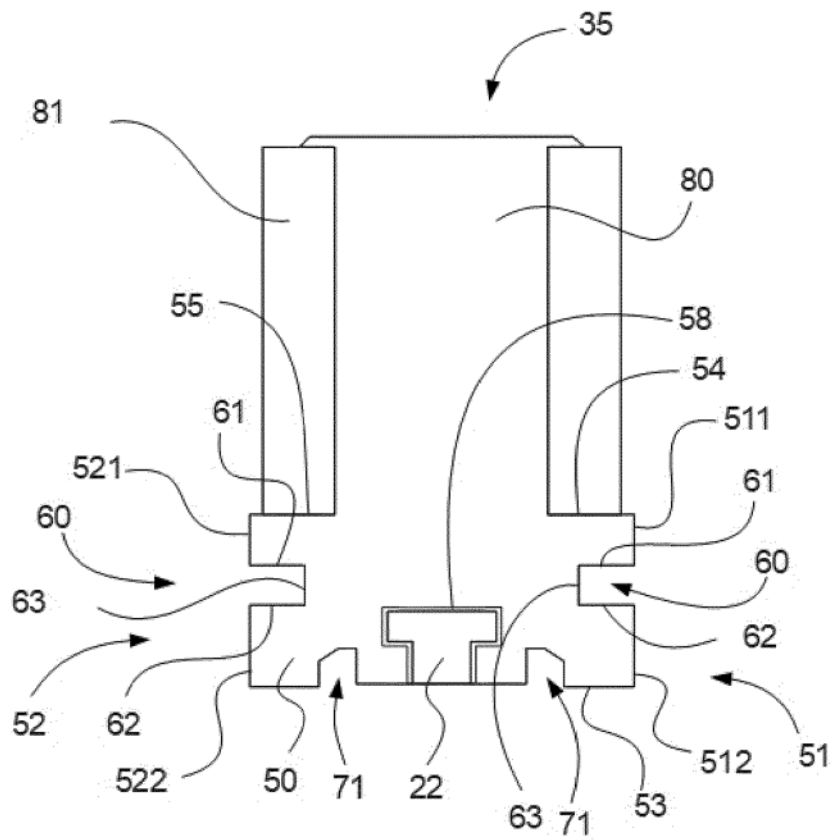


Figura 5

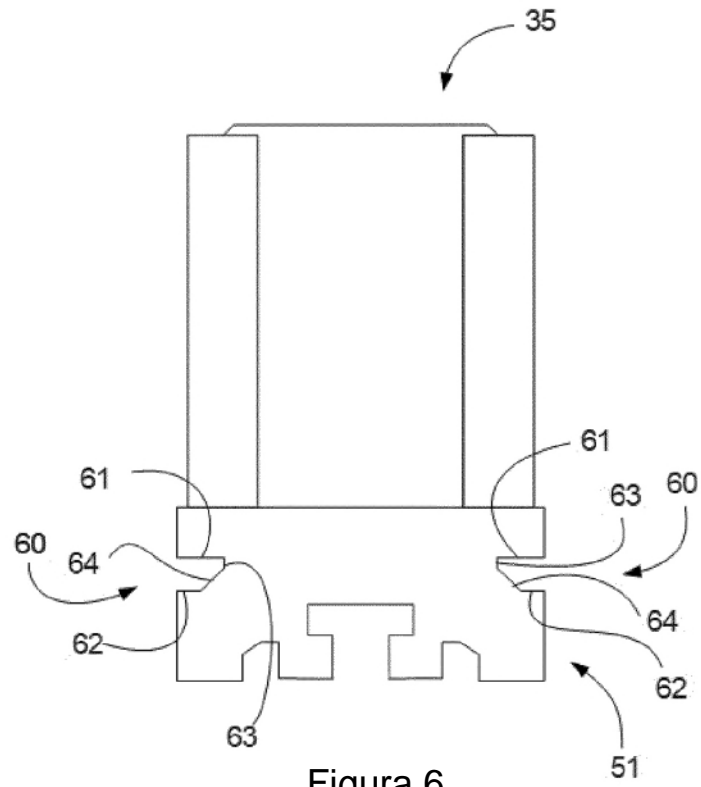


Figura 6

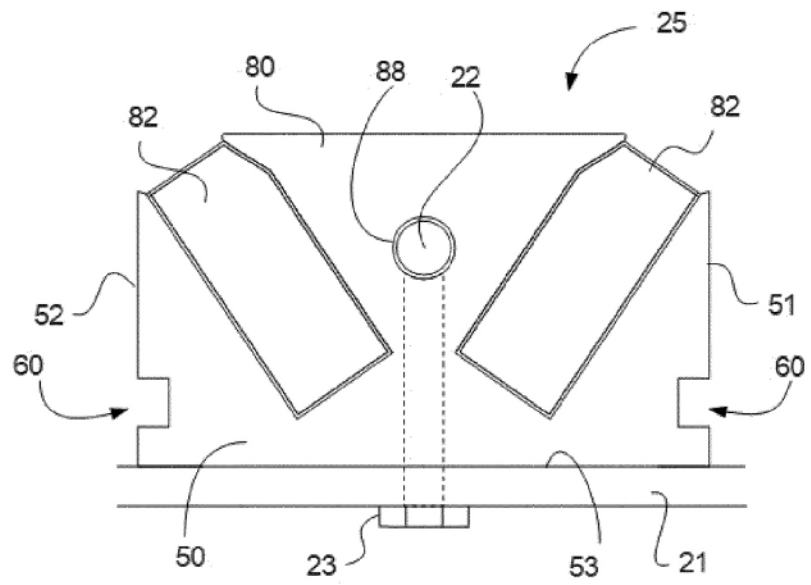


Figura 7

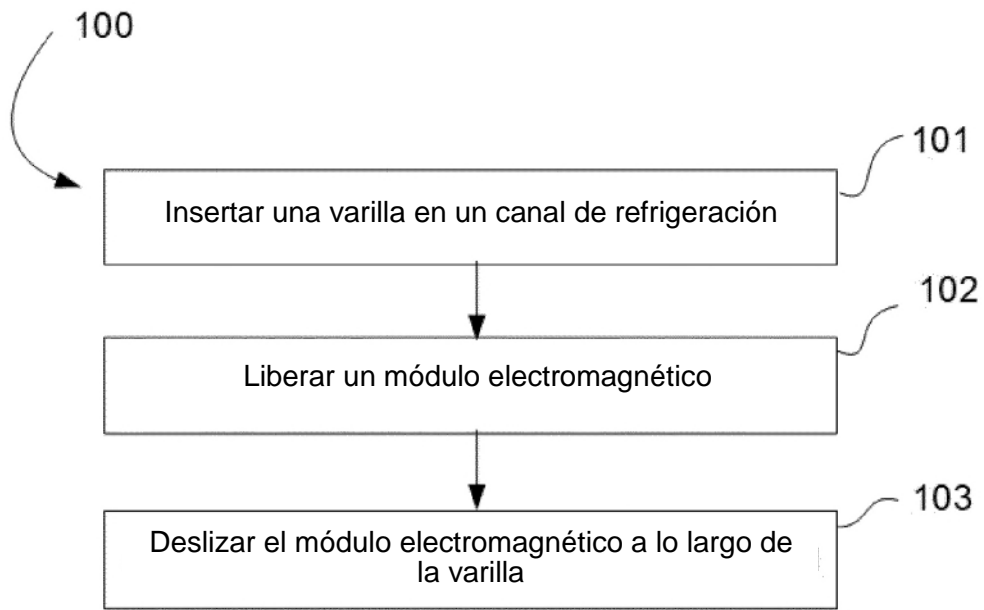


Figura 8

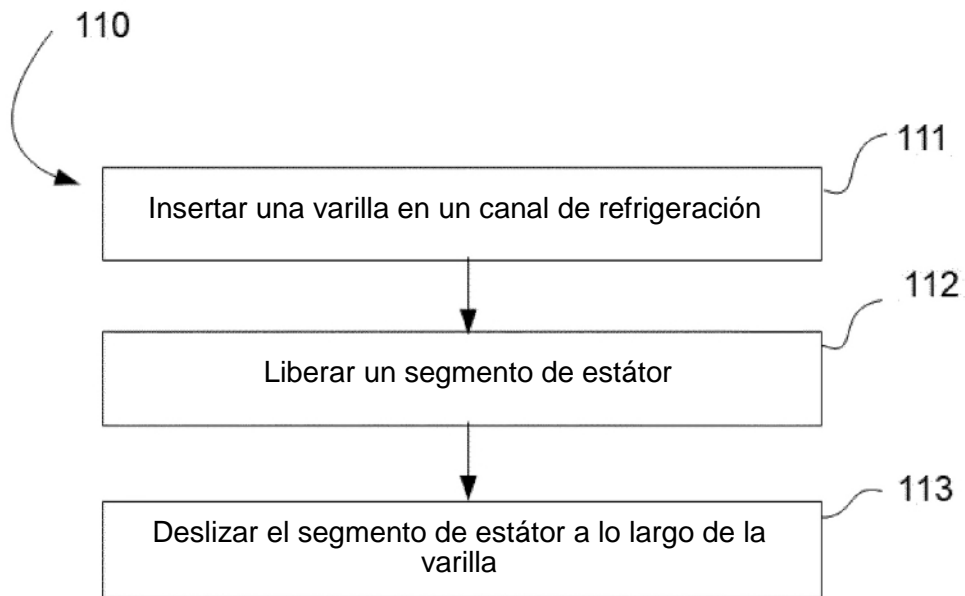


Figura 9

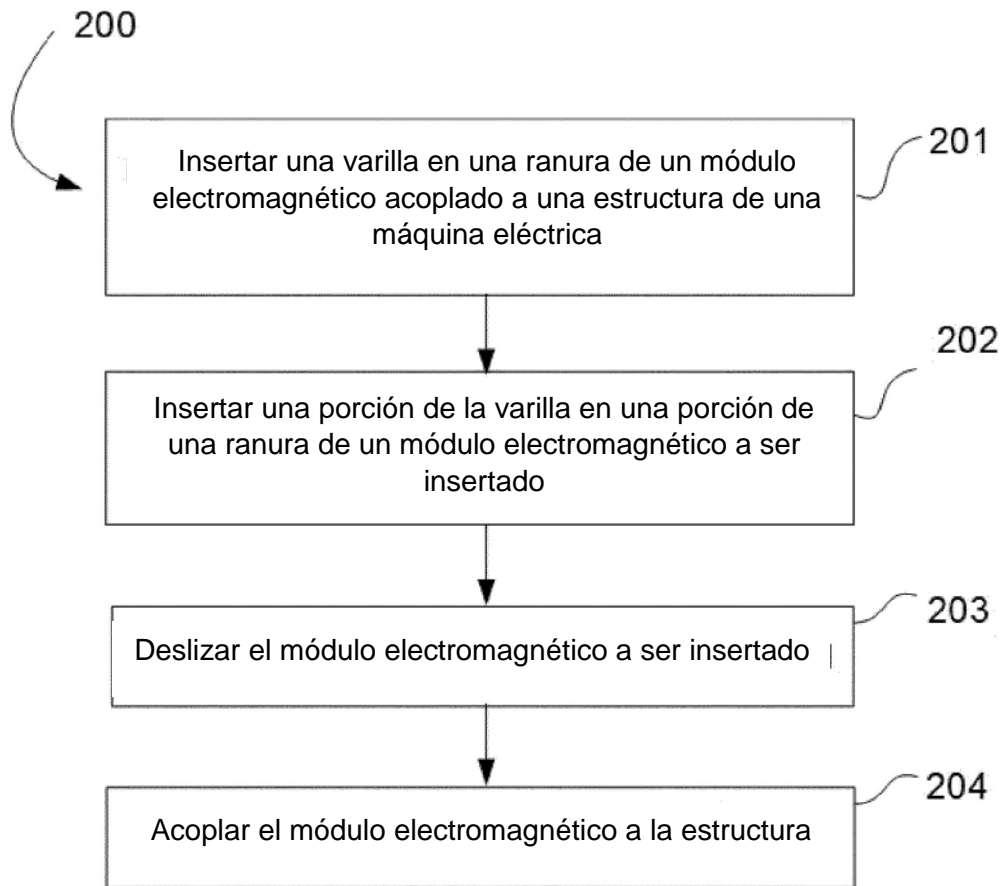


Figura 10