

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 105**

51 Int. Cl.:

B63H 23/24 (2006.01)

B63H 5/125 (2006.01)

H02K 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2014 PCT/EP2014/064685**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007587**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2014 E 14739755 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2994381**

54 Título: **Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola para un buque**

30 Prioridad:

18.07.2013 DE 102013214082

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

07.08.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BALZER, CHRISTOPH y
SEIBICKE, FRANK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 629 105 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

Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola para un buque

5 La invención se refiere a un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola para un buque que presenta un motor eléctrico con un estator y un árbol dispuesto de forma coaxial respecto al estator, una carcasa con al menos una parte de carcasa que se extiende en la dirección axial por lo menos en parte a lo largo del estator y que envuelve el estator al menos en parte en la dirección periférica, al menos una cabeza de bobina, que sobresale respectivamente en un lado frontal axial del estator y una turbomáquina, que está dispuesta entre el árbol y la carcasa y que está unida de manera solidaria en rotación con el árbol, pudiendo refrigerarse la al menos una cabeza de bobina mediante un medio refrigerante que puede hacerse circular mediante la al menos una turbomáquina.

10 Un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de este tipo se usa por ejemplo como unidad de propulsión en un buque, encontrándose el sistema de propulsión montado en góndola en el exterior del casco del buque y por debajo del nivel de agua, en particular en el agua del mar, y acciona una hélice. Los sistemas de propulsión montados en góndola de este tipo se conocen también por el nombre sistema de propulsión POD. En un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de este tipo, el calor residual del motor eléctrico debe evacuarse de una forma adecuada, para mantener la máquina a un nivel de temperatura constante y aceptable durante el funcionamiento.

15 La evacuación de calor del estator se realiza hasta ahora a través de la superficie de la carcasa por convección. El paquete de chapas del estator está integrado por encogimiento en una carcasa, por lo que queda garantizada una buena transferencia de calor. No obstante, debido a ello no pueden refrigerarse suficientemente las cabezas de bobina, puesto que no tienen contacto con la carcasa, por lo que el calor no puede transmitirse directamente a la carcasa y, por lo tanto, al agua.

20 Por el documento DE 877 254 C se conoce un sistema de propulsión montado en góndola que presenta un motor eléctrico en una carcasa del motor, estando envuelta la carcasa del motor por la carcasa de la góndola y estando previsto un canal anular entre la carcasa del motor y la carcasa de la góndola. El agua que entra en la góndola puede fluir por el canal anular.

25 Por el documento DE 198 26 229 A1 se conoce otro sistema de propulsión montado en góndola, que está fijado en un vástago en el casco del buque. Están previstos elementos de refrigeración en la parte inferior del vástago. Además, el árbol del sistema de propulsión montado en góndola está realizado como árbol hueco, por el que puede fluir agua del mar.

30 Por el documento DE 198 01 448 A1 se conoce un dispositivo de propulsión eléctrica para buque, formado por una carcasa dispuesta a modo de góndola en el lado inferior del casco del buque para el alojamiento de un motor eléctrico con rotor y estator, estando dispuesta en el árbol que porta el rotor al menos una hélice.

Por el documento US 2 991 377 A se conoce un motor completamente cerrado, a prueba de fuego o a prueba de explosión con una refrigeración.

35 Por el documento DE 595 012 C se conoce un dispositivo para impedir el calentamiento inadmisibles de cajas de cambios encapsuladas, que están ensamblados con un motor eléctrico cerrado, refrigerado por una corriente de aire interior.

La invención tiene el objetivo de poner a disposición un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola con una refrigeración mejorada.

40 Este objetivo se consigue mediante un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola del tipo indicado al principio, porque el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola presenta al menos una primera abertura de entrada y al menos una primera abertura de salida, estando previsto entre la primera abertura de entrada correspondiente y la primera abertura de salida correspondiente al menos un primer canal de refrigeración que se extiende sustancialmente en perpendicular a la dirección axial, pudiendo fluir, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que envuelve al menos en parte el sistema de propulsión montado en góndola, el agua a través de la primera abertura de entrada correspondiente, el al menos un primer canal de refrigeración y la primera abertura de salida correspondiente, estando separada el agua que fluye por el al menos primer canal de refrigeración, por al menos un primer elemento de separación, del primer medio refrigerante.

50 En máquinas eléctricas, en particular la refrigeración de las cabezas de bobina es en muchos casos problemática, puesto que las cabezas de bobina se calientan fuertemente durante el funcionamiento, por lo que las cabezas de bobina forman puntos con acumulación de calor, llamados "hot spots" en caso de una evacuación insuficiente del

5 calor residual. Por lo tanto, de acuerdo con la invención está prevista al menos una turbomáquina, que está unida de manera solidaria en rotación con el árbol y que está dispuesta en la dirección radial entre el árbol y la carcasa, en particular la al menos una parte de carcasa. Aquí también es concebible que la al menos una turbomáquina esté unida de manera solidaria en rotación con el rotor, que está unido a su vez de manera solidaria en rotación con el árbol. La turbomáquina correspondiente está dispuesta preferentemente en la zona axial de la cabeza de bobina correspondiente.

10 La al menos una turbomáquina permite la circulación del primer medio refrigerante, por lo que puede refrigerarse la al menos una cabeza de bobina. Se forma un circuito de refrigeración de tal modo que el primer medio refrigerante absorbe el calor residual de la al menos una cabeza de bobina y lo cede a un lugar más fresco, para volver a absorber tras un paso completo por el circuito de refrigeración más calor residual de la al menos una cabeza de bobina. Este circuito de refrigeración está dispuesto preferentemente en la zona correspondiente de la cabeza de bobina, siendo el lugar más fresco en particular el lado interior de la carcasa o de la al menos una parte de carcasa. Por lo tanto, el calor residual de la cabeza de bobina puede cederse mediante el primer medio refrigerante a la carcasa, que cede el calor residual finalmente al agua que rodea el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola. Puesto que la cabeza de bobina correspondiente está durante el funcionamiento sustancialmente más caliente que el agua, queda realizado por lo tanto un circuito de refrigeración potente.

20 Gracias a la unión no giratoria entre la al menos una turbomáquina con el árbol queda garantizado que la refrigeración sea especialmente potente cuando el árbol se hace funcionar con un número de revoluciones comparativamente alto, transformando el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola una potencia eléctrica comparativamente grande. Al mismo tiempo se impide mediante la unión no giratoria de forma segura que se haga funcionar el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola y que genere calor residual, sin que esté disponible la refrigeración. Esta constelación no deseada puede producirse, por ejemplo, en caso de un sistema de propulsión montado en góndola con un ventilador independiente alimentado por separado, cuando el sistema de propulsión montado en góndola es alimentado con potencia de accionamiento, pero el ventilador independiente no puede ser alimentado con potencia eléctrica por un defecto técnico.

30 La disposición de acuerdo con la invención permite, además, realizar el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de forma encapsulada respecto al vástago que porta el sistema de propulsión montado en góndola. Esto tiene un efecto positivo en la vida útil del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, porque el circuito de refrigeración arriba explicado puede estar realizado de forma cerrada en el interior del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola pudiendo evitarse, por lo tanto, que el agua del mar que tiene un efecto fuertemente corrosivo entre en contacto directo con el estator y otros componentes del motor eléctrico.

35 Gracias al por lo menos un primer circuito de refrigeración puede conseguirse una evacuación especialmente eficiente del calor residual del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, puesto que el calor residual se cede directamente al agua, que rodea al menos en parte el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola. En particular, es ventajosa la capacidad térmica elevada del agua, así como la temperatura del agua habitualmente reducida en comparación con la temperatura del estator. Una refrigeración especialmente buena puede conseguirse porque está prevista una pluralidad de canales de refrigeración de este tipo.

40 Puesto que el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola se hace funcionar habitualmente en agua del mar que contiene sal, el al menos un canal de refrigeración conformado de este modo está hecho preferentemente al menos en parte de un material especialmente resistente a la corrosión y que presenta al mismo tiempo una buena conductividad térmica, por ejemplo una aleación de cobre-aluminio o bronce.

45 El material debe ser resistente a la corrosión al menos en una atmósfera que contiene agua del mar, debiendo alcanzarse esta propiedad del material en particular durante el uso conforme a lo prescrito del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, en particular cuando el sistema de propulsión montado en góndola está sumergido en agua o agua del mar. De este modo se consigue una resistencia a largo plazo, que permite un funcionamiento del sistema de propulsión montado en góndola en agua del mar durante años.

50 En particular, el material puede elegirse de tal modo que está garantizada una resistencia a la corrosión suficiente, por ejemplo según las categorías de resistencia a la corrosión C4 o C5-I para condiciones atmosféricas o Im2 o Im3 para agua según DIN EN ISO 12944-2. De este modo es concebible, por ejemplo, que el material esté en contacto directo con el agua del mar. Como alternativa, el material puede estar en contacto directo con aire refrigerante u otro medio refrigerante, que por el funcionamiento del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola en agua del mar contiene sal y representa, por lo tanto, la atmósfera que contiene agua del mar arriba indicada. Por lo tanto, el al menos un medio refrigerante puede estar realizado por ejemplo de forma líquida o gaseosa, en particular son concebibles para ello circuitos de refrigeración cerrados con agua refrigerante que circula o con aire refrigerante que circula.

55 Una resistencia a la corrosión suficiente puede interpretarse por ejemplo como duración de la protección entre 5 y 15 años o como una duración de protección de más de 15 años, como se explica en DIN EN ISO 12944-5.

5 Como alternativa o de forma adicional, la resistencia a la corrosión del material puede elegirse de tal modo que el coeficiente de merma del material durante el uso conforme a lo prescrito del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola es inferior a 100 μm , en particular inferior a 50 μm por año. El espesor de la capa puede ser dimensionado del tal modo que tras una vida útil mínima o una duración de protección deseadas y con un coeficiente de merma predeterminado se mantenga un espesor mínimo de capa. En particular, puede estar previsto que la capa delimite los canales de refrigeración en la dirección radial.

10 Como materiales de buena conductividad térmica se consideran aquí los que tienen una conductividad térmica de al menos 1 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, en particular de al menos 60 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. En un orden de conductividad térmica creciente, se pueden indicar como materiales de una conductividad térmica de al menos 60 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ por ejemplo la aleación de bronce, en particular la aleación de bronce CC333G o CuAl10FeNi5-C , así como los metales estaño, cromo, cinc o aluminio, pudiendo usarse también grafito. También es concebible usar una aleación que consigue una conductividad térmica de este tipo. En particular puede elegirse un material que presenta una conductividad térmica de al menos 80 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

15 El al menos un primer canal de refrigeración puede ser provisto de un recubrimiento especial, que impide el crecimiento de moluscos, bálanos u otros organismos, que podrían bloquear el flujo por el canal de refrigeración. Un recubrimiento especial de este tipo puede ser, por ejemplo, un barniz, al que no pueden adherirse los organismos, en particular materiales con un efecto de deslizamiento o efecto de flor de loto.

20 No obstante, el recubrimiento especial también puede estar configurado de tal modo que puede solicitarse regularmente con una corriente eléctrica, mediante la cual puede impedirse un crecimiento molesto. Para ello puede aplicarse por ejemplo un barnizado en forma de tiras, pudiendo solicitarse dos tipos diferentes de tiras con una polaridad eléctrica diferente y siendo adyacente siempre una tira correspondiente del primer tipo con al menos una tira del segundo tipo. Gracias a la sollicitación con tensión o corrientes de diferentes polaridades puede variarse por lo tanto el pH en el agua en el primer tipo y en el segundo tipo de tiras, a lo que no pueden adaptarse los organismos, de modo que se impide un crecimiento de organismos. Gracias al campo eléctrico así generado, se crea durante la sollicitación por ejemplo un entorno alcalino en la primera tira y un entorno ácido en la segunda tira, generándose en caso de la polaridad inversa un entorno correspondientemente inverso.

30 Gracias al por lo menos un primer canal de refrigeración puede aumentarse sustancialmente la potencia de refrigeración del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, puesto que una gran cantidad de calor residual puede cederse al agua que fluye por el al menos un primer canal de refrigeración. En particular, el al menos un primer canal de refrigeración está dispuesto para ello directamente adyacente a la zona correspondiente de la cabeza de bobina, por ejemplo en el exterior o interior de una placa de cojinete que limita la zona correspondiente de la cabeza de bobina en la dirección axial. La delimitación del al menos un primer canal de refrigeración respecto a la zona correspondiente de la cabeza de bobina, en la que puede circular el primer medio refrigerante queda garantizada por el al menos un primer elemento de separación. Para conseguir una refrigeración especialmente buena, el al menos un primer elemento de separación presenta una buena conductividad térmica.

40 El al menos un primer canal de refrigeración puede estar dispuesto por ejemplo de forma adyacente a una placa de cojinete del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de la siguiente manera. Puesto que delante de la placa de cojinete están dispuestas la hélice y la sentina de la máquina, no hay conexión con el agua del mar, que puede usarse para una evacuación de calor mejorada. La solución incluye una chapa, que se fija mediante distanciadores directamente en la placa de cojinete. De este modo se forma una cámara entre estos dos elementos. Las cámaras disponen respectivamente de una primera abertura de entrada y una primera abertura de salida al agua del mar. De este modo está garantizado un intercambio de agua permanente a través de la cámara que forma el primer canal de refrigeración correspondiente. La primera abertura de entrada correspondiente está dispuesta con preferencia directamente en la zona de flujo de la hélice, de modo que el agua del mar es llevada automáticamente a las cámaras de agua de la placa de cojinete para la refrigeración. Aquí no es imprescindible prever una bomba para el transporte del agua, pero puede usarse para un intercambio de agua mejorado.

En una configuración ventajosa de la invención, el primer medio refrigerante es aire. Correspondientemente, la al menos una turbomáquina está realizada como llamado ventilador de árbol, por lo que puede formarse un circuito de refrigeración muy económico pero a pesar de ello fiable en la zona de la cabeza de bobina.

50 En otra configuración ventajosa de la invención está previsto al menos un primer elemento refrigerador, que tiene contacto térmico con la al menos una parte de carcasa y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante.

55 El al menos un primer elemento refrigerador puede estar realizado por ejemplo como aleta refrigeradora o como una pluralidad de aletas refrigeradoras, que tienen contacto térmico con la al menos una parte de carcasa. En particular, el al menos un primer elemento refrigerador puede estar realizado en unión material con la carcasa o la al menos una parte de carcasa, presentando la carcasa o la al menos una parte de carcasa aletas refrigeradoras de este tipo, que aumentan la superficie disponible para la refrigeración.

También es concebible que en el circuito de refrigeración del primer medio refrigerante estén previstos elementos conductores, que conducen el flujo de medio refrigerante de forma eficiente desde el punto de vista reotécnico de la al menos una turbomáquina a la cabeza de bobina correspondiente, de la cabeza de bobina correspondiente al por lo menos un primer elemento refrigerador y/o del al menos un primer elemento refrigerador a la al menos una turbomáquina. De forma ventajosa, el al menos un primer elemento refrigerador está conformado de tal modo que se consigue por ejemplo mediante una superficie especialmente grande del al menos un primer elemento refrigerador una absorción eficiente de calor residual del primer medio refrigerante cumpliéndose al mismo tiempo una función de desviación de la corriente del primer medio refrigerante. La potencia de refrigeración puede conseguirse por ejemplo porque el al menos un primer elemento refrigerador se extiende a lo largo de la longitud axial completa de la zona correspondiente de la cabeza de bobina y/o en la dirección radial en la zona completa entre la al menos una parte de carcasa y el árbol.

Si el primer medio refrigerante está realizado como aire y la al menos una turbomáquina como ventilador de árbol, el aire calentado puede dirigirse mediante el primer elemento refrigerador realizado como chapa desviadora de aire y las aletas refrigeradoras de esta. Estas aletas refrigeradoras se encuentran en el lado interior radial de la carcasa de la máquina, p.ej. en forma de un anillo integrado por encogimiento. Estas aletas refrigeradoras también pueden prolongarse radialmente en la dirección del eje de la máquina, para aumentar la superficie de refrigeración de retorno efectiva. El aire refrigerado en el retorno vuelve a ser aspirado por el ventilador de árbol.

En otra configuración ventajosa de la invención está previsto aquí al menos un segundo elemento refrigerador, que tiene contacto térmico con el al menos un primer elemento de separación y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante.

El al menos un segundo elemento refrigerador mejora el transporte del calor residual de la cabeza de bobina correspondiente al agua que fluye en el al menos un primer canal de refrigeración, por ejemplo estando realizado el al menos un segundo elemento refrigerador como aleta refrigeradora o como pluralidad de aletas refrigeradoras. Es concebible que el primer elemento de separación correspondiente y el segundo elemento refrigerador correspondiente estén realizados en una pieza. De forma ventajosa, el al menos un segundo elemento refrigerador está dispuesto en la zona correspondiente de la cabeza de bobina, en la que puede circular el primer medio refrigerante.

Otra optimización puede conseguirse porque el al menos un segundo elemento refrigerador presenta una superficie especialmente grande, por ejemplo extendiéndose el al menos un segundo elemento refrigerador en la dirección radial entre la al menos una parte de carcasa y el árbol. Además, el al menos un segundo elemento refrigerador puede estar dispuesto desde el punto de vista reotécnico de tal modo que se reduce la resistencia al flujo del flujo del primer medio refrigerante consiguiéndose al mismo tiempo una desviación del flujo. El al menos un segundo elemento refrigerador puede extenderse por ejemplo en la dirección radial entre la al menos una parte de carcasa y el árbol.

Puede conseguirse una potencia de refrigeración especialmente elevada, en particular, porque están previstos respectivamente al menos un primer elemento refrigerador y al menos un segundo elemento refrigerador.

El primer medio refrigerante es por ejemplo aire y la al menos una turbomáquina está realizada correspondientemente como uno o varios ventiladores de árbol. Por consiguiente, el aire calentado puede dirigirse pasando por el segundo elemento refrigerador configurado como chapa desviadora de aire y puede fluir por las aletas refrigeradoras de la chapa desviadora de aire. Estas aletas refrigeradoras se encuentran axialmente en la placa de cojinete en el lado interior de la sala de máquinas. La chapa desviadora de aire está abierta hacia el árbol, por lo que el aire refrigerado en el retorno vuelve a ser aspirado por el ventilador de árbol por lo que queda cerrado el circuito de ventilación.

En otra configuración ventajosa de la invención, la al menos una primera abertura de entrada y/o la al menos una primera abertura de salida están conformadas de tal modo que en un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que rodea el sistema de propulsión montado en góndola puede aumentarse una velocidad de circulación del agua que fluye por el al menos un primer canal de refrigeración.

El aumento de la velocidad de circulación puede conseguirse por ejemplo mediante una abertura de entrada y/o abertura de salida en forma de embudo. La abertura de entrada y/o la abertura de salida pueden estar realizadas en particular en forma de una caperuza de aire como se usa para ventiladores tipo Dorade, dado el caso teniéndose en cuenta adaptaciones reotécnicas para el uso en el agua. De forma ventajosa, la abertura de entrada está realizada como tobera y la abertura de salida como difusor.

En particular puede estar previsto al menos un elemento conductor, que reduce o impide remolinos por un flujo turbulento y estabiliza al mismo tiempo un flujo laminar del agua por el primer canal de refrigeración correspondiente. El al menos un elemento conductor puede estar realizado por ejemplo de forma plana o en forma de envoltura,

pudiendo presentarse la forma de envoltura respecto a un cilindro o un cuerpo de rotación que se estrecha en la dirección axial y que está orientado por ejemplo en la dirección del flujo.

La abertura de entrada y/o la abertura de salida pueden estar realizadas por ejemplo como una especie de esnórquel, por el que se desvía directamente el agua del mar que fluye.

- 5 El aumento de la velocidad de circulación también puede conseguirse mediante el recubrimiento especial anteriormente explicado y/o porque la superficie del canal de refrigeración correspondiente está realizada al menos en parte de forma similar a la piel de un tiburón, como es conocido de trajes especiales para la natación.

10 En otra configuración ventajosa de la invención, el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola presenta un rotor, que está realizado al menos por tramos en forma de cilindro hueco, estando previstas en un extremo axial del sistema de propulsión montado en góndola una segunda abertura de entrada y en el otro extremo axial del sistema de propulsión montado en góndola una segunda abertura de salida, estando previsto entre la segunda abertura de entrada y la segunda abertura de salida un segundo canal de refrigeración, que se extiende sustancialmente en la dirección axial y que pasa por el tramo en forma de cilindro hueco del rotor, pudiendo fluir, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que rodea al menos en parte el sistema de propulsión montado en góndola, el agua a través de la segunda abertura de entrada, el segundo canal de refrigeración y la segunda abertura de salida, estando separada el agua que fluye por el segundo canal de refrigeración, por al menos un segundo elemento de separación, del primer medio refrigerante.

15 Gracias al segundo canal de refrigeración es posible una refrigeración especialmente potente del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, puesto que el agua que rodea el sistema de propulsión montado en góndola puede conducirse con pérdidas especialmente reducidas por el sistema de propulsión montado en góndola. La mayor potencia de refrigeración se consigue cuando el movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola es más grande respecto al agua, lo que es habitualmente también el modo de funcionamiento del sistema de propulsión montado en góndola en el que se genera la mayor cantidad de calor residual.

20 El al menos un segundo elemento de separación está dispuesto de forma ventajosa de tal modo que delimita la zona correspondiente de la cabeza de bobina radialmente hacia el interior y que está, por lo tanto, en contacto térmico directo con el primer medio refrigerante. De este modo se consigue una mejor refrigeración de la cabeza de bobina correspondiente. Es especialmente ventajoso en el segundo canal de refrigeración que, además de una refrigeración efectiva de la cabeza de bobina, también pueda conseguirse una refrigeración mejorada del centro axial del motor eléctrico, porque el segundo canal de refrigeración conduce el agua más fresca también a este lugar del motor eléctrico que es conocido como "hot spot".

25 En particular, el segundo canal de refrigeración puede estar dispuesto a lo largo del eje del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola y puede atravesar en la dirección axial completamente el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola. Para ello, también el árbol está realizado en forma de cilindro hueco, estado dispuesto el segundo canal de refrigeración en el interior del árbol.

30 La velocidad de circulación del agua que fluye por el segundo canal de refrigeración puede conseguirse porque la superficie de envoltura interior del segundo canal de refrigeración presenta elementos conductores realizados de tal modo que al girar el árbol o el rotor el agua que se encuentra en el segundo canal de refrigeración se mueve de la segunda abertura de entrada a la segunda abertura de salida. Esto puede conseguirse, por ejemplo, mediante una disposición de palas de hélice o una turbomáquina adicional y/o la realización de un tornillo sin fin de transporte en el segundo canal de refrigeración.

35 Además, es concebible que el al menos un primer canal de refrigeración esté conectado con el segundo canal de refrigeración. Por lo tanto, el agua fluye en primer lugar en la dirección radial desde el exterior hacia el interior por el al menos un primer canal de refrigeración, a continuación en la dirección axial por el segundo canal de refrigeración y finalmente en la dirección radial desde el interior hacia el exterior por otro primer canal de refrigeración. Para ello, el segundo canal de refrigeración se extiende en la dirección axial por ejemplo a lo largo del estator, estando dispuesto el primer canal de refrigeración correspondiente en el extremo axial correspondiente del segundo canal de refrigeración.

40 En otra configuración ventajosa de la invención, está previsto al menos un tercer elemento refrigerador, que tiene contacto térmico con el al menos un segundo elemento de separación y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante.

45 El al menos un tercer elemento refrigerador puede estar realizado de forma similar al por lo menos un primer o segundo elemento refrigerador, por ejemplo como aleta refrigeradora o una pluralidad de aletas refrigeradoras. Además, el al menos un primer elemento refrigerador puede estar realizado para una conducción del primer medio refrigerante, como ya se ha explicado anteriormente para el al menos un primer o segundo elemento refrigerador.

El tercer elemento refrigerador correspondiente puede estar aplicado por ejemplo en forma de aletas refrigeradoras en el árbol o al menos uno de los muñones del árbol, que también son refrigerados mediante el agua del mar. Si el primer medio refrigerante es aire, el ventilador de árbol aspira el aire refrigerado en el retorno por las aletas refrigeradoras y conduce el aire refrigerante hacia las cabezas de bobina.

- 5 El tercer elemento refrigerador mejora la refrigeración de la cabeza de bobina correspondiente, puesto que el calor residual puede cederse adicionalmente al agua que fluye en el segundo canal de refrigeración.

10 En otra configuración ventajosa de la invención, el rotor presenta un espacio intermedio entre un cilindro hueco interior, que delimita radialmente hacia el exterior el segundo canal de refrigeración en la zona axial del cilindro hueco interior, y un cilindro hueco exterior, que está dispuesto de forma coaxial respecto al cilindro hueco interior y que presenta un diámetro más grande que el cilindro hueco interior, pudiendo hacerse circular el primer medio refrigerante por el espacio intermedio.

15 La refrigeración del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola puede mejorarse aún más mediante el espacio intermedio entre el cilindro hueco interior y el cilindro hueco exterior, haciéndose circular el primer medio refrigerante por el espacio intermedio. Esto se consigue porque el cilindro hueco interior está en contacto directo con el agua que fluye en el segundo canal de refrigeración y es, por lo tanto, comparativamente fresco. Cuando el primer medio refrigerante entra durante la circulación en el espacio intermedio y entra en contacto con el cilindro hueco interior, el primer medio refrigerante puede ceder una cantidad considerable de calor residual al cilindro hueco interior y, por lo tanto, al agua que fluye en el segundo canal de refrigeración. Además de una refrigeración mejorada de la cabeza de bobina correspondiente, puede cederse adicionalmente más calor residual del rotor, en particular del centro axial del rotor, al primer medio refrigerante que se encuentra en el espacio intermedio y, por lo tanto, al agua que fluye en el segundo canal de refrigeración.

20 Para facilitar la circulación del primer medio refrigerante por el espacio intermedio pueden estar previstos otros elementos conductores, que hacen entrar el flujo del primer medio refrigerante con pocas pérdidas en el espacio intermedio y lo hacen volver a salir a continuación. Además es concebible que el primer medio refrigerante se conduzca en el interior del espacio intermedio en un extremo axial del rotor y se haga salir en el otro extremo axial del rotor nuevamente del espacio intermedio.

En particular, el cilindro hueco interior puede estar realizado como parte del árbol y el cilindro hueco exterior como estructura portante de partes activas del rotor, como por ejemplo el paquete de chapas del rotor o imanes permanentes.

- 30 El cilindro hueco interior está hecho preferentemente al menos en parte de un material especialmente resistente a la corrosión y al mismo tiempo de una buena conductividad térmica, por ejemplo una aleación de cobre y aluminio o de bronce.

35 En otra configuración ventajosa de la invención está prevista al menos una tercera abertura de entrada, a través de la cual puede conducirse respectivamente el primer medio refrigerante al interior del espacio intermedio, estando prevista al menos una tercera abertura de salida, a través de la cual puede hacerse salir el primer medio refrigerante respectivamente del espacio intermedio, estando previsto entre el cilindro hueco interior y el cilindro hueco exterior al menos un tercer elemento de separación, mediante el cual el primer medio refrigerante puede conducirse a través de la al menos una tercera abertura de entrada al interior del espacio intermedio a lo largo de la superficie exterior radial del cilindro hueco interior hasta el centro axial y mediante el que el primer medio refrigerante puede conducirse desde el centro axial al o largo de la superficie interior radial del cilindro hueco exterior a la al menos una tercera abertura de salida.

40 Gracias a un guiado de este tipo del primer medio refrigerante, la al menos una turbomáquina puede estar realizada por ejemplo como ventilador radial, de modo que el primer medio refrigerante se mete en primer lugar a presión contra la cabeza de bobina correspondiente y se calienta fuertemente y se conduce a continuación en la zona correspondiente de la cabeza de bobina a la tercera abertura de entrada correspondiente.

45 En particular, en la zona correspondiente de la cabeza de bobina es posible la refrigeración del primer medio refrigerante mediante un primer, segundo y/o tercer elemento refrigerador correspondiente, como se ha explicado anteriormente. Después de haber pasado el primer medio refrigerante por la tercera abertura de entrada correspondiente, se conduce a lo largo de la superficie exterior radial del cilindro hueco interior en el espacio intermedio, por lo que puede ceder una cantidad considerable de calor residual al cilindro hueco interior y, por lo tanto, al agua que fluye en el segundo canal de refrigeración. El primer medio refrigerante fluye aquí aproximadamente hasta el centro axial del espacio intermedio, puesto que por el tercer elemento de separación se impide que fluya anteriormente radialmente hacia el exterior. El tercer elemento de separación presenta preferentemente en la zona del centro axial del rotor una o varias aberturas, por lo que el primer medio refrigerante puede fluir radialmente hacia el exterior a la superficie interior radial del cilindro hueco exterior y fluye finalmente al

extremo axial correspondiente del espacio intermedio. El primer medio refrigerante puede salir finalmente del espacio intermedio a través de la tercera abertura de salida correspondiente, para ser arrastrado y acelerado directamente después por la al menos una turbomáquina.

5 En particular, la chapa de separación que se encuentra en el espacio hueco y que está realizada como tubo dispone en su centro de aberturas para la conexión de la zona radialmente interior del espacio hueco con la zona radialmente exterior del espacio hueco. Un ventilador de árbol aspira aire refrigerado del espacio hueco, en caso de que el primer medio refrigerante esté realizado como aire. Después de pasar por las cabezas de bobina, el aire calentado vuelve a ser aspirado en el tubo hueco y se refrigera en la pared del tubo hueco interior, en particular mediante convección y el intercambio de calor con el agua del mar. Gracias a las aberturas de conexión en el centro del tubo, el aire refrigerado en el retorno puede volver a ser aspirado a continuación por el ventilador de árbol, por lo que queda cerrado el circuito.

15 En principio, aquí también puede realizarse un flujo inverso del primer medio refrigerante en el espacio intermedio, en particular si el primer medio refrigerante ya se ha refrigerado en la zona correspondiente de la cabeza de bobina mediante un primer, segundo y/o tercer elemento refrigerador y el primer medio refrigerante debe refrigerar en primer lugar el lado interior radial del cilindro hueco exterior, antes de volver a ser refrigerado de nuevo en el lado exterior radial del cilindro hueco interior. Para un escenario de este tipo se ha intercambiado la función de la tercera abertura de entrada correspondiente y de la tercera abertura de salida correspondiente, estando previstos dado el caso elementos conductores, para poder alimentar de forma efectiva el primer medio refrigerante que sale del espacio intermedio a la turbomáquina correspondiente.

20 En otra configuración ventajosa de la invención, el rotor presenta aquí un espacio intermedio entre un cilindro hueco interior, que delimita radialmente hacia el exterior el segundo canal de refrigeración en la zona axial del cilindro hueco interior, y un cilindro hueco exterior, que está dispuesto de forma coaxial respecto al cilindro hueco interior y que presenta un diámetro más grande que el cilindro hueco interior, estando conectado al menos un intercambiador de calor de forma estanca a fluido con el espacio intermedio, pudiendo hacerse circular un segundo medio refrigerante por el espacio intermedio y el al menos un intercambiador de calor, pudiendo refrigerarse el primer medio refrigerante mediante el al menos un intercambiador de calor.

30 El espacio intermedio ya anteriormente explicado está llenado según esta configuración de la invención con un segundo medio refrigerante, que puede ceder su calor residual al cilindro hueco interior y, por lo tanto, al agua que se encuentra en el segundo canal de refrigeración. El segundo medio refrigerante es conducido del espacio intermedio al interior del al menos un intercambiador de calor, que está conectado de forma estanca a fluido con el espacio intermedio. El intercambiador de calor correspondiente está dispuesto preferentemente en la zona correspondiente de la cabeza de bobina, en la que se hace circular el primer medio refrigerante.

35 En general, el segundo medio refrigerante sirve para la refrigeración de retorno del primer medio refrigerante, cediéndose mediante el intercambiador de calor correspondiente calor residual del primer medio refrigerante al segundo medio refrigerante. El segundo medio refrigerante puede transportar este calor residual al espacio intermedio y puede cederlo finalmente al cilindro hueco interior y al agua que se encuentra en el segundo canal de refrigeración. De este modo se consigue una refrigeración muy potente del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola.

40 El segundo medio refrigerante puede hacerse circular por ejemplo mediante otra turbomáquina, que está dispuesta en el interior del circuito de refrigeración del segundo medio refrigerante. También es concebible que el segundo medio refrigerante se haga circular mediante convección.

45 El segundo medio refrigerante se conduce, por lo tanto, al intercambiador de calor en el interior de la máquina, alrededor del cual fluye a su vez el primer medio refrigerante, p.ej. aire refrigerante, en el entorno de las cabezas de bobina. El aire refrigerante se aspira mediante una turbomáquina realizada como ventilador de árbol y se transporta directamente a las cabezas de bobina y se conduce a continuación alrededor del intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede estar concebido aquí de tal modo que transporta automáticamente el segundo medio refrigerante, en particular aceite, al igual que una bomba radial. El aceite calentado vuelve a fluir al espacio intermedio entre el cilindro hueco interior y el cilindro hueco exterior, donde es refrigerado en el retorno a través de la pared del cilindro hueco interior, por ejemplo mediante convección y contacto térmico con el agua del mar.

50 En otra configuración ventajosa de la invención está prevista al menos una tercera abertura de entrada, a través de la cual el segundo medio refrigerante puede conducirse desde el intercambiador de calor al espacio intermedio, estando prevista al menos una tercera abertura de salida, a través de la cual el segundo medio refrigerante puede conducirse saliendo del espacio intermedio al intercambiador de calor, estando previsto un tercer elemento de separación entre el cilindro hueco interior y el cilindro hueco exterior, mediante el cual el segundo medio refrigerante que puede conducirse a través de la al menos una tercera abertura de entrada al interior del espacio intermedio a lo largo de la superficie exterior radial del cilindro hueco interior hasta el centro axial y mediante el cual puede conducirse el segundo medio refrigerante desde el centro axial a lo largo de la superficie radial del cilindro hueco

exterior a la al menos una tercera abertura de salida.

5 Gracias a una conducción de este tipo del segundo medio refrigerante y la disposición del tercer elemento de separación entre el cilindro hueco interior y el cilindro hueco exterior, la refrigeración puede optimizarse aún más, como se ha explicado anteriormente respecto a la configuración correspondiente de la invención, en la que también está previsto un tercer elemento de separación, pudiendo hacerse circular, no obstante, el primer medio refrigerante por el espacio intermedio.

El segundo medio refrigerante es preferentemente aceite, aunque también son concebibles medios refrigerantes alternativos conocidos.

10 En otra configuración ventajosa de la invención, en la zona axial del rotor está previsto un elemento desviador dispuesto de forma coaxial respecto al tramo en forma de cilindro hueco del rotor, siendo el diámetro exterior del elemento desviador menor que el diámetro interior del tramo en forma de cilindro hueco del rotor.

15 El elemento desviador se encuentra, por lo tanto, en el segundo canal de refrigeración y alrededor del mismo fluye el agua que fluye en el segundo canal de refrigeración. En particular, el elemento desviador puede presentar elementos de transporte, que mueven el agua que se encuentra en el segundo canal de refrigeración de la segunda abertura de entrada a la segunda abertura de salida. El elemento desviador presenta por ejemplo para ello elementos de transporte en su extremo axial orientado hacia la segunda abertura de entrada, que asumen una función de bomba radial y/o una función de bomba axial y que ejercen por lo tanto presión en dirección a la segunda abertura de salida. El elemento desviador puede usarse para aumentar la velocidad de circulación del agua que fluye en el segundo canal de refrigeración y puede aumentar al mismo tiempo la superficie disponible para el transporte de calor del rotor al agua, ensanchándose el diámetro del cilindro hueco interior respecto al diámetro del taladro del árbol.

20

En general, el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola puede presentar varios de los conceptos de refrigeración explicados en combinación, para conseguir una refrigeración especialmente efectiva del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola.

25 En conjunto, se pone por lo tanto a disposición un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola, que para su función requiere exclusivamente una alimentación de energía desde el casco del buque. Puede renunciarse completamente a una ventilación independiente, por lo que se suprimen costes considerables y tiempos de montaje. Además, se suprime la superestructura en el interior del casco del buque para elementos de refrigeración de retorno y de ventilación, por lo que se ocupa en general menos espacio. Además, aumenta el rendimiento total de la máquina, puesto que no se necesita energía para ventiladores independientes y bombas de refrigeración.

30

El sistema de propulsión eléctrica montado en góndola tiene preferentemente una potencia eléctrica de al menos 1 MW, preferentemente de más de 10 MW.

A continuación, la invención se describirá y explicará más detalladamente con ayuda de los ejemplos de realización representados en las Figuras. Muestran:

35 las Figuras 1 y 2 un primer y un segundo ejemplo de un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola y

las Figuras 3 a 8 un primer hasta un sexto ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la invención.

40 La Figura 1 muestra un primer ejemplo de un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola. El sistema de propulsión montado en góndola puede conectarse mediante un vástago 18 de forma giratoria con un casco del buque y presenta hélices 17, que están conectadas mediante un árbol 6 alojado de forma giratoria con un rotor 3 de un motor eléctrico del sistema de propulsión montado en góndola. En el marco del ejemplo, el árbol 6 está formado por dos muñones de árbol, entre los que está dispuesto el rotor 3. El rotor 3 es envuelto en la dirección radial por un estator 1 del motor eléctrico, quedando un espacio de aire entre el rotor 3 y el estator 1. El estator 1 es envuelto en la dirección radial por la parte de carcasa 2, que se extiende en el marco del ejemplo de realización a lo largo de la longitud axial completa del estator 1 y más allá de la misma.

45

50 En el lado frontal axial correspondiente del estator 1 sobresalen cabezas de bobina 7 del estator 1, que generan una cantidad considerable de calor residual en el funcionamiento del motor eléctrico. Para la refrigeración de las cabezas de bobina 7 está prevista respectivamente una turbomáquina 5, que está unida de manera solidaria en rotación con el árbol 6 o el rotor 3. Mediante la turbomáquina 5 correspondiente se hace circular un primer medio refrigerante en la zona correspondiente de la cabeza de bobina. Como se indica con la flecha designada con el signo de referencia 10, el primer medio refrigerante es transportado por la turbomáquina 5 correspondiente radialmente hacia el exterior a la cabeza de bobina 7 correspondiente, pudiendo refrigerarse de este modo la cabeza de bobina 7

correspondiente. El primer medio refrigerante se desvía a continuación y es aspirado finalmente de nuevo por la turbomáquina 5 correspondiente, por lo que se cierra este circuito de refrigeración.

La Figura 2 muestra un segundo ejemplo de un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola. Puesto que el segundo ejemplo es bastante similar al primer ejemplo, a continuación se explicarán solo las diferencias. El sistema de propulsión eléctrica montado en góndola presenta adicionalmente primeros elementos refrigeradores 4, que tienen contacto térmico con la parte de carcasa 2, estando dispuestos directamente en la parte de carcasa 2. Los primeros elementos refrigeradores 4 pueden estar realizados por ejemplo como aletas refrigeradoras, que cubren una zona determinada de la parte de carcasa 2 en la dirección axial y que se asoman radialmente hacia el interior. Los primeros elementos refrigeradores 4 pueden estar realizados por lo tanto por ejemplo como un anillo refrigerador provisto de aletas refrigeradoras. Al igual que los dos primeros elementos refrigeradores 4, que en la Figura 2 están representados a la derecha del estator 1, los primeros elementos refrigeradores 4 pueden presentar tramos que sobresalen radialmente más al interior. Estos tramos están dispuestos preferentemente en el extremo axial exterior de la zona correspondiente de cabeza de bobina en la que puede circular el primer medio refrigerante, de modo que los primeros elementos refrigeradores 4 pueden provocar adicionalmente una desviación del flujo del primer medio refrigerante.

La Figura 3 muestra un primer ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la invención, explicándose solo las diferencias del segundo ejemplo. El sistema de propulsión eléctrica montado en góndola presenta dos primeros canales de refrigeración 11, que se extienden respectivamente sustancialmente en perpendicular al eje del sistema de propulsión montado en góndola. En el marco del primer ejemplo de realización, los dos primeros canales de refrigeración 11 se extienden en el entorno de la placa de cojinete correspondiente o en el interior de la placa de cojinete correspondiente. Los primeros canales de refrigeración 11 presentan respectivamente una primera abertura de entrada 13 y una primera abertura de salida 14, a través de las cuales puede fluir el agua que rodea el sistema de propulsión montado en góndola.

El primer canal de refrigeración 11 correspondiente está separado aquí por un primer elemento de separación 12 de la zona correspondiente de la cabeza de bobina, en la que circula el primer medio refrigerante. Mediante el primer elemento de separación 12 correspondiente puede cederse, por lo tanto, una cantidad considerable de calor residual al agua que fluye por el primer canal de refrigeración 11 correspondiente. El transporte de calor se mejora adicionalmente mediante dos elementos refrigeradores 19, que están fijados en la zona correspondiente de la cabeza de bobina en el primer elemento de separación 12 correspondiente y que presentan por ejemplo aletas refrigeradoras, que absorben el calor residual del primer medio refrigerante y pueden cederlo a través del primer elemento de separación 12 correspondiente al agua que se encuentra en el primer canal de refrigeración 11 correspondiente.

La Figura 4 muestra un segundo ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la invención, explicándose solo las diferencias del primer ejemplo de realización. El sistema de propulsión montado en góndola presenta un segundo canal de refrigeración 21, que conduce a lo largo del eje del sistema de propulsión montado en góndola por el mismo. El agua que rodea el sistema de propulsión montado en góndola puede entrar a través de una segunda abertura de entrada 23 en un segundo canal de refrigeración 21 y puede volver a salir de este a través de una segunda abertura de salida 24. Para ello, el rotor 3 y el árbol 6 o los dos muñones de árbol están realizados respectivamente en forma de cilindro hueco. La zona correspondiente de la cabeza de bobina en la que puede circular respectivamente el primer medio refrigerante está separada aquí por un segundo elemento de separación 22 del segundo canal de refrigeración 21, asumiendo en el marco del ejemplo de realización el árbol 6 o el muñón de árbol correspondiente al mismo tiempo la función del segundo elemento de separación 22. Para mejorar la refrigeración, en el extremo radialmente interior de la zona correspondiente de la cabeza de bobina está dispuesto un tercer elemento refrigerador 20, que está en contacto térmico con el segundo elemento de separación 22. El tercer elemento refrigerador 20 correspondiente presenta por ejemplo aletas refrigeradoras, mediante las cuales puede absorberse calor residual del primer medio refrigerante y puede cederse a través del segundo elemento de separación 22 al agua que se encuentra en el segundo canal de refrigeración 21. Además, el tercer elemento refrigerador 20 correspondiente puede estar configurado de tal modo que el flujo del primer medio refrigerante se desvía con pocas pérdidas a la turbomáquina 5 correspondiente.

En principio aquí es concebible que el segundo ejemplo de realización esté realizado también sin los primeros canales de refrigeración 11, los primeros elementos refrigeradores 4 y/o los segundos elementos refrigeradores 19 explicados en relación con el segundo ejemplo de realización.

La Figura 5 muestra un tercer ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la invención, mostrándose solo un detalle de un corte longitudinal. El detalle mostrado representa solo las dos zonas de las cabezas de bobina a los dos lados del rotor 3, así como la zona entre las dos zonas de cabezas de bobina, pudiendo estar realizado el sistema de propulsión montado en góndola restante en particular de la forma representada en las Figuras 1 a 4, así como 7 y 8.

El rotor 3 presenta un espacio intermedio 25 entre un cilindro hueco interior 26 y un cilindro hueco exterior 27,

5 pudiendo entrar el primer medio refrigerante de la zona correspondiente de la cabeza de bobina a través de una
 10 tercera abertura de entrada 33 correspondiente en el espacio intermedio 25 y pudiendo salir del espacio intermedio
 15 25 a través de una tercera abertura de salida 34 correspondiente. La tercera abertura de entrada 33 correspondiente
 está dispuesta radialmente más al interior que la tercera abertura de salida 34 correspondiente, estando previsto un
 tercer elemento de separación 32 en la dirección radial entre la tercera abertura de entrada 33 correspondiente y la
 tercera abertura de salida 34 correspondiente. El tercer elemento de separación 32 presenta en su centro axial una
 abertura o una pluralidad de aberturas, a través de las cuales el primer medio refrigerante puede fluir en la dirección
 radial. Por lo tanto, el tercer elemento de separación 32 hace que el primer medio refrigerante que fluye a través de
 la tercera abertura de salida 33 correspondiente fluya en primer lugar en la dirección axial a lo largo de la superficie
 exterior del cilindro hueco interior 26 al centro axial del rotor 3 y no fluya radialmente hacia el exterior hasta llegar a
 la zona del centro axial, para fluir a continuación al extremo axial correspondiente del espacio intermedio a lo largo
 de la superficie interior del cilindro hueco exterior 27 y salir del espacio intermedio 25 a través de la tercera abertura
 de salida 34 correspondiente. El primer medio refrigerante que sale de la tercera abertura de salida 34
 correspondiente es arrastrado a continuación por la turbomáquina 5 correspondiente y es acelerado radialmente
 hacia el exterior hacia la cabeza de bobina 7 correspondiente, para meterse finalmente a presión en la tercera
 abertura de entrada 33 correspondiente y cerrar por lo tanto el circuito de refrigeración del primer medio refrigerante
 designado con el signo de referencia 10.

Como alternativa es concebible realizar el circuito de refrigeración explicado sin el tercer elemento de separación 32.

20 Además, en el primer canal de refrigeración 11 arriba explicado así como en la zona correspondiente de la cabeza
 de bobina pueden estar previstos los primeros elementos refrigeradores 4, los segundos elemento refrigerador 19
 y/o los terceros elementos refrigeradores 20 arriba explicados.

25 La Figura 6 muestra un cuarto ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de
 acuerdo con la invención, estando representado solo un detalle de un corte longitudinal similar al de la Figura 5 y
 explicándose solo las diferencias del tercer ejemplo de realización. Nuevamente el sistema de propulsión montado
 en góndola restante puede estar realizado en particular de la forma representada en las Figuras 1 a 4 así como 7 y
 8.

30 En la zona correspondiente de la cabeza de bobina, el sistema de propulsión montado en góndola presenta un
 circuito de refrigeración designado con el signo de referencia 10 para el primer medio refrigerante, que conduce de
 la turbomáquina 5 correspondiente a través de la cabeza de bobina 7 correspondiente, el primer elemento
 refrigerador 4 correspondiente y el tercer elemento refrigerador 20 correspondiente, antes de volver a ser arrastrado
 el primer medio refrigerante por la turbomáquina 5 correspondiente. Adicionalmente, está dispuesto un
 intercambiador de calor 28 en este circuito de refrigeración; que además del primer elemento refrigerador 4
 correspondiente y el tercer elemento refrigerador 20 correspondiente puede absorber calor residual adicional del
 primer medio refrigerante. El intercambiador de calor 28 correspondiente forma parte de un segundo circuito de
 35 refrigeración, que está designado con el signo de referencia 30 y en el que puede circular un segundo medio
 refrigerante, por ejemplo aceite.

40 El segundo medio refrigerante, que puede absorber en el intercambiador de calor 28 calor residual del primer medio
 refrigerante, es conducido por el intercambiador de calor 28 a la tercera abertura de entrada 33 correspondiente, a
 través de la cual el segundo medio refrigerante llega al espacio intermedio 25. A diferencia del quinto ejemplo de
 realización, el espacio intermedio 25 no presenta un tercer elemento de separación 32. El segundo medio
 refrigerante llega por ejemplo mediante convección a la superficie exterior del cilindro hueco interior 26, donde el
 segundo medio refrigerante puede ceder el calor residual absorbido a través del cilindro hueco interior 26 al agua
 que se encuentra en el segundo canal de refrigeración 21 refrigerándose de este modo. A continuación, el segundo
 medio refrigerante se hace salir a través de la tercera abertura de salida 34 correspondiente del espacio intermedio
 45 25 y se alimenta al intercambiador de calor 28 correspondiente, lo que cierra el circuito de refrigeración del segundo
 medio refrigerante.

50 En particular, la tercera abertura de entrada 33 correspondiente y la tercera abertura de salida 34 correspondiente
 pueden estar dispuestas de forma desplazada una respecto a la otra en la dirección radial, para favorecer un flujo
 por convección del segundo medio refrigerante. Dado el caso, para ello también puede montarse el tercer elemento
 de separación 32. Además, es concebible que el segundo medio refrigerante se haga circular mediante otra
 turbomáquina.

55 La Figura 7 muestra un quinto ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de
 acuerdo con la invención, explicándose solo las diferencias del cuarto ejemplo de realización. El sistema de
 propulsión montado en góndola presenta un elemento desviador 29, que está dispuesto en el interior del rotor 3 en
 forma de cilindro hueco en el segundo canal de refrigeración 21. El agua que se encuentra en el segundo canal de
 refrigeración 21 fluye alrededor del elemento desviador 29 en la dirección axial, lo que está representado mediante
 las flechas designadas con el signo de referencia 31, y rodea el elemento desviador 29 al menos en parte en la
 dirección periférica. Preferentemente, el elemento desviador 29 está unido de manera solidaria en rotación con el

rotor 3 y/o el árbol 6 o los muñones de árbol. En particular, el elemento desviador 29 puede presentar elementos de transporte, por ejemplo en su extremo axial, orientado hacia la segunda abertura de entrada 23, cumpliendo los elementos de transporte una función de bomba radial y/o una función de bomba axial y metiendo el agua por lo tanto a presión en dirección a la segunda abertura de salida 24.

5 La Figura 8 muestra un sexto ejemplo de realización del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la invención. El octavo ejemplo de realización es una combinación de los dos conceptos de refrigeración del séptimo ejemplo de realización, del que presenta el cuerpo desviador 29, y del quinto ejemplo de realización, del que presenta el espacio hueco 25 y el tercer elemento de separación 32.

10 En general, el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola puede presentar varios de los conceptos de refrigeración representados y explicados en combinación para conseguir una refrigeración especialmente eficaz del sistema de propulsión eléctrica montado en góndola.

15 En resumen, la invención se refiere a un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola para un buque, que presenta un motor eléctrico con un estator y un árbol dispuesto de forma coaxial respecto al estator, una carcasa con al menos una parte de carcasa, que se extiende en la dirección axial por lo menos en parte a lo largo del estator y que envuelve el estator al menos en parte en la dirección periférica, al menos una cabeza de bobina, que sobresale respectivamente en un lado frontal axial del estator y al menos una turbomáquina, que está dispuesta entre el árbol y la carcasa y que está unida de manera solidaria en rotación con el árbol, pudiendo refrigerarse la al menos una cabeza de bobina mediante un primer medio refrigerante que puede hacerse circular mediante la al menos una turbomáquina. Para poner a disposición un sistema de propulsión eléctrica montado en góndola con una refrigeración mejorada, se propone que el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola presente al menos una primera abertura de entrada y al menos una primera abertura de salida, estando previsto entre la primera abertura de entrada correspondiente y la primera abertura de salida correspondiente al menos un primer canal de refrigeración que se extiende sustancialmente en perpendicular a la dirección axial, pudiendo fluir, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que rodea al menos en parte el sistema de propulsión montado en góndola, el agua a través de la primera abertura de entrada correspondiente, el al menos un primer canal de refrigeración y la primera abertura de salida correspondiente, estando separada el agua que fluye por el al menos un primer canal de refrigeración, por al menos un primer elemento de separación, del primer medio refrigerante.

20

25

REIVINDICACIONES

1. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola para un buque, que presenta
- un motor eléctrico con un estator (1) y un árbol (6) dispuesto de forma coaxial respecto al estator (6),
 - una carcasa con al menos una parte de carcasa (2) que se extiende en la dirección axial al menos en parte a lo largo del estator (1) y que envuelve el estator (1) al menos en parte en la dirección periférica y,
 - al menos una cabeza de bobina (7), que sobresale respectivamente en un lado frontal axial del estator (1)
 - al menos una turbomáquina (5), que está dispuesta entre el árbol (6) y la carcasa y que está unida de manera solidaria en rotación con el árbol (6),
- 10 pudiendo refrigerarse la al menos una cabeza de bobina (7) mediante un primer medio refrigerante que puede hacerse circular por medio de la al menos una turbomáquina (5),
- caracterizado por
- al menos una primera abertura de entrada (13) y al menos una primera abertura de salida (14),
- estando previsto entre la primera abertura de entrada (13) correspondiente y la primera abertura de salida (14) correspondiente al menos un primer canal de refrigeración (11) que se extiende sustancialmente en perpendicular a la dirección axial,
- 15 pudiendo fluir, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que envuelve al menos en parte el sistema de propulsión montado en góndola, el agua a través de la primera abertura de entrada (13) correspondiente, el al menos un primer canal de refrigeración (11) y la primera abertura de salida (14) correspondiente,
- 20 estando separada el agua que fluye por el al menos un primer canal de refrigeración (11), por al menos un primer elemento de separación (12), del primer medio refrigerante.
2. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 1, siendo el primer medio refrigerante aire.
3. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando previsto al menos un primer elemento refrigerador (4), que está en contacto térmico con la al menos una parte de carcasa (2) y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante:
- 25
4. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando previsto al menos un segundo elemento refrigerador (19), que está en contacto térmico con el al menos un primer elemento de separación (12) y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante.
- 30
5. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando conformadas la al menos una primera abertura de entrada (13) y/o la al menos una primera abertura de salida (14) de tal modo que, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que rodea el sistema de propulsión montado en góndola, puede aumentarse una velocidad de circulación del agua que fluye por el al menos un primer canal de refrigeración (11).
- 35
6. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- presentando el sistema de propulsión eléctrica montado en góndola un rotor (3), que está conformado al menos por tramos en forma de un cilindro hueco,
- estando prevista en un extremo axial del sistema de propulsión montado en góndola una segunda abertura de entrada (23) y en otro extremo axial del sistema de propulsión montado en góndola una segunda abertura de salida (24),
- 40
- estando previsto entre la segunda abertura de entrada (23) y la segunda abertura de salida (24) un segundo canal de refrigeración (21) que se extiende sustancialmente en la dirección axial y que pasa por el tramo del rotor (3) realizado en forma de cilindro hueco,

pudiendo fluir, en caso de un movimiento relativo del sistema de propulsión montado en góndola respecto al agua que rodea al menos en parte el sistema de propulsión montado en góndola, el agua a través de la segunda abertura de entrada (23), el segundo canal de refrigeración (21) y la segunda abertura de salida (24),

5 estando separada el agua que fluye por el segundo canal de refrigeración (21), por al menos un segundo elemento de separación (22), del primer medio refrigerante.

7. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 6,

estando previsto al menos un tercer elemento refrigerador (20), que está en contacto térmico con el al menos un segundo elemento de separación (22) y mediante el cual puede refrigerarse el primer medio refrigerante.

8. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 6 o 7,

10 presentando el rotor (3) un espacio intermedio (25) entre un cilindro hueco interior (26), que delimita radialmente hacia el exterior el segundo canal de refrigeración (21) en la zona axial del cilindro hueco interior (26), y un cilindro hueco exterior (27), que está dispuesto de forma coaxial respecto al cilindro hueco interior (26) y que presenta un diámetro más grande que el cilindro hueco interior (26),

pudiendo hacerse circular el primer medio refrigerante por el espacio intermedio (25).

15 9. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 8,

estando prevista al menos una tercera abertura de entrada (33), a través de la cual puede conducirse respectivamente el primer medio refrigerante al interior del espacio intermedio (25),

estando previsto al menos una tercera abertura de salida (34), a través de la cual puede conducirse respectivamente el primer medio refrigerante al exterior del espacio intermedio (25),

20 estando previsto entre el cilindro hueco interior (26) y el cilindro hueco exterior (27) al menos un tercer elemento de separación (32), mediante el cual el primer medio refrigerante, que puede conducirse a través de la al menos una tercera abertura de entrada (33) al interior del espacio intermedio (25), puede conducirse a lo largo de la superficie exterior radial del cilindro hueco interior (26) hasta el centro axial y mediante el cual el primer medio refrigerante puede conducirse desde el centro axial a lo largo de la superficie interior radial del cilindro hueco exterior (27) hasta la al menos una tercera abertura de salida (34).

25

10. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 6 o 7,

presentando el rotor (3) un espacio intermedio (25) entre un cilindro hueco interior (26), que delimita radialmente hacia el exterior el segundo canal de refrigeración (21) en la zona axial del cilindro hueco interior (26), y un cilindro hueco exterior (27), que está dispuesto de forma coaxial respecto al cilindro hueco interior (26) y que presenta un diámetro más grande que el cilindro hueco interior (26),

30

estando unido al menos un intercambiador de calor (28) de forma estanca a fluido con el espacio intermedio (25),

pudiendo hacerse circular un segundo medio refrigerante por el espacio intermedio (25) y el al menos un intercambiador de calor (28),

pudiendo refrigerarse el primer medio refrigerante mediante el al menos un intercambiador de calor (28).

35 11. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con la reivindicación 10,

estando prevista al menos una tercera abertura de entrada (33), a través de la cual puede conducirse el segundo medio refrigerante del intercambiador de calor (28) al interior del espacio intermedio (25),

estando prevista al menos una tercera abertura de salida (34) a través de la cual puede conducirse el segundo medio refrigerante saliendo del espacio intermedio (25) al intercambiador de calor (28),

40 estando previsto un tercer elemento de separación (32) entre el cilindro hueco interior (26) y el cilindro hueco exterior (27), mediante el cual el segundo medio refrigerante, que puede conducirse a través de la al menos una tercera abertura de entrada (33) al interior del espacio intermedio (25), puede conducirse a lo largo de la superficie exterior radial del cilindro hueco interior (26) hasta el centro axial y mediante el cual puede conducirse el segundo medio refrigerante desde el centro axial a lo largo de la superficie interior radial del cilindro hueco exterior (27) hasta la al

menos una tercera abertura de salida (34).

12. Sistema de propulsión eléctrica montado en góndola de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 11,

estando previsto en la zona axial del rotor (3) un elemento desviador (29) que está dispuesto de forma coaxial respecto al tramo en forma de cilindro hueco del rotor (3), siendo el diámetro exterior del elemento desviador (29) menor que el diámetro interior del tramo en forma de cilindro hueco del rotor (3).

5

FIG 1

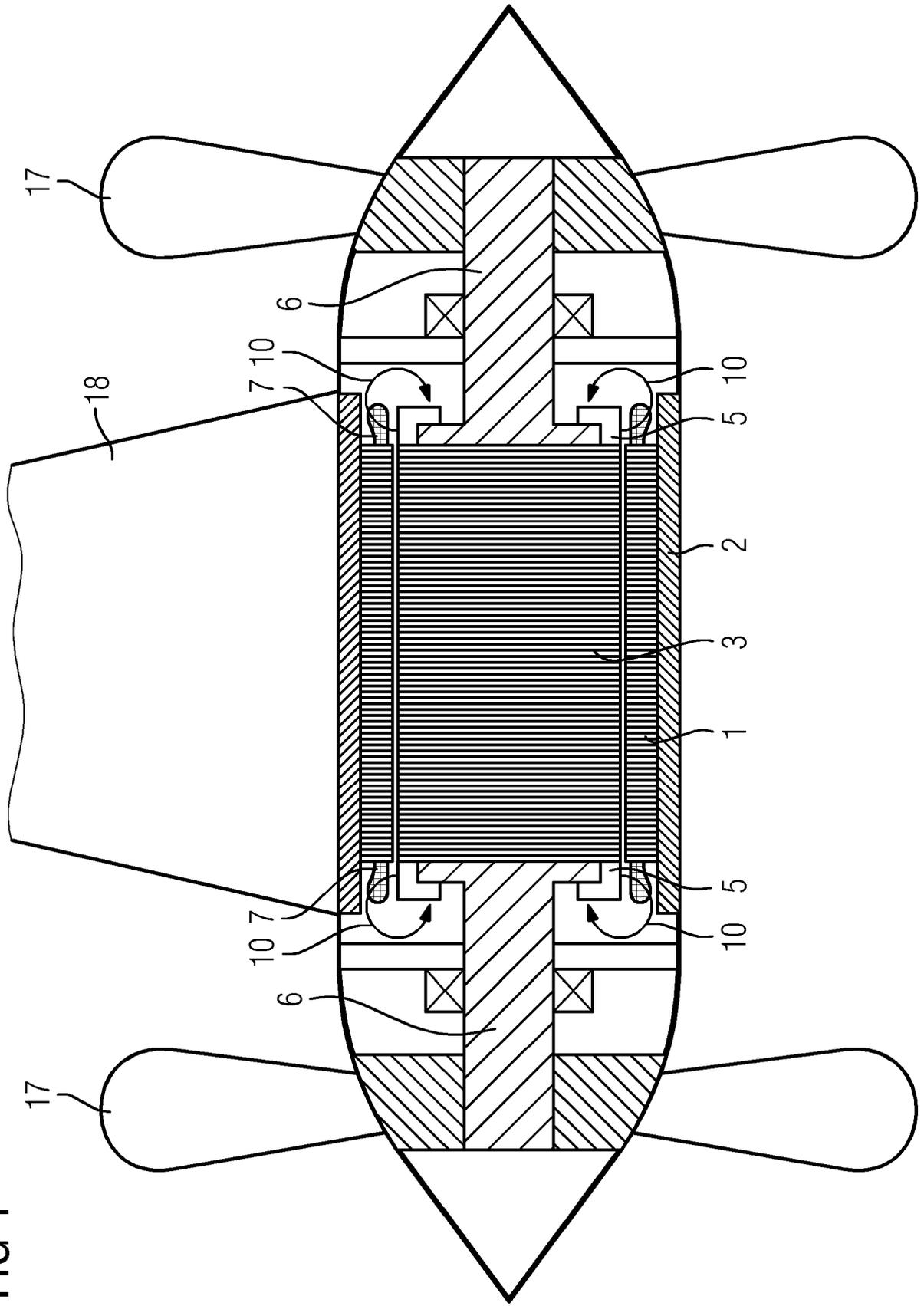


FIG 2

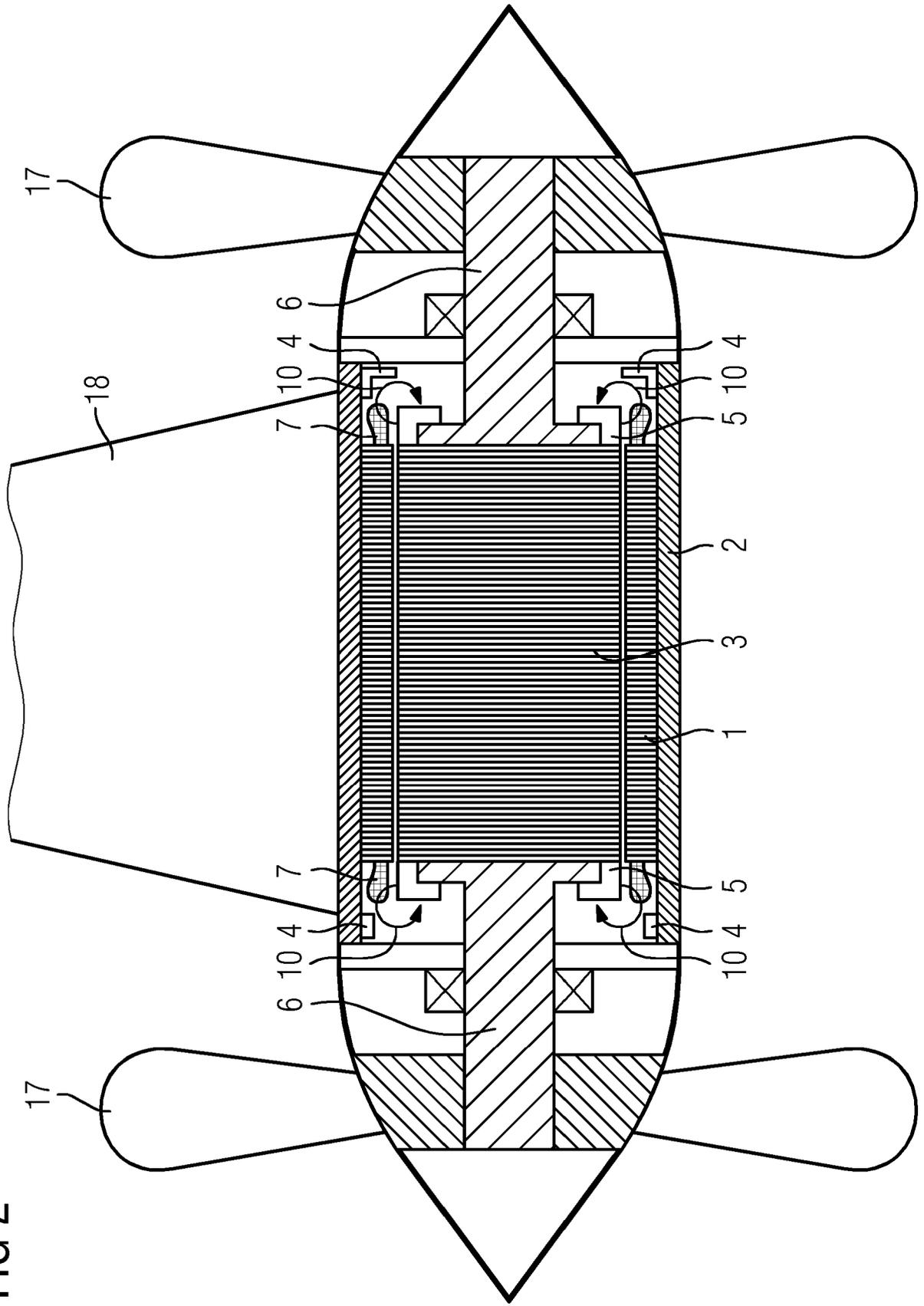


FIG 3

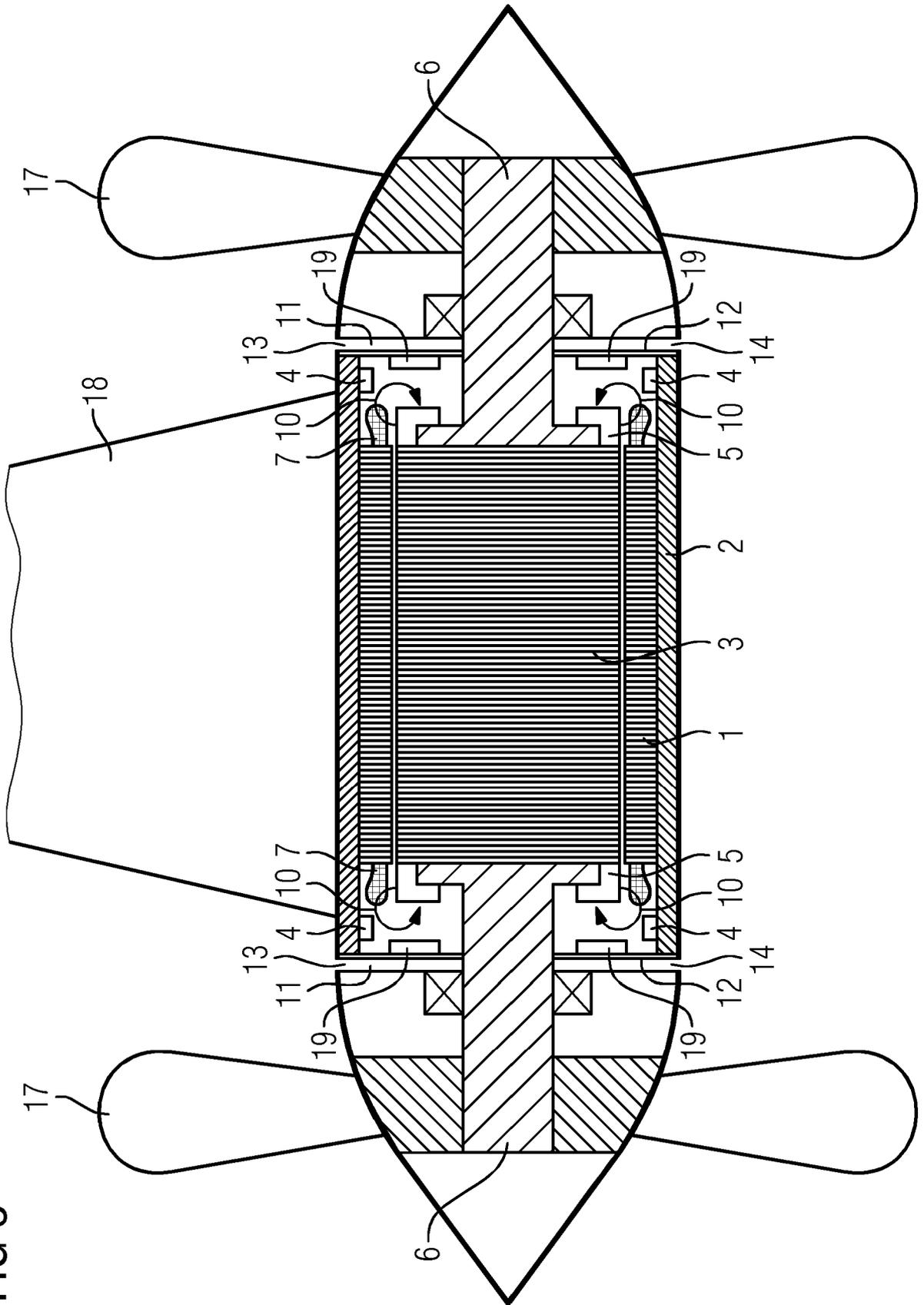


FIG 4

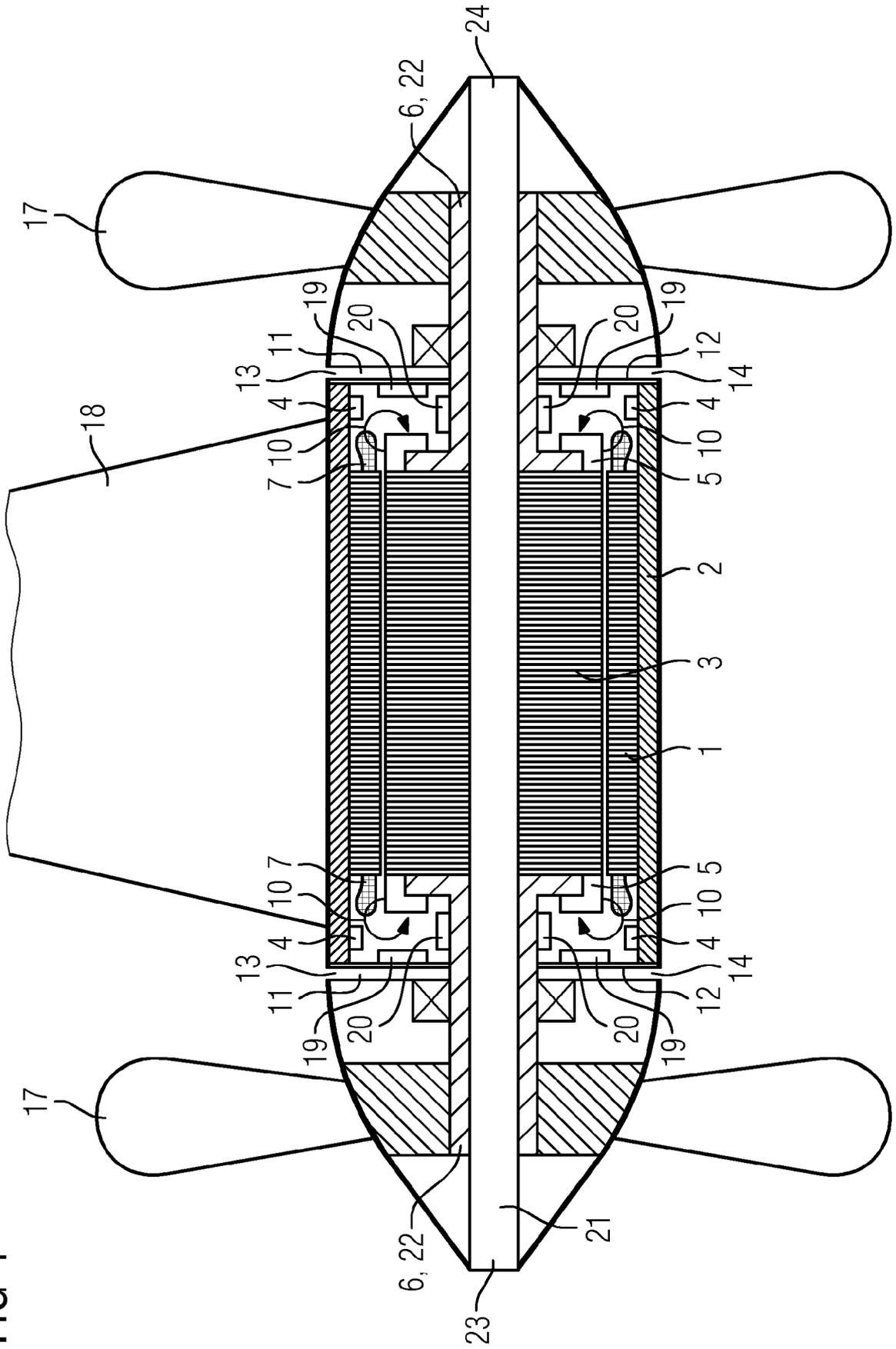


FIG 5

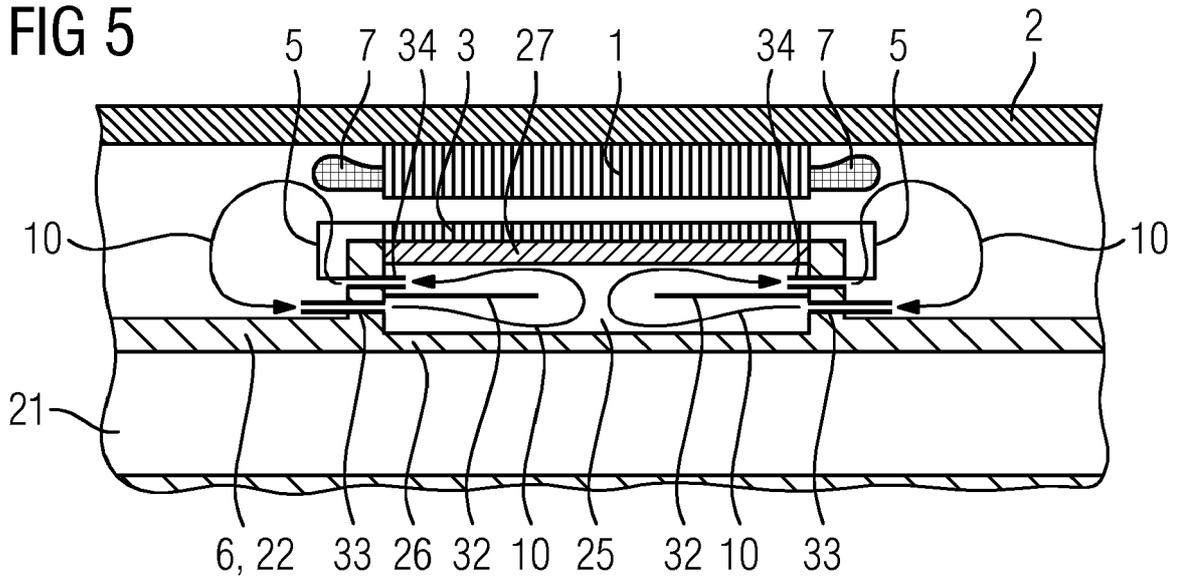


FIG 6

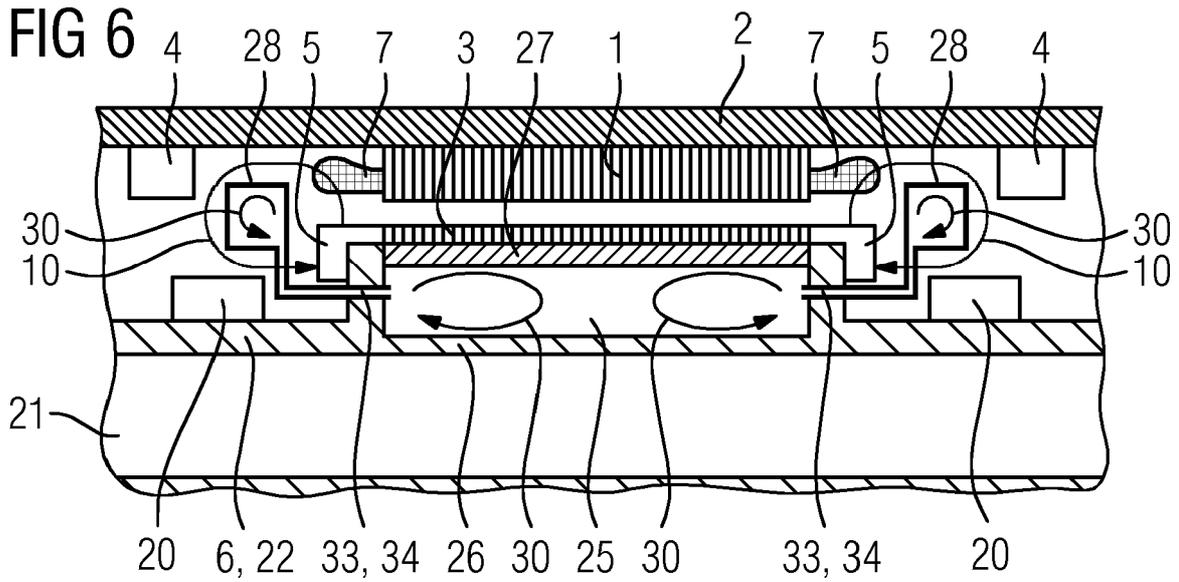


FIG 7

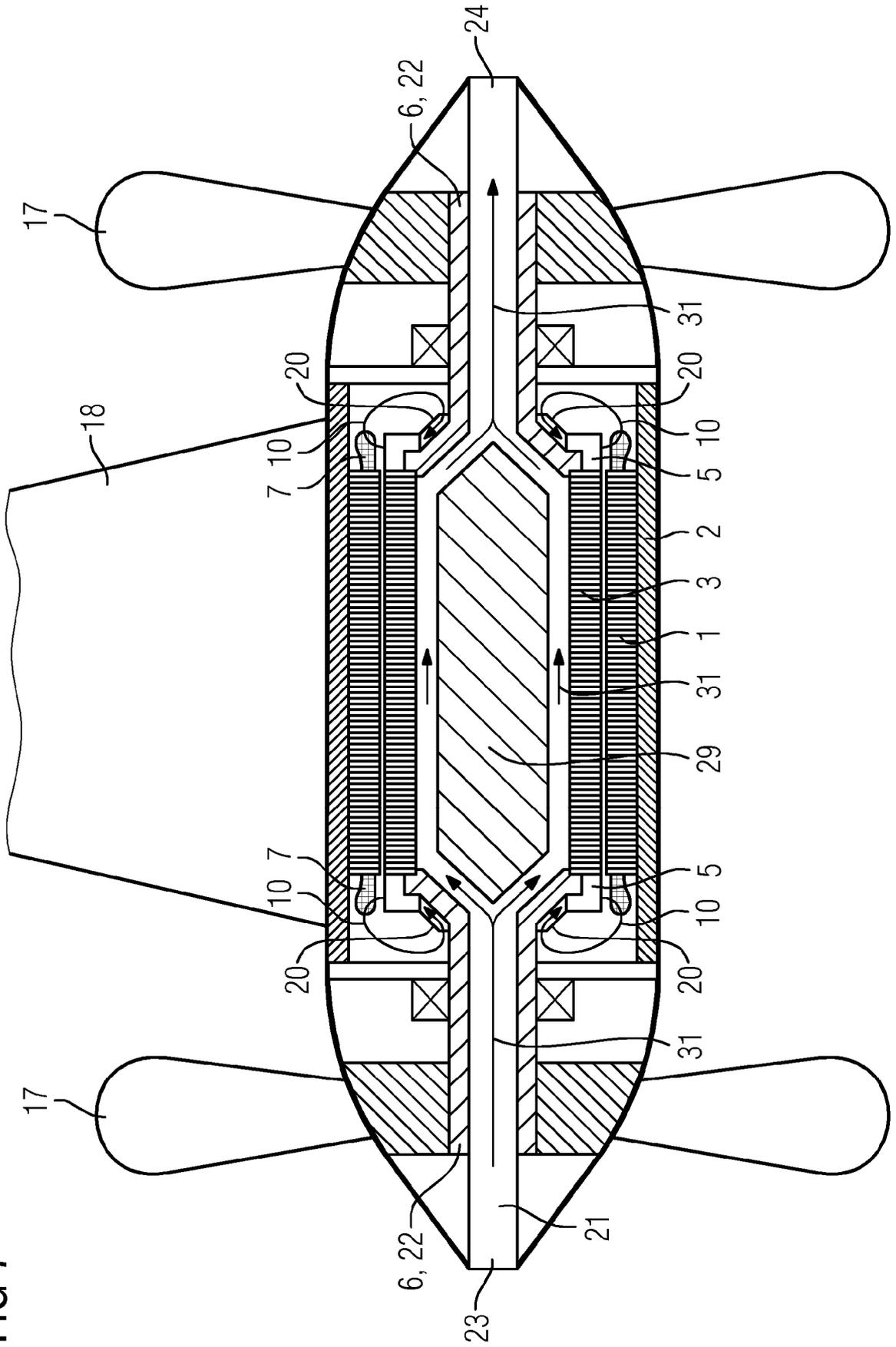


FIG 8

