



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11) Número de publicación: **2 363 424**

51) Int. Cl.:

B63H 23/24 (2006.01)

H02K 7/14 (2006.01)

H02K 3/47 (2006.01)

H02K 55/02 (2006.01)

H02K 9/06 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)

H02K 9/10 (2006.01)

H02K 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96) Número de solicitud europea: **02787394 .2**

96) Fecha de presentación : **25.11.2002**

97) Número de publicación de la solicitud: **1448437**

97) Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2004**

54

Título: **Propulsión de barco.**

30

Prioridad: **29.11.2001 DE 101 58 757**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.08.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.08.2011

73

Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72

Inventor/es: **Ries, Günter**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 363 424 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

Propulsión de barco

5 La invención se refiere a una propulsión de barco con al menos una hélice de barco, al menos un motor eléctrico mediante el cual puede accionarse al menos una hélice de barco, y una alimentación de corriente alimentada por convertidor, mediante la cual puede alimentarse al menos un motor eléctrico con energía eléctrica y que presenta al menos un motor de accionamiento y al menos un generador accionado por el mismo, en donde al menos un electromotor y al menos un generador están configurados como motores sincrónicos de corriente alterna.

10 Se conocen propulsiones de barco diesel-eléctricas, cuya alimentación de corriente presenta generadores sincrónicos alojados en un punto apropiado en el casco del barco, a través de los cuales se alimentan por su parte motores sincrónicos o asíncrónicos alimentados por convertidor. Los motores eléctricos que accionan las hélices del barco pueden estar dispuestos por ejemplo como motores interiores y accionar las hélices del barco a través de instalaciones de árbol.

15 Aparte de esto se conocen propulsiones de góndola separada, que tienen un motor asíncrono dispuesto en una góndola de motor giratoria o un motor sincrónico excitado permanentemente. La góndola de motor está dispuesta por fuera del casco del barco y puede estar dotada de una o dos hélices de barco. La evacuación del calor disipado desde el motor eléctrico se realiza aquí solamente a través de la superficie exterior de la góndola de motor sobre el agua marina. Los motores asíncronos y los generadores tienen intercambiadores de calor de aire-agua.

20 Partiendo del estado de la técnica ilustrado al comienzo, la invención se ha impuesto la tarea de perfeccionar de tal modo la propulsión de barco del género expuesto, que pueda estar configurada con menos pérdidas por kW de potencia instalada y de forma correspondiente con un mayor campo de excitación sobre el devanado.

25 Esta tarea es resuelta conforme a la invención por medio de que al menos un motor eléctrico, configurado como motor sincrónico de corriente alterna, y/o al menos un generador de la alimentación de corriente, configurado como motor sincrónico de corriente alterna, presenta o presentan como devanado de estator un devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, cuyos conductores de haz están configurados con finos cables de cobre aislados, que está dispuesto en una rendija anular entre un rotor y una culata de hierro magnética chapada, que mediante una estructura de material sintético está reforzado y/o llenado o impregnado con resina y que está conectado a un dispositivo de refrigeración asociado al mismo, mediante el cual puede evacuarse el calor disipado que se produzca en el mismo.

30 A causa de la configuración del devanado de corriente alterna con entrehierro puede prescindirse de las ranuras de hierro a potencial de tierra, en donde además son menores las diferencias de potencial y las intensidades de campo con relación a los conductores de estator; son posibles mayores distancias de aislamiento en el devanado de corriente alterna con entrehierro, lo que es favorable en especial para motores de alta tensión.

35 Cuando al menos un motor eléctrico configurado como motor sincrónico de corriente alterna, y/o al menos un generador de la alimentación de corriente, configurado como motor sincrónico de corriente alterna, presenta o presentan sobre el rotor un devanado de excitación rotatorio formado por cable supra-conductor de alta temperatura (HTSL), que está dispuesto en un criostato aislado al vacío y puede refrigerarse a bajas temperaturas de 15 a 77 K^o, el campo de excitación puede ser en lugar de un tesla casi de dos tesla; se admiten grandes entrehierros o rendijas anulares radiales libres, en donde por medio de esto existe la posibilidad de llevar el refrigerante a hacer contacto directo con el devanado de corriente alterna con entrehierro.

40 Conforme a una ejecución ventajosa de la propulsión de barco conforme a la invención, el devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro de al menos un motor eléctrico y/o de al menos un generador de la alimentación de corriente está instalado en un recipiente anular de material aislante, que está circundado por la culata de hierro magnética chapada; con ello ya no es posible una evacuación suficiente del devanado de corriente alterna con entrehierro solamente a través de la culata de hierro magnética chapada, de tal modo que son necesarias las medidas conforme a la invención.

45

De forma ventajosa, el recipiente anular que aloja el devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro está configurado con material sintético reforzado con fibra de vidrio.

50 El dispositivo de refrigeración asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro puede configurarse ventajosamente mediante un circuito de refrigerante, que introduce refrigerante por un lado frontal del recipiente anular que aloja el devanado de corriente alterna con entrehierro en el mismo y lo extrae de éste por su otro lado, en donde el refrigerante circula entre un lado frontal y el otro lado frontal del recipiente anular, entre el devanado de corriente alterna con entrehierro y el recipiente anular y, dado el caso, a través de canales longitudinales adicionales hasta dentro del devanado de corriente alterna con entrehierro.

Como refrigerante del dispositivo de refrigeración asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro está previsto convenientemente un líquido refrigerante, por ejemplo aceite, MIDEL, etc..

5 Para evacuar el calor disipado desde el circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, está dispuesto convenientemente en este circuito de refrigerante un intercambiador de calor que puede retro-refrigerarse mediante el sistema de agua de refrigeración del barco.

Alternativamente el intercambiador de calor, previsto en el circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, puede retro-refrigerarse mediante agua del mar.

10 El intercambiador de calor del circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, puede estar previsto fijamente en el casco del barco.

Conforme a otra forma de ejecución ventajosa de la propulsión de barco conforme a la invención, éste está configurado como propulsión de góndola separada, en donde al menos uno de sus motores eléctricos está dispuesto en una góndola de motor de la propulsión de góndola separada.

15 Los conductos de refrigeración que configuran el circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, están configurados convenientemente de forma flexible.

20 Para apoyar la evacuación de calor desde la culata de hierro magnético chapada, de al menos un motor eléctrico, la culata de hierro está abarquillada de forma preferida en la carcasa de la góndola de motor de la propulsión de góndola separada.

Conforme a otra forma de ejecución conveniente de la propulsión de barco conforme a la invención, el intercambiador de calor del circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, está dispuesto en un módulo de azimuth giratorio de la propulsión de góndola separada.

25 Si el intercambiador de calor del circuito de refrigerante del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, está dispuesto en un módulo de apoyo de la propulsión de góndola separada, en donde los tubos del intercambiador de calor están en unión térmica con la pared del módulo de apoyo, puede usarse de forma sencilla agua de mar para evacuar calor disipado desde el circuito de refrigerante.

30 Para facilitar cualquier tipo de trabajo de mantenimiento y reparación del dispositivo de refrigeración, asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, es conveniente que esté dispuesta una bomba de circulación dispuesta en su circuito de refrigerante en o sobre el módulo de azimuth giratorio de la propulsión de góndola separada. Conforme a otra forma de ejecución ventajosa de la propulsión de barco conforme a la invención, el dispositivo de refrigeración asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro de al menos un motor eléctrico y/o de al menos un generador de la alimentación de corriente presenta al menos un rodete de ventilador, dispuesto sobre un eje de rotor y mediante el cual una corriente de gas de refrigeración, por ejemplo
35 de aire de refrigeración, puede dirigirse en el espacio intermedio anular entre el devanado de corriente alterna con entrehierro y el rotor y/o el espacio intermedio anular entre el devanado de corriente alterna con entrehierro y la culata de hierro magnética chapada de al menos un motor eléctrico o generador. Mediante la corriente de aire de refrigeración puede descargarse después el calor disipado, que se produce en la rendija anular entre el rotor y la
40 culata de hierro, desde la rendija anular.

De forma conveniente está previsto en ambos lados frontales del rotor en cada caso un rodete de ventilador, en donde después cada rodete de ventilador se configura de forma adecuada para generar una corriente de gas de refrigeración, que cubre aproximadamente la mitad de la dimensión axial del motor eléctrico.

45 Para facilitar la evacuación del calor disipado desde la rendija anular entre el rotor por un lado y la culata de hierro, por otro lado, es ventajoso que el devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro esté configurado con rendijas de refrigeración que se extienden en su dirección radial, por medio de las cuales pueda descargarse el calor disipado que se produce en el devanado de corriente alterna con entrehierro en el gas de refrigeración que circula por el mismo.

50 Las rendijas de refrigeración radiales del devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro pueden formarse de forma conveniente con cuerpos de relleno de teflón, que pueden insertarse durante el montaje del devanado de corriente alterna con entrehierro entre las varillas de estator y extraerse después del llenado o de la impregnación. De forma conveniente el dispositivo de refrigeración está dotado de una disposición de chapa guía,

- 5 mediante el cual se guía las corrientes de gas de refrigeración generadas por los dos rodets de ventilador en el espacio intermedio anular entre el rotor y el devanado de corriente alterna con entrehierro sin ranuras de hierro, en dirección a la región central axial de al menos un motor eléctrico y/o generador, en donde las corrientes de gas de refrigeración se guían a través de las rendijas de refrigeración radiales del devanado de corriente alterna con entrehierro hacia fuera del espacio intermedio anular entre el rotor y el devanado de corriente alterna con entrehierro, hasta el espacio intermedio anular entre el devanado de corriente alterna con entrehierro y la culata de hierro magnética chapada, y después de vuelta a los lados frontales del rotor.
- 10 El aire de refrigeración puede aspirarse de forma poco complicada mediante los rodets de ventilador, si en una carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador está configurada por cada rodete de ventilador una abertura de aspiración, a través de la cual el o los rodets de ventilador aspiran gas de refrigeración.
- La evacuación del gas de refrigeración calentado es posible de modo sencillo si en la carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador están configuradas una o varias aberturas de descarga, a través de las cuales el gas de refrigeración, después de que haya abandonado de nuevo la rendija anular entre rotor y culata de hierro, se descarga desde la carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador.
- 15 La abertura de aspiración o las aberturas de aspiración y la abertura de descarga o las aberturas de descarga están dispuestas ventajosamente en un uno o en cada caso en uno de los dos lados frontales del rotor, en la carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador.
- 20 En el caso de otra forma de ejecución conveniente de la propulsión de barco conforme a la invención, la corriente de gas de refrigeración es guiada en un circuito y puede retro-refrigerarse mediante intercambiadores de calor de gas-agua.
- 25 Dentro de la carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador en un espacio intermedio axial o en ambos espacios intermedios axiales entre un lado frontal o ambos lados frontales de al menos un motor eléctrico y/o generador y de una pared frontal o de ambas paredes frontales de la carcasa está dispuesto ventajosamente, en cada caso al menos un intercambiador de calor de gas-agua, que está conectado a un circuito de refrigeración del barco y a lo largo del cual es guiada la corriente de gas de refrigeración calentada que sale de la rendija anular entre rotor y culata de hierro, antes de que sea presionada por al menos un rodete de ventilador de vuelta hasta la rendija anular. En esta forma de ejecución puede prescindirse de cualquier tipo de circuito de gas de refrigeración adicional, etc..
- 30 Alternativamente es posible disponer los intercambiadores de calor de gas-agua por fuera de la carcasa de al menos un motor eléctrico y/o generador.
- A continuación se explica con más detalle la invención con base en formas de ejecución, haciendo referencia al dibujo.
- Aquí muestran:
- 35 la figura 1 una representación de principio en corte longitudinal de una forma de ejecución de la propulsión de barco conforme a la invención;
- la figura 2 una representación de principio en corte longitudinal de otra forma de ejecución de una propulsión de barco conforme a la invención;
- la figura 3b una representación de sección transversal de un devanado de corriente alterna con entrehierro de una propulsión de barco conforme a la invención;
- 40 la figura 3a una representación en corte longitudinal de un motor eléctrico o generador de una propulsión de barco conforme a la invención;
- la figura 4 una representación en corte longitudinal de otra forma de ejecución de un motor eléctrico o generador de la propulsión de barco conforme a la invención.
- 45 Una primera forma de ejecución representada en sección transversal en la figura 1 de una propulsión de barco conforme a la invención, configurada como propulsión de góndola separada 1, tiene una góndola de motor 2 que está dispuesta por debajo de un casco de barco 3, que está representado en las figuras 1 y 2 a trazos y solamente en parte.

En el interior del casco de barco 3 la propulsión de góndola separada 1 presenta un módulo de azimut 4 giratorio, el cual está unido fijamente a una góndola de motor 2 a través del casco de barco 3 mediante un módulo de apoyo 5.

La propulsión de góndola separada 1 puede girar con relación al casco de barco 3 alrededor de un eje vertical.

5 La propulsión de góndola separada 1 mostrada en la figura 1 tiene un motor eléctrico 6 dispuesto dentro de la góndola de motor 2. Mediante el motor eléctrico 6 se acciona una hélice de barco 7 dispuesta de forma rotatoria en el extremo posterior de la góndola de motor 2.

10 El motor eléctrico está configurado como motor sincrónico de corriente alterna y tiene un rotor 8, que está equipado con devanado de excitación rotatorio formado por cable HTSL (supra-conductor de alta temperatura). Este rotor 8 está alojado dentro de un criostato 9, que está configurado aislado al vacío y mediante el cual el devanado de excitación rotatorio formado por cable HTSL puede refrigerarse a bajas temperaturas de 15 a 77 K°.

El motor eléctrico 6 configurado como motor sincrónico de corriente alterna tiene además un devanado de corriente alterna con entrehierro o de estator 10, que está configurado sin ranuras de hierro o dientes de hierro. El devanado de corriente alterna con entrehierro 10 sin ranuras de hierro tiene conductores de haz de finos cables de cobre aislados y está dispuesto en una rendija anular 11 entre el rotor 8 y una culata de hierro 12 magnética chapada.

15 Para a pesar de la eliminación de los dientes o las ranuras de hierro, del elevado porcentaje de materiales aislantes y de las grandes distancias a la culata de hierro magnética chapada 12, garantizar una evacuación suficiente del calor disipado que se produce en el devanado de corriente alterna con entrehierro 10, el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 está dotado de un dispositivo de refrigeración 13.

20 Por motivos mecánicos el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 sin ranuras de hierro está dotado de una estructura de material sintético que lo refuerza y/o de llenado o impregnado con una resina adecuada, etc..

En la forma de ejecución de la propulsión de barco, configurada como propulsión de góndola separada 1 y mostrada en las figuras 1 y 2, el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 sin ranuras de hierro está alojado en un recipiente anular 14. El recipiente anular 14 se compone de un material aislante, por ejemplo un material sintético reforzado con fibra de vidrio (GFK).

25 Este recipiente anular 14, que forma la estructura reforzadora de material sintético en la forma de ejecución conforme a las figuras 1 y 2, está circundado por la culata de hierro 12 magnética chapada configurada también anularmente.

30 El dispositivo de refrigeración 13 asociado al recipiente anular 14 o al devanado de corriente alterna con entrehierro 10 sin ranuras de hierro alojado en el mismo tiene un circuito de refrigerante 15, que introduce por un lado frontal 16 refrigerante enfriado 17 en el recipiente anular 14 y que vuelve a alojar y descargar, por el otro lado frontal 18 del recipiente anular 14, el refrigerante 17 calentado después mediante el calor disipado que se produce en el devanado de corriente alterna con entrehierro 10.

35 A través de los espacios intermedios anulares entre el recipiente anular 14, por un lado, y del devanado de corriente alterna con entrehierro 10, por otro lado y, dado el caso, a través de canales longitudinales adicionales en el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 se guía el refrigerante 17 a lo largo del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 en su dirección axial.

Como refrigerante 17 se usa un líquido refrigerante aislante, por ejemplo aceite, MIDEL, etc..

40 En la forma de ejecución de la propulsión de góndola 1 mostrada en la figura 1, el circuito de refrigerante 15 del dispositivo de refrigeración 13 presenta un intercambiador de calor 19, que está previsto en o sobre el módulo de azimut giratorio 4 de la propulsión de góndola separada 1. El intercambiador de calor 19 se retro-refrigera mediante un sistema de agua de refrigeración 20 en el lado del barco.

El intercambiador de calor 19 puede disponerse, en lugar de en o sobre el módulo de azimut giratorio 4 de la propulsión de góndola separada 1, también en otro punto adecuado dentro del casco del barco 3.

45 El circuito de refrigerante 15 tiene además una bomba de circulación 21 que está dispuesta, en los ejemplos de ejecución mostrados en las figuras 1 y 2, en el módulo de azimut giratorio 4 de la propulsión de góndola separada 1. De forma correspondiente la bomba de circulación 1 puede mantenerse con una complejidad relativamente reducida y, dado el caso, repararse o sustituirse, ya que es fácilmente accesible como consecuencia de su disposición en el módulo de azimut giratorio 4 de la propulsión de góndola separada 1.

Los conductos de refrigeración del circuito de refrigerante 15 están configurados de forma flexible.

- 5 La forma de ejecución mostrada en la figura 2 de la propulsión de góndola separada 1 se diferencia de la mostrada en la figura 1 en que el intercambiador de calor 19 del circuito de refrigerante 15 del dispositivo de refrigeración 13, asociado al recipiente anular 14 o al devanado de corriente alterna con entrehierro 10 alojado en el mismo, está dispuesto en el módulo de apoyo 5 de la propulsión de góndola separada 1. Los serpentines tubulares 22 de la forma de ejecución del intercambiador de calor 19 mostrada en la figura 2 están dispuestos en unión térmica con la pared del módulo de apoyo 5, de tal modo que entregan el calor disipado del devanado de corriente alterna con entrehierro 10, contenido en el refrigerante 17 que circula por los mismos, al agua de mar que circunda el módulo de apoyo 5.
- 10 En las formas de ejecución de la propulsión de góndola separada 1 mostradas en las figuras 1 y 2 la culata de hierro 12 magnética chapada está abarquillada en la carcasa 13 de la góndola de motor 2, de tal modo que el calor disipado que se produce en la culata de hierro 12 puede entregarse mediante la carcasa 22 directamente al agua de mar que circunda la góndola de motor 2.
- 15 En las formas de ejecución de la propulsión de barco conforme a la invención, mostradas en las figuras 3a a 4, el motor eléctrico 6 está dispuesto de forma apropiada sobre o en el barco.
- En la rendija anular 11 entre el rotor 8, cuyo devanado de excitación rotatorio está alojado en el criostato 9, y en la culata de hierro 12 magnética chapada está alojado el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 sin ranuras de hierro.
- 20 Este devanado de corriente alterna con entrehierro tiene rendijas de refrigeración 24 que discurren en su dirección radial. Estas rendijas de refrigeración radiales 24 del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 se producen por medio de que, durante el montaje del devanado de corriente alterna con entrehierro 10, entre sus varillas de estator se insertan cuerpos de relleno de teflón conformados de forma adecuada que se extraen después del llenado o de la impregnación del devanado de corriente alterna con entrehierro 10.
- 25 Mediante estas rendijas de refrigeración 24 radiales que atraviesan el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 un espacio intermedio anular interior 25, que está configurado entre la superficie envolvente exterior del rotor 8 y la superficie envolvente interior del devanado de corriente alterna con entrehierro 10, está conectado a un espacio intermedio anular exterior 26 que está configurado entre la superficie envolvente exterior del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 y la superficie envolvente interior de la culata de hierro 12 magnética chapada anular.
- 30 La configuración, disposición y el desarrollo de las rendijas de refrigeración radiales 24 del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 se deducen mejor de una vista conjunta de las figuras 3a ó 4 con la figura 3b.
- La estructura mostrada en las figuras 3a a 4 para el motor eléctrico 6 es de forma similar también adecuada para un generador, que puede disponerse en cualquier punto en el casco de barco 3.
- El rotor 8 del motor eléctrico 6 se asienta sobre un eje de rotor 27, sobre el que se asienta en cada caso un rodete de ventilador 30 ó 31 en los dos lados frontales 28, 29 del rotor 8.
- 35 Mediante el rodete de ventilador 30 ó 31 se introduce en cada caso una corriente de aire de refrigeración 32, desde el lado frontal 28 o desde el lado frontal 29 del rotor 8, en el espacio intermedio anular interior 25 entre la superficie envolvente del rotor 8 y la superficie envolvente interior del devanado de corriente alterna con entrehierro 10. El diseño capacitivo de los rodetes de ventilador 30, 31 se elige de tal modo que las corrientes de aire de refrigeración 32 se cruzan aproximadamente en una región central axial del rotor 8.
- 40 A través de las rendijas de refrigeración 24 del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 llega la corriente de aire de refrigeración 32 al espacio intermedio anular exterior 26 entre la superficie envolvente exterior del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 y la superficie envolvente interior de la culata de hierro 12 magnética chapada. Desde este espacio intermedio anular exterior 26 vuelve a salir la corriente de aire de refrigeración 32, por ambos lados frontales 28, 29 o cerca de estos dos lados frontales 28, 29 del rotor 8.
- 45 Al atravesar la corriente de aire de refrigeración 32 el espacio intermedio anular interior 25, las rendijas de refrigeración radiales 24 del devanado de corriente alterna con entrehierro 10 y el espacio intermedio anular exterior 26 se transfiere calor disipado desde el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 y desde la culata de hierro 12 magnética chapada al aire de refrigeración, y se evacua desde la rendija anular 11.
- 50 En la forma de ejecución del motor eléctrico 6 mostrada en la figura 3a, está prevista en la región de los dos rodetes de ventilador 30, 31 en cada caso una disposición de chapa guía 33, mediante la cual el aire de refrigeración a introducir en el espacio intermedio anular interior 25 se separa del aire de refrigeración calentado, que sale del

espacio intermedio anular exterior 26. En el ejemplo de ejecución del motor eléctrico 6, mostrado en la figura 3a, las dos disposiciones de chapa guía 33 llegan en cada caso hasta una abertura de aspiración 34 ó 35, que están configuradas en las paredes frontales 36 ó 37 de una carcasa que aloja el motor eléctrico 6 en el caso de las formas de ejecución conforme a las figuras 3a y 4.

- 5 La corriente de aire de refrigeración 32 calentada que sale del espacio intermedio anular exterior 26 se descarga desde la carcasa a través de aberturas de descarga 39, 40, que están configuradas cerca de las paredes frontales 36, 37 en la carcasa 38.

10 Entre las aberturas de aspiración 34, 35 por un lado y las aberturas de descarga 39, 40, por otro lado, puede estar prevista una unión de conductos en la que, mediante un intercambiador de calor allí previsto, el aire de refrigeración se enfría hasta que puede introducirse mediante los rodets de ventilador 30, 31 de nuevo en el espacio intermedio anular interior 25.

15 A diferencia de la forma de ejecución del motor eléctrico 6, mostrada en la figura 3a, en el caso de la forma de ejecución del mismo mostrada en la figura 4 está dispuesto en cada caso un intercambiador de calor de gas-agua 43 ó 44, en los dos espacios intermedios axiales 41, 42 entre las paredes frontales 36, 37 de la carcasa 38 y los lados frontales 28, 29 del rotor 8 o del motor eléctrico 7. La corriente de aire de refrigeración 32 es guiada dentro de la carcasa 38 mediante los dos espacios intermedios axiales 41, 42 casi en dos circuitos, en donde la corriente de aire de refrigeración, calentada a causa del calor disipado desde el devanado de corriente alterna con entrehierro 10 o la culata de hierro 12 magnética chapada y que sale del espacio intermedio anular exterior 26, se refrigera a través del intercambiador de calor de gas-agua 43 ó 42, antes de que se introduzca a presión la corriente de aire de refrigeración 32 después refrigerada, a través de los dos rodets de ventilador 30, 31, de nuevo en el espacio intermedio anular interior 25.

20 La disposición de chapa guía 33 está configurada de tal modo, en la forma de ejecución conforme a la figura 4, que sólo se aspira el aire de refrigeración a través de los rodets de ventilador 30, 31 que ya ha circulado a lo largo del intercambiador de calor de gas-agua 43 ó 44.

- 25 Los dos intercambiadores de calor de gas-agua 43, 44 están conectados a un circuito de refrigeración 45 del barco.

REIVINDICACIONES

1. Propulsión de barco con al menos una hélice de barco (7), al menos un motor eléctrico (6) mediante el cual puede accionarse al menos una hélice de barco (7), y una alimentación de corriente alimentada por convertidor, mediante la cual puede alimentarse al menos un motor eléctrico (6) con energía eléctrica y que presenta al menos un motor de accionamiento y al menos un generador accionado por el mismo, en donde al menos un electromotor (6) y al menos un generador están configurados como motores sincrónicos de corriente alterna, en donde al menos un motor eléctrico (6), configurado como motor sincrónico de corriente alterna, y/o al menos un generador de la alimentación de corriente, configurado como motor sincrónico de corriente alterna, presenta o presentan un rotor (8) y un devanado de estator, que están dispuestos consecutivamente en una dirección radial del motor eléctrico (6) o del generador, y en donde el devanado de estator presenta un devanado de corriente alterna con entrehierro (10), cuyos conductores de haz están configurados con finos cables de cobre aislados, que está dispuesto en una rendija anular (11) entre el rotor (8) y una culata de hierro (12), que mediante una estructura de material sintético está reforzado y/o llenado o impregnado con resina y que está conectado a un dispositivo de refrigeración (13) asociado al mismo, mediante el cual puede evacuarse el calor disipado que se produzca en el mismo, caracterizada porque el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) está configurado sin ranuras de hierro y la culata de hierro (12) como culata de hierro (12) magnética chapada y porque el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro de al menos un motor eléctrico (6) y/o de al menos un generador de la alimentación de corriente está instalado en un recipiente anular (14) de material aislante, que está circundado por la culata de hierro (12) magnética chapada, y porque el dispositivo de refrigeración (13) asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro presenta un circuito de refrigerante (15), que introduce refrigerante (17) por un lado frontal (16) del recipiente anular (14) que aloja el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) en el mismo y lo extrae de éste por su otro lado frontal (18), en donde el refrigerante (17) circula entre un lado frontal y el otro lado frontal del recipiente anular, entre el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) y el recipiente anular (14) y, dado el caso, a través de canales longitudinales adicionales hasta dentro del devanado de corriente alterna con entrehierro (10).
2. Propulsión de barco según la reivindicación 1, en el que al menos un motor eléctrico (6) configurado como motor sincrónico de corriente alterna, y/o al menos un generador de la alimentación de corriente, configurado como motor sincrónico de corriente alterna, presenta o presentan sobre el rotor un devanado de excitación rotatorio formado por cable supra-conductor de alta temperatura (HTSL), que está dispuesto en un criostato (9) aislado al vacío y puede refrigerarse a bajas temperaturas de 15 a 77 K^o.
3. Propulsión de barco según la reivindicación 1, el recipiente anular (14) que aloja el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro está configurado con material sintético reforzado con fibra de vidrio.
4. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que como refrigerante (17) del dispositivo de refrigeración (13) asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro está previsto un líquido refrigerante aislante, por ejemplo aceite, MIDEL, etc..
5. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un intercambiador de calor (19), dispuesto en el circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13) asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, puede retro-refrigerarse mediante el sistema de agua de refrigeración (20) del barco.
6. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un intercambiador de calor (19), dispuesto en el circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13) asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, puede retro-refrigerarse mediante agua de mar.
7. Propulsión de barco según la reivindicación 5 ó 6, en la que el intercambiador de calor (19) del circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13), asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, está dispuesto fijamente en el casco del barco (3).
8. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 1 a 7, que está configurada como propulsión de góndola separada (1), en donde al menos uno de sus motores eléctricos (6) está dispuesto en una góndola de motor (2) de la propulsión de góndola separada (1).
9. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que los conductos de refrigeración que configuran el circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13), asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, están configurados de forma flexible.
10. Propulsión de barco según la reivindicación 8 u 9, en la que la culata de hierro (12) magnética chapada de al menos un motor eléctrico (6) está abarquillada en la carcasa (23) de la góndola de motor (2) de la propulsión de góndola separada (1).

11. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 8 a 10, en la que el intercambiador de calor (19) del circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13), asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, está dispuesto en un módulo de azimut giratorio (4) de la propulsión de góndola separada (1).
- 5 12. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 8 a 10, en la que el intercambiador de calor (19) del circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13), asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, está dispuesto en un módulo de apoyo (5) de la propulsión de góndola separada (1), en donde los tubos del intercambiador de calor (19) están en unión térmica con la pared del módulo de apoyo (5).
- 10 13. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 8 a 12, en la que una bomba de circulación (21) dispuesta en el circuito de refrigerante (15) del dispositivo de refrigeración (13), asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, está dispuesta en o sobre el módulo de azimut giratorio (4) de la propulsión de góndola separada (1).
- 15 14. Propulsión de barco según la reivindicación 1 ó 2, en la que el dispositivo de refrigeración asociado al devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro de al menos un motor eléctrico (6) y/o de al menos un generador de la alimentación de corriente presenta al menos un rodete de ventilador (30, 31), dispuesto sobre un eje de rotor (27) y mediante el cual una corriente de gas de refrigeración, por ejemplo de aire de refrigeración (32), puede dirigirse en el espacio intermedio anular (25) entre el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) y el rotor (8) y/o el espacio intermedio anular (26) entre el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) y la culata de hierro (12) magnética chapada de al menos un motor eléctrico (6) o generador.
- 20 15. Propulsión de barco según la reivindicación 14, en la que en ambos lados frontales (28, 29) del rotor (8) está previsto en cada caso un rodete de ventilador (30, 31).
- 25 16. Propulsión de barco según la reivindicación 14 ó 15, en la que el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro está configurado con rendijas de refrigeración (24) que se extienden en su dirección radial, por medio de las cuales puede descargarse el calor disipado que se produce en el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) en el gas de refrigeración (32) que circula por el mismo.
- 30 17. Propulsión de barco según la reivindicación 16, en la que las rendijas de refrigeración radiales (24) del devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro están formadas con cuerpos de relleno de teflón, que pueden insertarse durante el montaje del devanado de corriente alterna con entrehierro (10) entre sus varillas de estator y extraerse después del llenado o de la impregnación.
- 35 18. Propulsión de barco según la reivindicación 16 ó 17, con una disposición de chapa guía (33), mediante el cual se guían las corrientes de gas de refrigeración (32) generadas por los dos rodetes de ventilador (30, 31) en el espacio intermedio anular (25) entre el rotor (8) y el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) sin ranuras de hierro, en dirección a la región central axial de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador, en donde las corrientes de gas de refrigeración (32) se guían a través de las rendijas de refrigeración radiales (24) del devanado de corriente alterna con entrehierro (10) hacia fuera del espacio intermedio anular (25) entre el rotor (8) y el devanado de corriente alterna con entrehierro (10), hasta el espacio intermedio anular (26) entre el devanado de corriente alterna con entrehierro (10) y la culata de hierro (12) magnética chapada, y después de vuelta a los lados frontales (28, 29) del rotor (8).
- 40 19. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 14 a 18, en la que en una carcasa (38) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador está configurada por cada rodete de ventilador (30, 31) una abertura de aspiración (34, 35), a través de la cual el o los rodetes de ventilador (30, 31) aspiran gas de refrigeración.
- 45 20. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 14 a 19, en la que en la carcasa (38) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador están configuradas una o varias aberturas de descarga (39, 40), a través de las cuales el gas de refrigeración (32), después de que haya abandonado de nuevo la rendija anular (11) entre rotor (8) y culata de hierro (12), se descarga desde la carcasa (38) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador.
- 50 21. Propulsión de barco según la reivindicación 20, en la que la abertura de aspiración o las aberturas de aspiración (34, 35) y la abertura de descarga o las aberturas de descarga (39, 40) están dispuestas ventajosamente en un uno o en cada caso en uno de los dos lados frontales (28, 29) del rotor (8), en la carcasa (38) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador.
22. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 14 a 21, en la que la corriente de gas de refrigeración (32) es guiada en un circuito y puede retro-refrigerarse mediante intercambiadores de calor de gas-agua (43, 44).

23. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 14 a 18, en la que dentro de la carcasa (38) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador en un espacio intermedio axial o en ambos espacios intermedios axiales (41, 42) entre un lado frontal o ambos lados frontales (28, 29) de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador y de una pared frontal o de ambas paredes frontales (36, 37) de la carcasa (38) está dispuesto ventajosamente, en cada caso al menos un intercambiador de calor de gas-agua (43, 44), que está conectado a un circuito de refrigeración (45) del barco y a lo largo del cual es guiada la corriente de gas de refrigeración (32) calentada que sale de la rendija anular (11) entre rotor (8) y culata de hierro (12), antes de que sea presionada por al menos un rodete de ventilador (30, 31) de vuelta hasta la rendija anular (11).
- 5
24. Propulsión de barco según una de las reivindicaciones 14 a 22, en la que el o los intercambiadores de calor de gas-agua está o están dispuesto(s) por fuera de la carcasa de al menos un motor eléctrico (6) y/o generador.
- 10

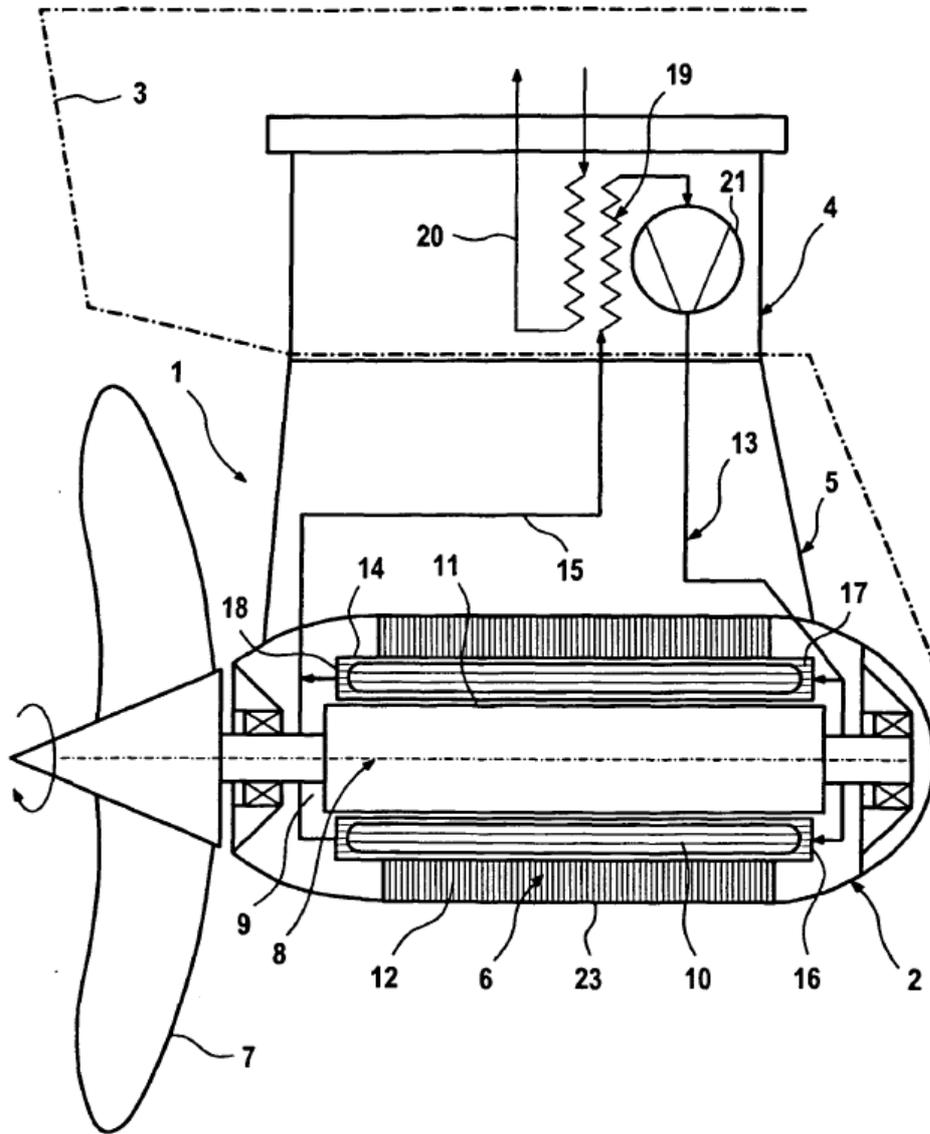


FIG 1

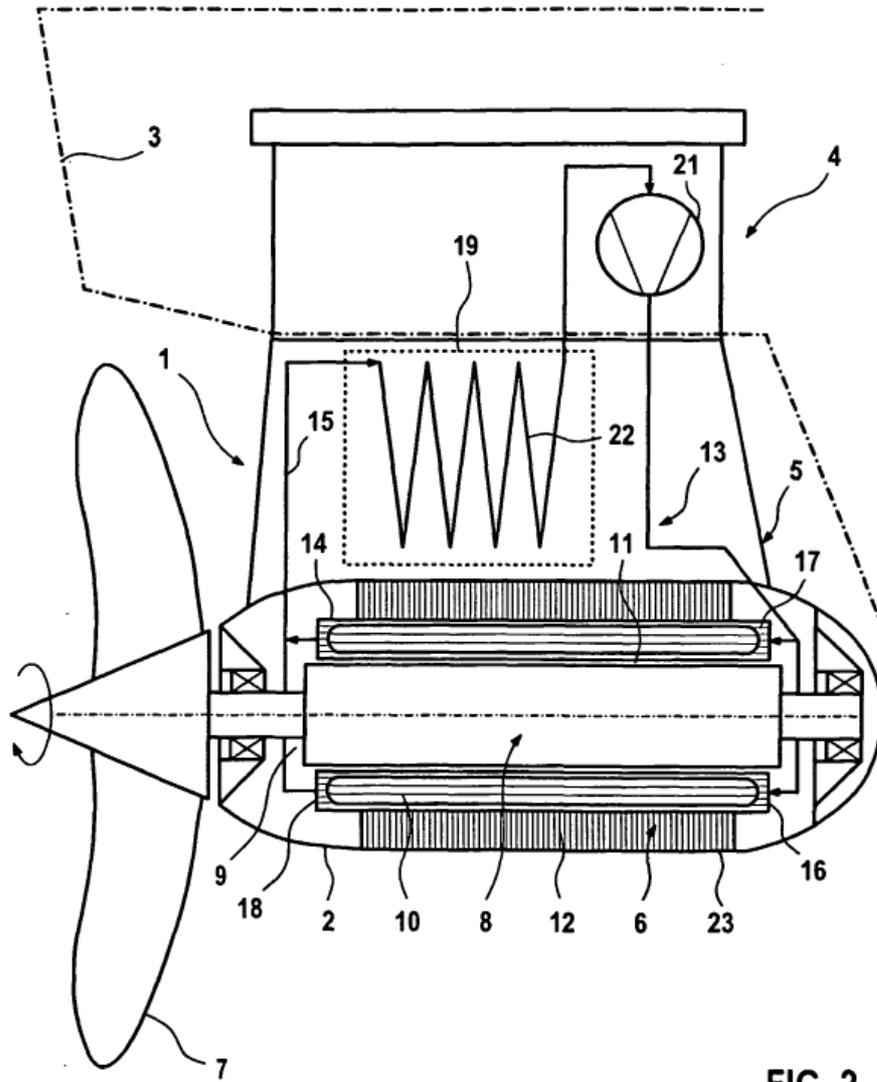


FIG 2

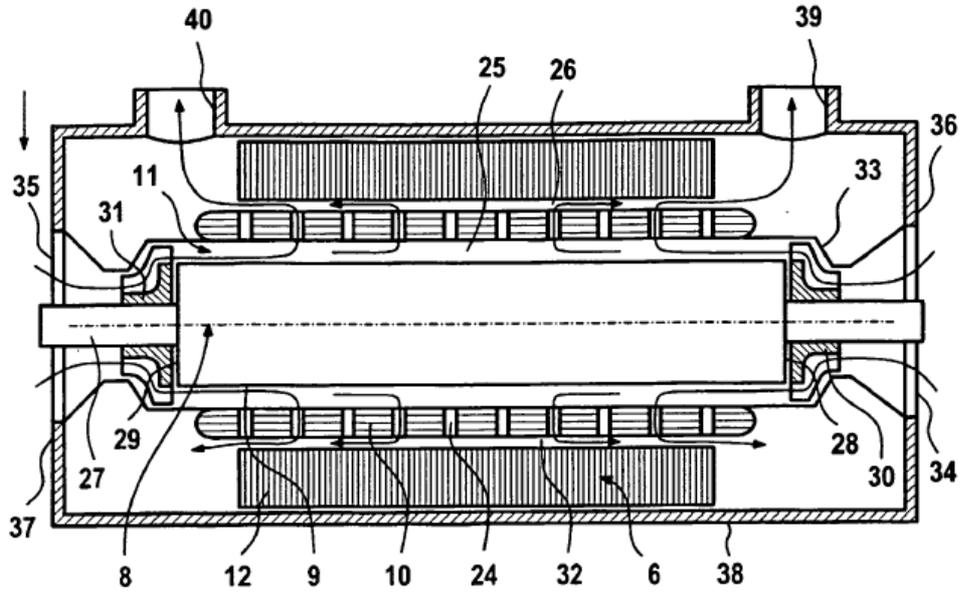


FIG 3a

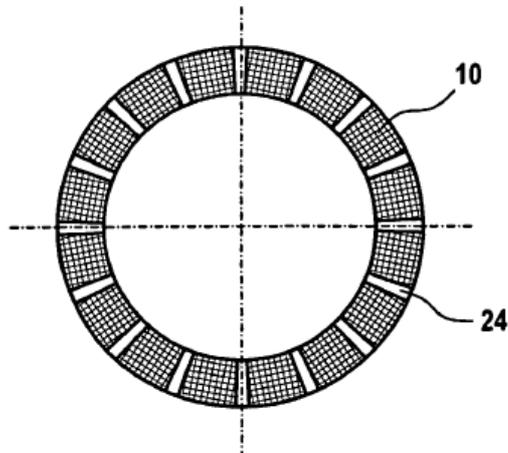


FIG 3b

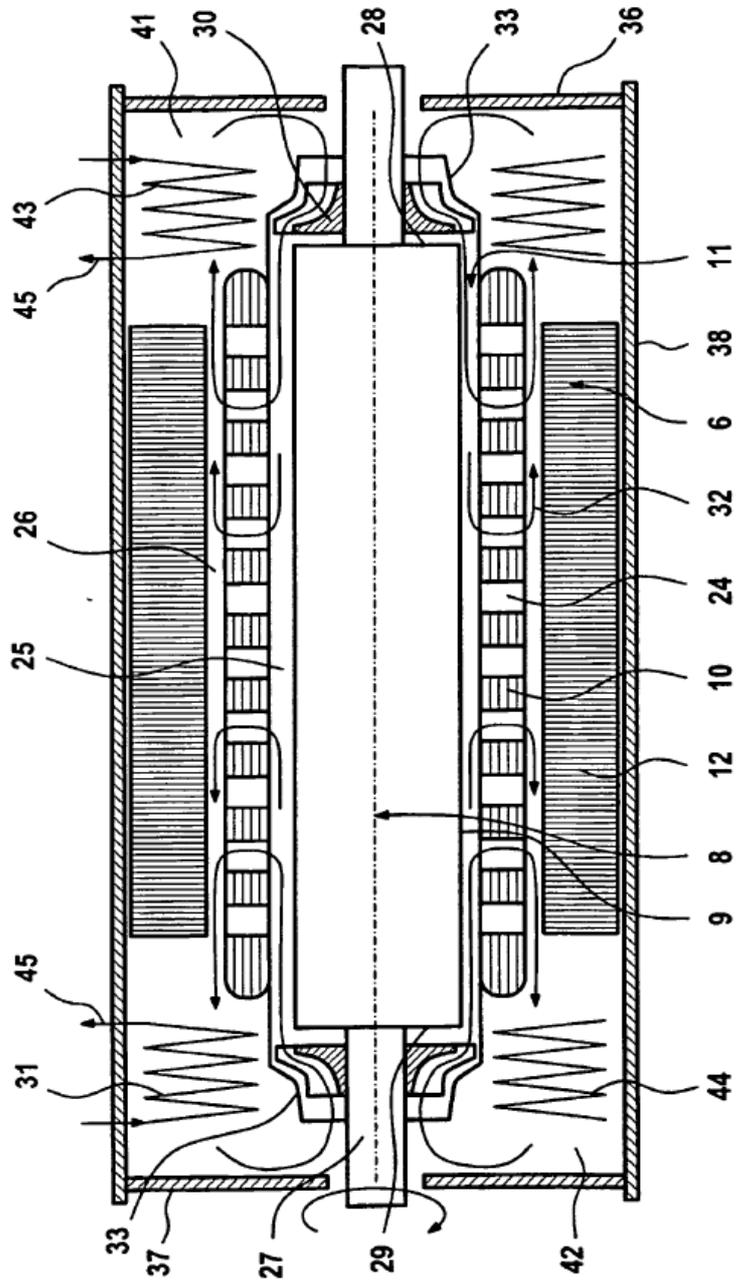


FIG 4