

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 887**

51 Int. Cl.:

H02K 1/30 (2006.01)

H02K 1/32 (2006.01)

H02K 9/197 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2014** **E 14168261 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.09.2021** **EP 2945262**

54 Título: **Máquina eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.03.2022

73 Titular/es:

TRAKTIONSSYSTEME AUSTRIA GMBH (100.0%)
Brown Boveri Strasse 1
2351 Wiener Neudorf, AT

72 Inventor/es:

NEUDORFER, HARALD

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 899 887 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

Máquina eléctrica

5 La presente invención se refiere a una máquina eléctrica, blindada con un estator dispuesto en un tubo de carcasa con un paquete de chapas de estator, con un bobinado de estator y con canales de enfriamiento para guiar un fluido de enfriamiento, y con un rotor con un paquete de chapas de rotor conectado de manera fija respecto al giro con un árbol de rotor e imanes permanentes o barras de cortocircuito dispuestos en el interior del mismo, y con placas de cojinete dispuestas a ambos lados que están conectadas mediante cojinetes correspondientes con el árbol de rotor, estando previsto un ventilador en el rotor, y estando dispuestos canales de enfriamiento en el paquete de chapas de rotor que están conectados con conductos de retorno correspondientes.

15 Las máquinas eléctricas blindadas y enriadas de este tipo se pueden aplicar tanto en el funcionamiento de motores como también en el funcionamiento de generadores. Por ejemplo, tales máquinas eléctricas se utilizan como generador en locomotoras de gran potencia para poder salvar trayectos cortos sin catenaria. En este caso, se hace girar el rotor del generador con ayuda de un motor diésel pequeño que genera la corriente para la propulsión principal normal de la locomotora. En este caso, la mayoría de las veces está disponible relativamente poco espacio para el generador, con lo que se dificulta también el enfriamiento necesario del generador. Habitualmente, el rotor de la máquina eléctrica que trabaja como generador se enfría por aire y el estator se enfría por líquido con ayuda de una carcasa de pared doble. El recubrimiento doble en el estator o los orificios para guiar el líquido de enfriamiento aumentan la resistencia térmica del estator y empeoran la evacuación del calor generado en el rotor de la máquina eléctrica.

25 Por ejemplo, la Patente WO 2012/044177 A1 describe una máquina eléctrica blindada excitada por imanes permanentes, en la que una corriente de aire de enfriamiento cerrada enfría tanto el rotor como también el estator. El aire de enfriamiento se pone en movimiento mediante ventiladores propios que no están conectados de manera fija respecto al giro con el árbol de rotor de la máquina eléctrica.

30 La Patente JP 2004-194498 A muestra una máquina eléctrica enriada en la que el aire de enfriamiento se aspira a través de entradas de aire y se evacúa a través de salidas de aire. Las máquinas eléctricas no blindadas de este tipo no son adecuadas para determinadas aplicaciones, entre ellas también motores de propulsión.

35 El objetivo de la presente invención consiste en crear una máquina eléctrica mencionada anteriormente que se puede enfriar de manera óptima a pesar de relaciones de espacio limitadas, de modo que se puede conseguir una potencia mayor con el mismo tamaño constructivo de la máquina eléctrica o un tamaño constructivo menor con la misma potencia. Se deben evitar o por lo menos reducir las desventajas conocidas de las máquinas eléctricas de este tipo.

40 El objetivo, según la presente invención se alcanza estando dispuesto, entre el árbol de rotor y el paquete de chapas de rotor, un tubo de rotor delimitado por discos de rotor con una cavidad, tubo de rotor que está conectado mediante nervios dispuestos radialmente con aberturas formadas entre los mismos con un cubo de rotor dispuesto en el árbol de rotor, y formando las aberturas los conductos de retorno para la corriente de aire de enfriamiento, y estando previstos elementos de conducción de aire para separar la corriente de aire de enfriamiento del estator, de modo que, separado del enfriamiento del estator, una segunda corriente de aire de enfriamiento cerrada está formada sobre la placa de cojinete que está dispuesta en el lado axial del rotor opuesto al ventilador, y estando dispuestas en el lado de la placa de cojinete dirigido al rotor, que está dispuesta en el lado axial del rotor opuesto al ventilador, una pluralidad de aletas de enfriamiento dispuestas a distancias angulares regulares entre sí en el lado de la placa de cojinete dirigido al rotor dentro de la corriente de aire de enfriamiento. Mediante estas características se consigue un enfriamiento por aire del rotor de la máquina eléctrica, que está desacoplado térmicamente del enfriamiento del estator. Mediante una forma constructiva de este tipo se puede conseguir un guiado de retorno óptimo del aire de enfriamiento para enfriar el rotor. Además, se puede reducir la masa del rotor mediante las cavidades en el tubo de rotor, lo que tiene un efecto positivo a su vez sobre la relación de la potencia suministrada eléctricamente con respecto a la masa de la máquina eléctrica. De esta manera, se puede conseguir el guiado de retorno de la corriente de aire de enfriamiento dentro del rotor con ahorro del material simultáneo para el rotor. Por consiguiente, el estator y el rotor de la máquina eléctrica se pueden diseñar para temperaturas diferentes y no calcularse toda la máquina eléctrica para la temperatura más reducida. Mediante los elementos de conducción de aire se consigue la separación o desacoplamiento térmico del enfriamiento de rotor y el enfriamiento de estator. Los elementos de conducción de aire pueden estar previstos mediante chapas colocadas posteriormente en la máquina eléctrica o partes ya producidas por técnica de moldeo de la máquina eléctrica. Evacuándose el calor del rotor mediante las placas de cojinete, se puede reducir la resistencia térmica del estator mediante la supresión de canales de enfriamiento para aire de enfriamiento en el estator y en consecuencia conseguirse una máquina eléctrica de la misma potencia con tamaño constructivo más reducido o una máquina eléctrica del mismo tamaño constructivo con potencia mayor. En particular, al utilizar la máquina eléctrica como generador para la generación de una corriente para la máquina de propulsión en locomotoras para cortos trayectos sin catenaria (denominado *last mile generator*), es adecuada especialmente una máquina eléctrica enriada de esta manera. El tamaño de las aletas de enfriamiento se debe dimensionar de manera correspondiente a la disipación de calor necesaria. Según la presente invención,

una pluralidad de aletas de enfriamiento están dispuestas a distancias angulares regulares entre sí en el lado de la placa de cojinete dirigido al rotor, que está dispuesta en el lado axial del rotor opuesto al ventilador, dentro de la corriente de aire de enfriamiento. Por consiguiente, la corriente de aire de enfriamiento cerrada para el enfriamiento del rotor se guía de manera óptima por las aletas de enfriamiento de la placa de cojinete y, por consiguiente, el calor contenido en la corriente de aire de enfriamiento se evacúa mediante la placa de cojinete.

Para mejorar la evacuación del calor de la corriente de aire de enfriamiento del rotor, en la placa de cojinete mencionada, que presenta aletas de enfriamiento, pueden estar dispuestos canales de enfriamiento para guiar un fluido de enfriamiento. De esta manera, el calor absorbido por las aletas de enfriamiento interiores se evacúa de manera rápida y eficiente mediante el fluido de enfriamiento. Como fluido de enfriamiento son posibles tanto un líquido como también un gas.

Los canales de enfriamiento en la placa de cojinete pueden estar conectados en paralelo o en serie con los canales de enfriamiento en el estator. En este caso, se combina de manera correspondiente el enfriamiento de la placa de cojinete con el enfriamiento del estator. Mediante la combinación se puede utilizar una bomba común para el guiado del fluido de enfriamiento y, por consiguiente, ahorrar de nuevo espacio.

Los canales de enfriamiento en la placa de cojinete pueden estar conectados con los canales de enfriamiento en el estator mediante canales de conexión integrados en la placa de cojinete y el tubo de carcasa. De esta manera, se crea una máquina eléctrica que ya incluye la conexión de los circuitos de fluido de enfriamiento de la placa de cojinete y del estator.

Alternativamente a ello, los canales de enfriamiento en la placa de cojinete se pueden conectar con los canales de enfriamiento en el estator también mediante conexiones de manguera o tubo. Las conexiones de manguera o tubo externas de este tipo, que conectan el circuito de fluido de enfriamiento de la placa de cojinete con el del estator se pueden producir la mayoría de las veces de manera más económica que los canales de conexión integrados en la placa de cojinete y el tubo de carcasa y posibilitan una modificación retroactiva de máquinas eléctricas existentes al concepto de enfriamiento indicado.

El ventilador para el movimiento del aire de enfriamiento dentro del rotor puede presentar palas curvadas. Las palas del ventilador conformadas de manera especial de este tipo aportan ventajas en la aplicación de la máquina eléctrica como generador con un accionamiento a partir de un motor diésel con solo un sentido de giro. La curvatura de las palas se puede efectuar en un sentido tanto hacia delante como también hacia atrás.

De manera ventajosa, están previstos elementos de conducción de aire para guiar la corriente de aire de enfriamiento sobre las placas de cojinete. Mediante elementos de conducción de aire conformados de manera especial de este tipo, se puede optimizar la evacuación del calor del rotor. También estos elementos de conducción de aire pueden estar previstos mediante chapas colocadas posteriormente en la máquina eléctrica o partes ya producidas por técnica de moldeo de la máquina eléctrica.

Cuando las cabezas de bobina del bobinado de estator están rellenas con masa de relleno, se puede mejorar la evacuación de calor, al utilizarse una masa de relleno con conductividad térmica mejorada con respecto al aire. Por ejemplo, se puede utilizar silicona como masa de relleno para las cabezas de bobina del bobinado de estator.

La presente invención se explica más en detalle mediante las figuras adjuntas. Muestran:

- la figura 1, una sección longitudinal a través de un modo de realización de una máquina eléctrica;
- la figura 2, una sección transversal a través de la máquina eléctrica, según la figura 1, a lo largo de la línea de sección II-II;
- la figura 3, una sección transversal adicional a través de la máquina eléctrica, según la figura 1, a lo largo de la línea de sección III-III;
- la figura 4, un ejemplo de un ventilador para enfriar la máquina eléctrica con palas curvadas;
- la figura 5, una variante de la máquina eléctrica con conexión interna de los circuitos de fluido de enfriamiento para enfriar el rotor y el estator; y
- la figura 6, una variante de la máquina eléctrica con conexión externa de los circuitos de fluido de enfriamiento para enfriar el rotor y el estator.

La figura 1 muestra una sección longitudinal a través de un modo de realización de una máquina eléctrica en forma de un rotor interior. La máquina eléctrica comprende un estator con un paquete de chapas de estator 1 en el que está dispuesto el bobinado de estator 16. Alrededor del paquete de chapas de estator 1 está dispuesto un tubo de carcasa 3 con canales de enfriamiento 2 para guiar un fluido de enfriamiento. Un entrehierro 4 está dispuesto entre el bobinado de estator 1 y el paquete de chapas de rotor 5. Pueden estar dispuestos imanes permanentes 6a en el paquete de chapas de rotor 5 en el caso de una máquina eléctrica excitada por imanes permanentes o barras de cortocircuito 6b (véase la figura 3) en el caso de una máquina asíncrona. En el paquete de chapas de rotor 5 están dispuestos canales de enfriamiento 7 para guiar un aire de enfriamiento. Están previstas placas de cojinete 13, 14 a ambos lados de la máquina eléctrica, que portan los cojinetes 18, 19 correspondientes, mediante los que se aloja de

manera giratoria el árbol de rotor 24. El árbol de rotor 24 está conectado mediante un cubo de rotor 25, en el que un tubo de rotor 8 exterior está conectado mediante nervios 11 dispuestos radialmente con aberturas 30 formadas entre los mismos. El tubo de rotor 8 está delimitado por discos de rotor 9a, 9b y una cavidad 23 dispuesta entre los mismos entre el árbol de rotor 24 y el paquete de chapas de rotor 5. Mediante esta construcción se reduce el material y, por consiguiente, la masa y el momento de inercia de masa del rotor. Según la presente invención, un ventilador 12 está dispuesto en el rotor, que mueve el aire de enfriamiento a través de los canales de enfriamiento 7 en el paquete de chapas de rotor 5 y lo conduce de vuelta por conductos de retorno correspondientes en el rotor, de modo que se forma una corriente de aire de enfriamiento 20 cerrada que se guía sobre las placas de cojinete 13, 14 y que es independiente y está separada del enfriamiento del estator. Por consiguiente, se consigue un enfriamiento de la máquina eléctrica que se efectúa de manera separada para el rotor y el estator, de modo que el diseño térmico del estator y del rotor de la máquina eléctrica se puede efectuar de manera independiente entre sí. En la práctica, puede suceder, por ejemplo, que el bobinado de estator 16 resista una temperatura mayor (por ejemplo 270 °C) que el bobinado de rotor (por ejemplo 200 °C). En las máquinas precedentes, en las que el enfriamiento del rotor no se efectuaba de manera independiente del enfriamiento del estator, toda la máquina eléctrica debía diseñarse para la temperatura más reducida, por ejemplo, los 200 °C del rotor. Ahora se puede diseñar el estator para la temperatura mayor de, por ejemplo, 270 °C. En consecuencia, se puede conseguir un aumento de potencia con el mismo tamaño constructivo de la máquina eléctrica. Por ejemplo, con máquinas eléctricas con un enfriamiento, según el estado de la técnica, se puede conseguir una potencia de 160 kW, mientras que con la máquina eléctrica novedosa se pueden conseguir 200 kW. Para evacuar de manera óptima el calor de la corriente de aire de enfriamiento 20, están dispuestas aletas de enfriamiento 15 en una placa de cojinete 14, sobre las que se guía la corriente de aire de enfriamiento 20. Los canales de enfriamiento 17 correspondientes en una placa de cojinete 14 evacúan de manera correspondiente el calor mediante el fluido de enfriamiento. Los canales de enfriamiento 17 en la placa de cojinete 14 pueden estar conectados en serie o en paralelo con los canales de enfriamiento 2 en el tubo de carcasa 3 de la máquina eléctrica o también guiarse de manera separada entre sí. La corriente de aire de enfriamiento 20 para enfriar el rotor se puede guiar de forma óptima mediante elementos de conducción de aire 26 correspondientes sobre las aletas de enfriamiento 15 en la placa de cojinete 14. Los elementos de conducción de aire 26 se pueden formar mediante chapas atornilladas o soldadas posteriormente o se pueden considerar ya al producir la placa de cojinete 14. La posición angular o la velocidad de giro se pueden registrar mediante un sensor de posición o sensor de velocidad de giro 31. Al activar una máquina eléctrica excitada por imanes permanentes es necesaria la medición de la posición angular del rotor con respecto al estator con ayuda de un sensor de posición 31 correspondiente. En motores asíncronos solo es necesario registrar la velocidad de giro del rotor con un sensor de velocidad de giro correspondiente. El sensor de posición o sensor de velocidad de giro se pueden formar mediante sensores inductivos o capacitivos.

En la figura 2 se representa una sección transversal a través de la máquina eléctrica según la figura 1, a lo largo de la línea de sección II-II. En esta vista se pueden reconocer claramente las aletas de enfriamiento 15 en la placa de cojinete 14. El dimensionamiento de las aletas de enfriamiento 15 se debe adaptar a la disipación de calor correspondiente.

De la sección transversal adicional a través de la máquina eléctrica según la figura 1, a lo largo de la línea de sección III-III según la figura 3, se muestra que imanes permanentes 6a o barras de cortocircuito 6b pueden estar dispuestos en el paquete de chapas de rotor 5. La representación muestra el tubo de rotor 10 interior que está conectado con el cubo de rotor 25 mediante los nervios 11. Se forman aberturas 30 entre los nervios 11, que forman los conductos de retorno para la corriente de aire de enfriamiento 20. El cubo de rotor 25 está dispuesto en el árbol de rotor 24.

La figura 4 muestra un ejemplo de un ventilador 12 para enfriar la máquina eléctrica con palas 29 curvadas, con lo que, en máquinas eléctricas con solo un sentido de giro, por ejemplo, en el caso de la aplicación como generador, se puede aumentar la eficiencia. El curvado de las palas 29 se puede efectuar en un sentido tanto hacia delante como también hacia atrás.

Una variante de la máquina eléctrica con conexión interna de los circuitos de fluido de enfriamiento para enfriar el rotor y el estator se representa en la figura 5. En este caso, los canales de enfriamiento 17 en la placa de cojinete 14 están conectados mediante un canal de conexión 27 integrado con los canales de enfriamiento 2 en el tubo de carcasa 3.

De la figura 6 se muestra una variante de la máquina eléctrica con conexión externa de los circuitos de fluido de enfriamiento para enfriar el rotor y el estator. En este caso, los canales de enfriamiento 17 en la placa de cojinete 14 se conectan mediante una conexión de manguera o de tubo 28 correspondiente con los canales de enfriamiento 2 en el tubo de carcasa 3.

REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica blindada con un estator dispuesto en un tubo de carcasa (3) con un paquete de chapas de estator (1), con un bobinado de estator (16) y con canales de enfriamiento (2) para guiar un fluido de enfriamiento, y con un rotor con un paquete de chapas de rotor (5) conectado de manera fija respecto al giro con un árbol de rotor (24) e imanes permanentes (6a) o barras de cortocircuito (6b) dispuestos en el interior del mismo, y con placas de cojinete (13, 14) dispuestas a ambos lados que están conectadas mediante cojinetes (18, 19) correspondientes con el árbol de rotor (24), estando previsto un ventilador (12) en el rotor, y estando dispuestos canales de enfriamiento (7) en el paquete de chapas de rotor (5) que están conectados con conductos de retorno correspondientes, **caracterizada por que** un tubo de rotor (8) delimitado por discos de rotor (9a, 9b) con una cavidad (23) está dispuesto entre el árbol de rotor (24) y el paquete de chapas de rotor (5), tubo de rotor (8) que está conectado con un cubo de rotor (25) dispuesto en el árbol de rotor (24) mediante nervios (11) dispuestos radialmente con aberturas (30) formadas entre los mismos, y las aberturas (30) forman los conductos de retorno para la corriente de aire de enfriamiento (20), y están previstos elementos de conducción de aire (22a, 22b) para separar la corriente de aire de enfriamiento (20) del estator, de modo que, separado del enfriamiento del estator, una corriente de aire de enfriamiento (20) cerrada está formada sobre la placa de cojinete (13, 14) que está dispuesta en el lado axial del rotor opuesto al ventilador (12), y en el lado de la placa de cojinete (14) dirigido al rotor, que está dispuesta en el lado axial del rotor opuesto al ventilador (12), están dispuestas una pluralidad de aletas de enfriamiento (15) dispuestas a distancias angulares regulares entre sí en el lado de la placa de cojinete (14) dirigido al rotor dentro de la corriente de aire de enfriamiento (20).
2. Máquina eléctrica, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** canales de enfriamiento (17) para guiar un fluido de enfriamiento están dispuestos en, como mínimo, una placa de cojinete (13, 14).
3. Máquina eléctrica, según la reivindicación 2, **caracterizada por que** los canales de enfriamiento (17) en la, como mínimo, una placa de cojinete (13, 14) están conectados en paralelo o en serie con los canales de enfriamiento (2) en el estator.
4. Máquina eléctrica, según la reivindicación 3, **caracterizada por que** los canales de enfriamiento (17) en la, como mínimo, una placa de cojinete (13, 14) están conectados con los canales de enfriamiento (2) en el estator mediante canales de conexión (27) integrados en las placas de cojinete (13, 14) y el tubo de carcasa (3).
5. Máquina eléctrica, según la reivindicación 3, **caracterizada por que** los canales de enfriamiento (17) en la, como mínimo, una placa de cojinete (13, 14) están conectados con los canales de enfriamiento (2) en el estator mediante conexiones de manguera o tubo (28).
6. Máquina eléctrica, según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** el ventilador (12) presenta palas (29) curvadas.
7. Máquina eléctrica, según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** están previstos elementos de conducción de aire (22a, 22b, 26) para guiar la corriente de aire de enfriamiento (20) sobre las placas de cojinete (13, 14).
8. Máquina eléctrica, según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por que** las cabezas de bobina (21) del bobinado de estator (16) están rellenas con masa de relleno.

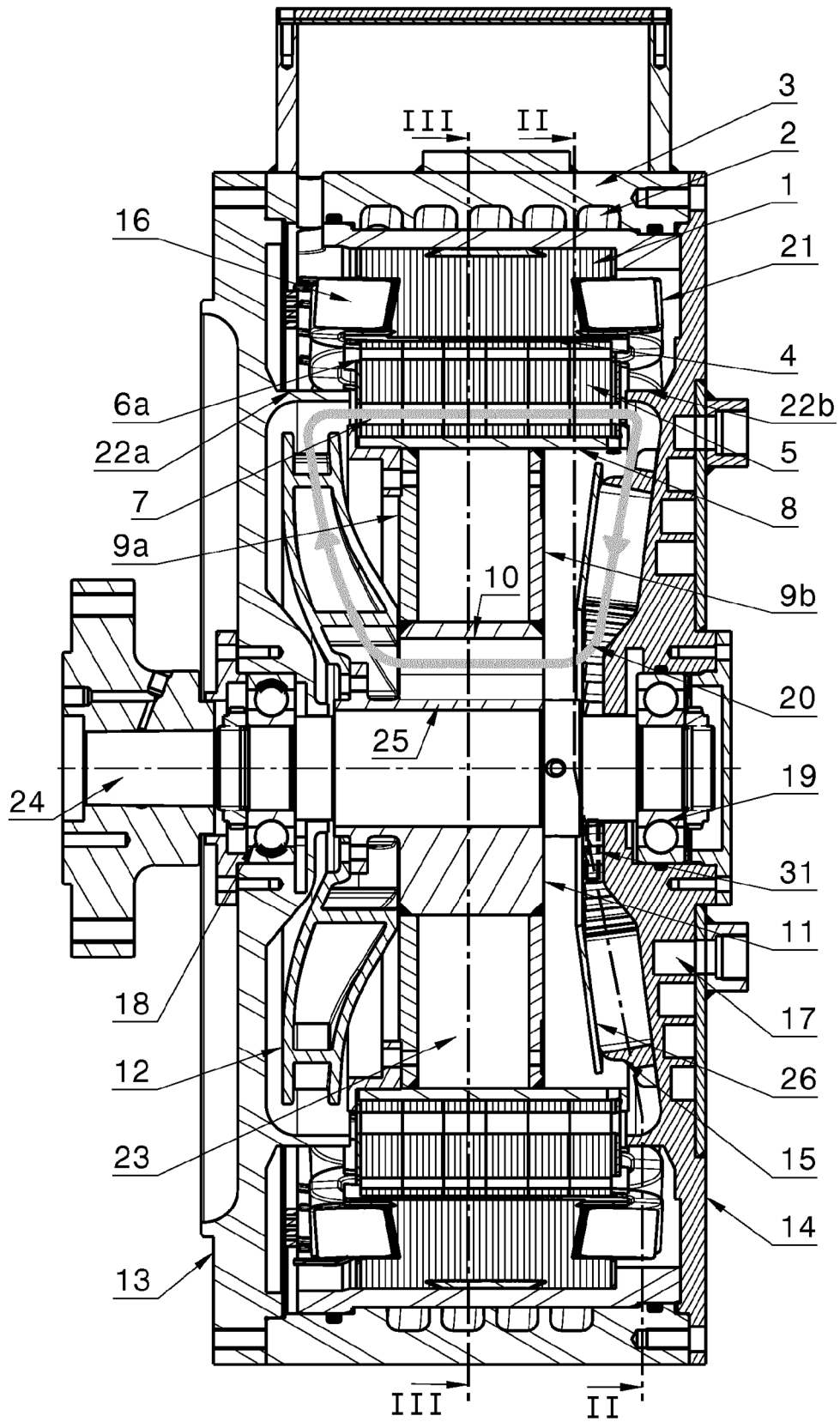


Fig. 1

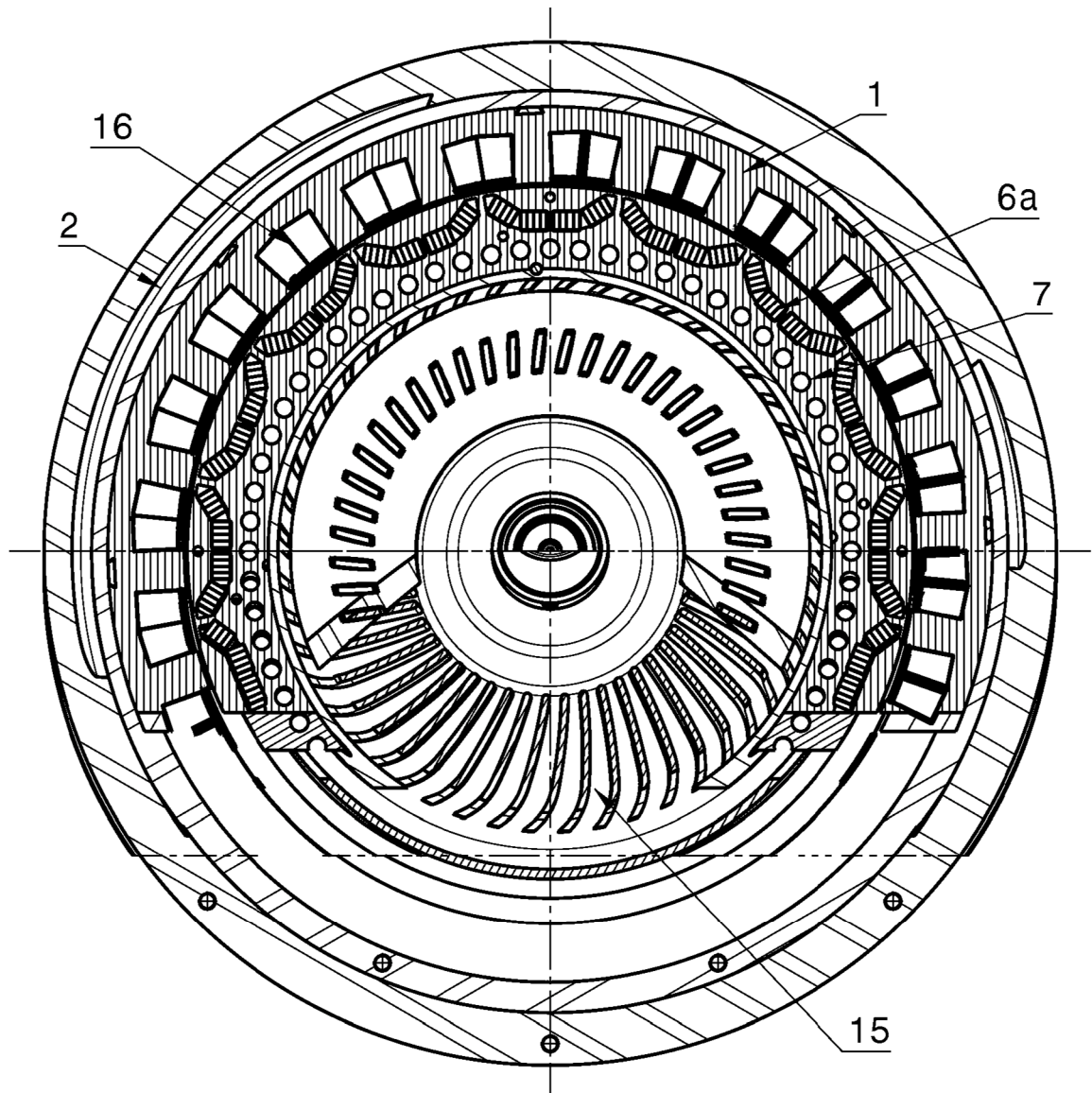


Fig. 2

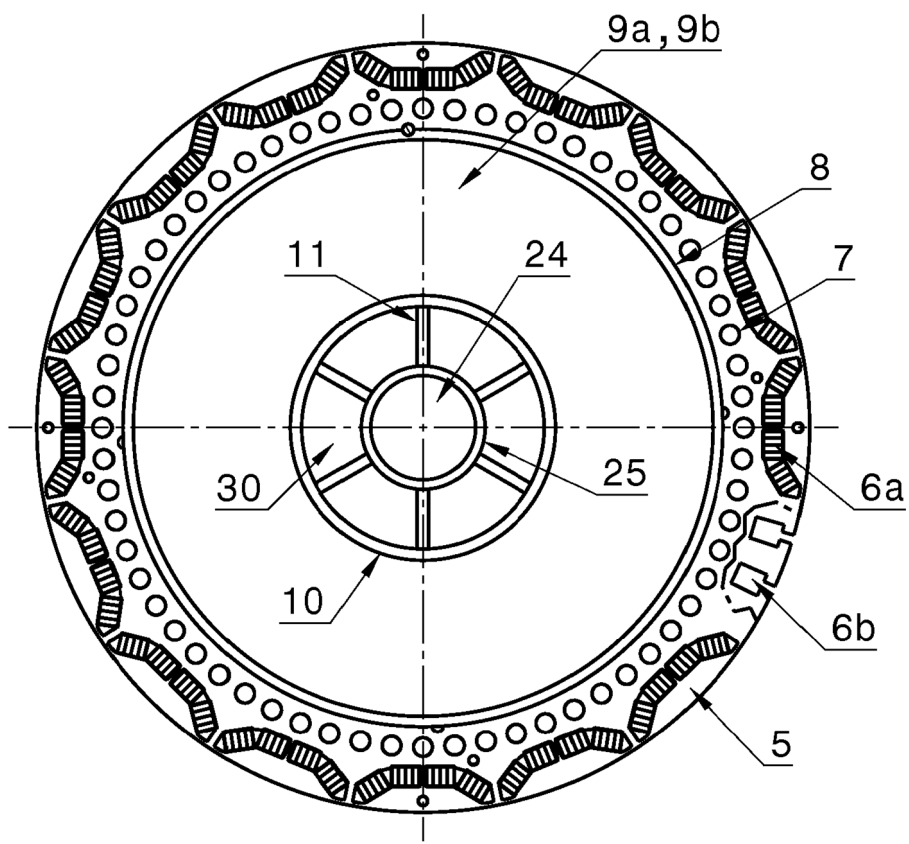


Fig. 3

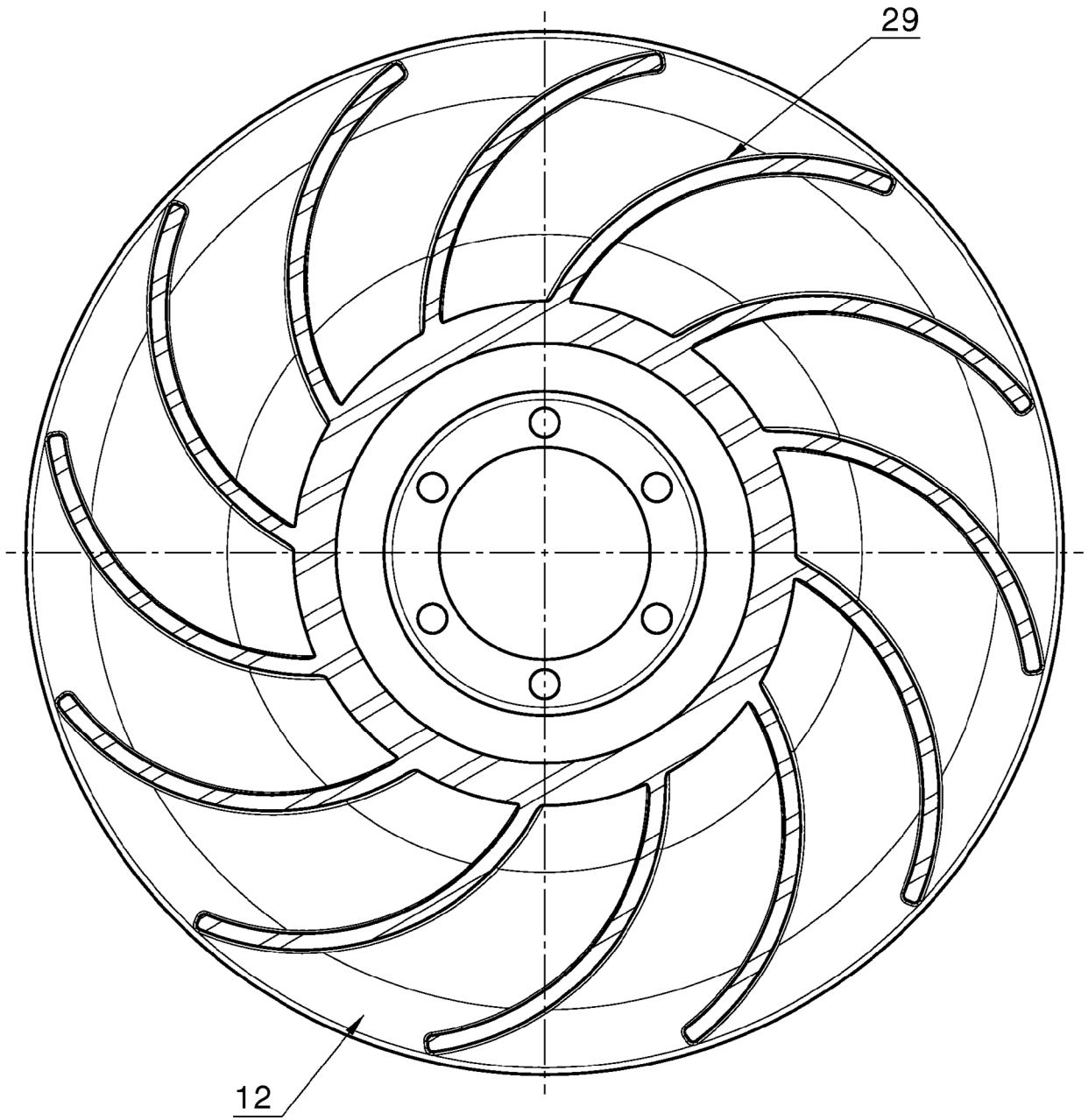


Fig. 4

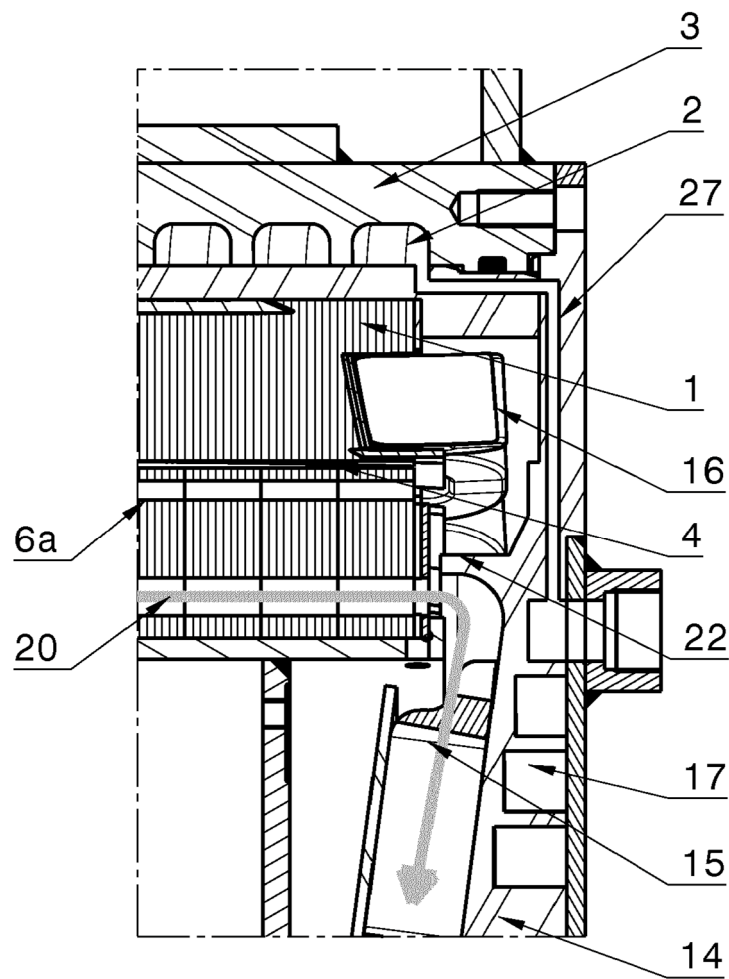


Fig. 5

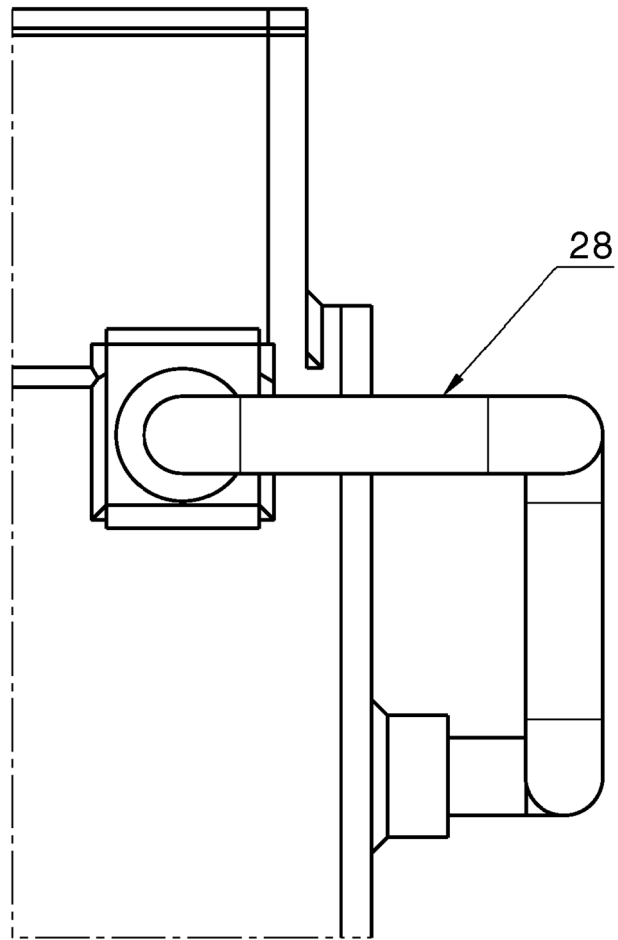


Fig. 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

• WO 2012044177 A1

• JP 2004194498 A