

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 528**

51 Int. Cl.:

H02K 9/10 (2006.01)

H02K 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2002** **E 08005488 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013** **EP 1959544**

54 Título: **Unidades de propulsión eléctrica**

30 Prioridad:

06.08.2001 GB 0119041

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2013

73 Titular/es:

**GE ENERGY POWER CONVERSION UK LIMITED
(100.0%)
Boughton Road
Rugby Warwickshire CV21 1BU, GB**

72 Inventor/es:

**LE FLEM, GRAHAM DEREK y
ENON, JACQUES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 402 528 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

Unidades de propulsión eléctrica

Campo de la invención

La presente invención versa acerca de una unidad mejorada de propulsión.

5 Antecedentes de la invención

Es bien conocido proporcionar unidades de propulsión que están suspendidas por debajo del casco de un barco para dotar al barco de propulsión. En los documentos US 6 231 497 y US 5 101 128 se muestran ejemplos de tales unidades de propulsión.

10 La unidad mostrada en el documento US 6 231 497 contiene un motor eléctrico que tiene un rotor de imanes permanentes. Tales motores resultan atractivos porque tienen pérdidas pequeñas en el rotor y, por lo tanto, no generan un calor excesivo. Tal calor generado por el rotor puede ser disipado con relativa facilidad mediante conducción/convección al resto de la unidad. Sin embargo, tales motores son desfavorables porque los imanes permanentes utilizados para generar el campo magnético del rotor son costosos, es difícil montar el rotor, y se debe emplear un sistema adecuado de conversión de energía. El sistema de conversión de energía debe ser capaz de
15 hacer frente a grandes cambios en el factor de potencia con carga, que tal motor produce debido a que no hay ningún control de la excitación del rotor.

El documento US 5 101 128 muestra un ejemplo adicional de una unidad de propulsión que utiliza enfriamiento por agua, que incorpora un fuelle y un filtro para equilibrar la presión del agua, desde el exterior de la unidad. La disposición proporcionada es compleja, lo que da lugar a mayores costes de fabricación y de mantenimiento. Un mayor mantenimiento es una desventaja particular debido al deficiente acceso a las unidades y, por lo tanto, en general es deseable hacer que las unidades sean tan sencillas como sea posible.
20

El documento EP 0590867 da a conocer un ejemplo adicional de una unidad de propulsión. Hay ubicada una región de intercambio térmico (intercambiador 31 de calor) en una parte superior de un eje utilizada para fijar la unidad de propulsión a la embarcación acuática. Se suministran corrientes refrigerantes, tal como agua o aire, al intercambiador de calor. El gas de refrigeración que fluye a través de conductos interiores de la unidad de propulsión es enfriado al pasar calor a las corrientes refrigerantes antes de que el gas de refrigeración vuelva a fluir descendiendo por los conductos exteriores para enfriar el motor eléctrico.
25

El documento EP 1395486 comprendido a tenor del Artículo 54(3) EPC da a conocer un ejemplo adicional de una unidad de propulsión que contiene un motor eléctrico. El interior de las unidades de propulsión está presurizado. El calor del área de las espiras extremas del estátor (saliente del devanado estátorico) es conducido al interior del cuerpo del motor que, preferentemente, se encuentra en contacto directo con las paredes de la unidad de propulsión. Por lo tanto, se pueden evitar disposiciones normales de intercambio térmico.
30

Un objetivo de la presente invención es superar, o al menos reducir, los problemas de la técnica anterior.

Resumen de la invención

35 La presente invención proporciona una unidad de propulsión dispuesta para propulsar a una embarcación acuática que comprende un motor eléctrico dispuesto para proporcionar propulsión, comprendiendo además dicha unidad un alojamiento que contiene el motor, caracterizada porque una región extrema del alojamiento está dotada de una o más aletas proporcionadas en una superficie interior del alojamiento dispuestas para enfriar el gas de refrigeración que pasa sobre las mismas y en la que durante su uso se mantiene el interior del alojamiento a una mayor presión de al menos aproximadamente 200 kPa para aumentar el efecto de enfriamiento del gas de refrigeración.
40

Una ventaja de tal disposición es que proporciona una estructura sencilla que, por lo tanto, es más sencilla de mantener que algunas unidades de propulsión de la técnica anterior.

Preferentemente, el motor es un motor de inducción. Una ventaja de tal unidad de propulsión es que proporciona un motor mecánicamente sencillo y robusto.

45 Se puede proporcionar un agitador para hacer circular gas de refrigeración en el interior del alojamiento. Tal agitador es ventajoso, dado que obliga a la circulación del gas de refrigeración, lo que puede dar lugar a un mayor enfriamiento.

En la realización preferente el agitador comprende al menos un ventilador, pero también son posibles otros equivalentes mecánicos. Tal ventilador puede ser accionado por medio de un motor, o puede ser accionado por medio de una articulación mecánica al motor de la unidad. La articulación mecánica puede ser mediante cualquier medio adecuado: correa de transmisión, engranajes, transmisión por cadena, transmisión por árbol, o similares.
50

El gas de refrigeración puede ser impulsado longitudinalmente por un rotor del motor. Impulsar de esta forma el gas por el rotor puede dar lugar a un enfriamiento eficaz del rotor.

5 En una realización el rotor comprende un cuerpo cilíndrico montado sobre un árbol que tiene un eje de rotación, siendo tal la disposición que se proporciona un primer paso de enfriamiento entre el cuerpo cilíndrico y el árbol. Una ventaja de tales pasos de enfriamiento es que proporcionan una forma conveniente de conducir gas de refrigeración por el rotor.

El cuerpo cilíndrico montado sobre el árbol puede comprender los devanados del rotor, que tiene, preferentemente, un segundo paso de enfriamiento a través del mismo. De nuevo, una ventaja de tales pasos de enfriamiento es que proporcionan una forma conveniente de conducir gas de refrigeración por el rotor.

10 En una realización, probablemente la preferente, la unidad está dispuesta de forma que el gas de refrigeración pasa por el primer paso de enfriamiento en una primera dirección, y por el segundo paso de enfriamiento en una segunda dirección, distinta de la primera. Preferentemente, la primera dirección es aproximadamente una dirección opuesta a la segunda. Tal disposición es ventajosa dado que proporciona una circulación no obstaculizada del gas en torno a la unidad, lo que puede aumentar la eficacia de enfriamiento.

15 Preferentemente, la unidad está dispuesta de forma que se proporciona una región de intercambio térmico entre el primer paso de enfriamiento y el segundo paso de enfriamiento. Tal disposición es ventajosa dado que permite que el calor sea eliminado del gas que atraviesa cualquiera de los pasos de enfriamiento.

20 La región de intercambio térmico comprende aletas, o similares, proporcionadas en una superficie interna de un alojamiento de la unidad. Esto proporciona una estructura sencilla que proporciona un intercambio térmico; se apreciará que, durante su uso, la unidad estará sumergida en agua y que, por lo tanto, el alojamiento de la unidad estará en contacto con el agua, proporcionando un buen medio de intercambio térmico. La ventaja de las aletas es que se aumenta la eficacia del intercambio térmico con el alojamiento.

25 Las aletas pueden estar fabricadas de un material que tenga una conductividad térmica elevada, tal como aluminio, o cobre. De forma alternativa, o adicionalmente, las aletas pueden estar fabricadas integralmente con el alojamiento. La fabricación integral de las aletas es ventajosa debido a la facilidad de fabricación que conllevaría tal disposición.

La región extrema del alojamiento proporciona un área conveniente que tiene un contacto relativamente grande con el agua fuera de la unidad y, por lo tanto, proporciona una buena capacidad para eliminar calor de las aletas.

30 De forma conveniente, la unidad está dispuesta de forma que el gas que fluye en la segunda dirección, sale del segundo paso de enfriamiento al interior de la región de intercambio térmico. Una ventaja de esta dirección de flujo es que es probable que el gas que sale del segundo paso sea más caliente que el que sale del primer paso de enfriamiento y, por lo tanto, es ventajoso proporcionar un intercambio térmico para este gas.

El estátor puede incluir espiras extremas, que se proyectan desde el estátor, y de forma conveniente la unidad está dispuesta de forma que el aire que sale/entra por cualquiera de los pasos de enfriamiento pasa sobre las espiras extremas. Esto es ventajoso dado que proporciona un enfriamiento adicional de las espiras extremas.

35 La presión puede encontrarse en el intervalo desde aproximadamente 200 kPa hasta aproximadamente 700 kPa. Se cree que este intervalo es adecuado debido a que se piensa que las presiones inferiores a 200 kPa proporcionan un mayor beneficio insignificante, mientras que las presiones superiores a 700 kPa aumentan de forma desproporcionada el coste de la unidad de propulsión y requieren una potencia excesiva para hacer circular el gas en su interior.

40 Tal disposición es ventajosa, dado que la mayor presión ayuda a eliminar el gradiente de presión en sellos entre el exterior y el interior de la unidad (por ejemplo, en torno al árbol sobre el que está montada la hélice). La reducción del gradiente de presión ayuda a formar el sello y evita que el agua entre en la unidad. Además, se puede utilizar la mayor presión para ayudar a drenar agua que ha entrado en la unidad al volver a impulsar el agua ascendiendo por un soporte que conecta la unidad a la embarcación a la que está fijada. El experto apreciará que la mayor presión mejora la transferencia de calor, dado que el coeficiente (h) de transferencia de calor aumenta de forma significativa con la densidad del aire (típicamente, $h \propto \rho^{0.64}$).

45 De forma conveniente, el estátor está montado de forma que hace un buen contacto térmico con la superficie interna de un alojamiento de la unidad. Tal disposición proporciona un enfriamiento eficaz del estátor. En general, un buen contacto térmico significaría estar en contacto, pero se concibe que incluya situaciones en las que se coloca un miembro de conductividad térmica elevada entre el estátor y el alojamiento.

50 Preferentemente, el gas de refrigeración es aire, pero se puede utilizar cualquier gas de refrigeración adecuado. Por ejemplo, se pueden utilizar CO₂, nitrógeno, gases refrigerantes, gases nobles, etc. El aire es ventajoso, dado que es barato, inmediatamente disponible y no es tóxico.

Breve descripción de los dibujos

Ahora sigue, únicamente a modo de ejemplo, una descripción detallada de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La **Figura 1** es un alzado lateral de una realización de una unidad de propulsión según la presente invención;
- 5 la **Figura 2** es un corte transversal a lo largo de la línea AA de la Figura 1;
- la **Figura 3** es una ampliación de una porción de la Figura 2;
- la **Figura 4** es una ampliación de una porción de la Figura 1 que muestra una disposición de deflector;
- la **Figura 5** muestra un alzado lateral de una segunda realización de una unidad de propulsión según la presente invención;
- 10 la **Figura 6** es un alzado lateral del alojamiento para las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 5;
- la **Figura 7** es una vista en perspectiva de una porción del alojamiento mostrado en la Figura 6;
- la **Figura 8** muestra un corte transversal a través del rotor de un motor de la Figura 1; y
- la **Figura 9** muestra una disposición alternativa para la realización de la unidad de propulsión mostrada en la Figura 1.

15 **Descripción de las realizaciones preferentes de la invención**

Las unidades 2 de propulsión mostradas en las Figuras 1 y 2 tienen un alojamiento 4 dispuesto para ser suspendido desde debajo un casco de un barco (no mostrado) por medio de un soporte 6. El soporte 6 incluye en una región superior del mismo anillos 8 de deslizamiento, que permiten que el alojamiento 4 y el soporte 6 sean girados 360° para proporcionar un empuje direccional para el barco al que está fijada la disposición. Una hélice 10 es accionada por medio de un motor 12 contenido en el interior del alojamiento 4.

El motor 12 comprende un motor eléctrico de inducción que tiene un estátor 14, y un rotor 16. El rotor 16 comprende un árbol central 18 soportado por medio de cojinetes 20, 22. El árbol central 18 soporta, utilizando brazos 26 de soporte, un cuerpo cilíndrico que comprende devanados 24 del rotor, y en la Figura 8 se muestra un corte transversal de un rotor. Los espacios entre los brazos 26 proporcionan un primer paso de enfriamiento, que será descrito más adelante. Se proporciona un segundo paso de enfriamiento por medio de los conductos 27 en los devanados 24 del rotor y proporciona una vía de enfriamiento longitudinalmente en el rotor. El estátor 14 comprende un devanado 28, estando encajado a presión o por contracción el estátor en el alojamiento 4. De forma alternativa, se puede utilizar un encaje con holgura junto con un adhesivo de conductividad térmica elevada para fijar el estátor en el interior del alojamiento. Se muestran las espiras extremas 30, 32, 34, 36 del devanado 28 de campo en regiones extremas del mismo. Se suministra la energía al devanado 28 por medio de cables (no mostrados) que pasan por el soporte 6 desde el barco. Existe un entrehierro 38 (de aproximadamente 4 mm en esta realización) entre el estátor 14 y el rotor 16. Se apreciará que tal entrehierro no es lo suficientemente grande como para permitir una convección.

El devanado 28 tiene un diseño convencional. Sin embargo, el devanado 28 está montado en proximidad estrecha al alojamiento 4 y, por lo tanto, el agua que rodea el alojamiento proporciona un enfriamiento suficiente para el devanado 28.

Con referencia específicamente a la unidad de propulsión mostrada en la Figura 1, una región extrema 40 de la unidad 4 de propulsión comprende un tapón distal aproximadamente semiesférico que está montado sobre una pared cilíndrica. Hay dispuesta una pluralidad de aletas 42 de intercambio térmico de una forma aproximadamente equidistante en torno a la pared interna de una región extrema de la pared cilíndrica, adyacente al armazón semiesférico, y la disposición de estas aletas 42 se muestra más claramente en la Figura 3. Un deflector 44 que comprende una banda, un primer borde de la cual discurre en torno a un primer radio desde el rotor, y un segundo borde de la cual discurre en torno a un segundo radio desde el rotor, está colocado de forma que su borde que tiene el mayor radio está colocado adyacente a las aletas 42 de intercambio térmico. El deflector 44 está proporcionado en una región 45 de intercambio térmico, ayuda a alargar la vía de aire de enfriamiento, como se explicará más adelante, y dirige aire a través de las aletas 42 de intercambio térmico. Se proporciona un deflector 46, con una forma similar a la del deflector 44 descrito anteriormente, en una salida de las aletas 42 de intercambio térmico, de nuevo para dirigir el flujo de aire de enfriamiento.

La Figura 9 muestra una realización alternativa para la unidad de propulsión mostrada en la Figura 1, en la que el deflector 44 de la Figura 1 ha sido extendido en longitud y curvado para formar el deflector 58, en la región 59 de intercambio térmico mostrada en la Figura 9. Esta extensión del deflector 58 alarga la vía de aire y mantiene el aire de enfriamiento en contacto con la porción semiesférica 40 del alojamiento 4 durante más tiempo. Además, las

aletas 42 de intercambio térmico de la Figura 1 han sido alargadas para formar las aletas 60 de la Figura 9. Este alargamiento proporciona un área mayor de intercambio térmico para la longitud de la vía definida por el deflector 58.

5 Un motor 48 del ventilador proporcionado en el soporte 6 está dispuesto para accionar un ventilador centrífugo 50 para proporcionar un agitador para hacer circular aire a través del motor 12. Una división adicional 52 discurre a lo largo de una región central del soporte 6 para dividir el soporte 6 en una porción 54 de entrada de aire de enfriamiento, y una porción 56 de salida para aire de enfriamiento. (Se apreciará que esto hace referencia a una entrada y una salida del brazo dado que la unidad 2 de propulsión está sumergida por debajo de un barco, y que se hace circular el aire en torno al interior del alojamiento 4 y del soporte 6).

10 Durante su uso, el motor 48 del ventilador acciona un ventilador centrífugo 50 para aspirar aire al interior de la porción 54 de entrada de aire, a través del ventilador 50 y fuera del soporte 6 a través de la porción 56 de salida. Una vez ha pasado el aire desde la porción 56 de salida al interior del alojamiento 4 pasa por los conductos 27 en los devanados 24 del rotor. La división 52 se extiende al interior del alojamiento 4 y se pone en proximidad estrecha con el rotor 16 para garantizar que se dirija el aire de tal manera que pase desde la porción 56 de salida. Según
15 pasa aire al interior de los devanados 24 del rotor pasa por las espiras extremas 32, 34 del devanado 28 y, por lo tanto, proporciona una acción de enfriamiento al mismo. Además, según sale el aire de los devanados 24 del rotor pasa por las espiras extremas 30, 36 del devanado del estátor. Además, el aire que sale del devanado 24 del rotor está dirigido por el deflector 46 a través de las aletas 42 (60 en la Figura 9) de intercambio térmico, en las que se
20 enfría el aire por medio de un intercambio térmico con estas aletas 42, 60, que se encuentran en buen contacto térmico con el alojamiento 4. El deflector 44 (58 en la Figura 9) garantiza que se mantiene el flujo de aire en contacto con las aletas 42, 60 de intercambio térmico durante un periodo predeterminado, antes de volver a pasar por el rotor 16 a través de los espacios entre los brazos 26 de soporte. Después de salir del rotor 16, el aire es aspirado hacia arriba, al interior de la porción 54 de entrada del soporte 6.

25 Con referencia a la realización mostrada en la Figura 5, se hará notar que la diferencia principal es que se obliga al aire a circular de forma longitudinal en el rotor 16. En cambio, se utiliza una pluralidad de ventiladores, o agitadores, para forzar localmente una convección, como se describirá ahora.

30 Hay colocado un ventilador 62, 64, 66, 68 adyacente a cada una de las espiras extremas 30, 32, 34, 36 del devanado 28 del estátor y obliga a la circulación local del aire a través del mismo. Una división 70 se extiende hacia arriba al interior del soporte 6, de forma que se obliga al aire a circular por medio del ventilador 66 en proximidad a la pared del soporte 6, lo que mejora el enfriamiento proporcionado por el ventilador 66.

35 Se mantiene el aire en el interior del alojamiento 4 y del soporte 6 a una presión superior a la atmosférica. Se cree que las presiones en el intervalo desde 200 kPa hasta 700 kPa son ventajosas. Esta mayor presión también puede ser utilizada útilmente para ayudar a eliminar agua marina de una región inferior (denominada, en general, poceta de drenaje) del alojamiento, y también ayuda a mantener un sello en torno a la porción del rotor 16 que pasa a través del alojamiento 4 hasta la hélice 10.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una unidad (2) de propulsión dispuesta para propulsar a una embarcación acuática que comprende un motor eléctrico (12) dispuesto para proporcionar propulsión, comprendiendo dicha unidad, además, un alojamiento (4) que contiene el motor, **caracterizada porque** una región extrema (40) del alojamiento está dotada de una o más aletas (42) proporcionadas en una superficie interior del alojamiento (4) dispuestas para enfriar el gas de refrigeración que pasa sobre las mismas y en la que durante su uso se mantiene el interior del alojamiento a una mayor presión, de al menos aproximadamente 200 kPa para aumentar el efecto de enfriamiento del gas de refrigeración.
- 10 2. Una unidad según la reivindicación 1, en la que las aletas están fabricadas de un material que tiene una conductividad térmica elevada, tal como aluminio o cobre.
3. Una unidad según la reivindicación 1 o 2, en la que las aletas están fabricadas integralmente con el alojamiento.
- 15 4. Una unidad según cualquier reivindicación precedente, en la que el motor incluye un estátor (14) que tiene espiras extremas (30, 32, etc.) que se proyectan desde el estátor, y en la que la unidad está dispuesta de forma que el gas de refrigeración pasa sobre las espiras extremas antes de pasar por el mecanismo (45) de intercambio térmico.
- 20 5. Una unidad según cualquier reivindicación precedente, en la que el motor incluye un rotor (16) que comprende un cuerpo cilíndrico (24) montado sobre un árbol (18) que tiene un eje de rotación, siendo la disposición tal que se proporciona un primer paso de enfriamiento entre el cuerpo cilíndrico y el árbol.
6. Una unidad según la reivindicación 5, en la que el cuerpo cilíndrico (24) montado sobre el árbol (18) comprende los devanados del rotor.
7. Una unidad según la reivindicación 6, en la que los devanados del rotor tienen un segundo paso (27) de enfriamiento a través de los mismos.
- 25 8. Una unidad según la reivindicación 7, en la que la unidad está dispuesta de forma que el gas de refrigeración pasa por el primer paso de enfriamiento en una primera dirección, y por el segundo paso de enfriamiento en una segunda dirección, distinta de la primera.
9. Una unidad según la reivindicación 8, en la que la primera dirección es opuesta a la segunda.

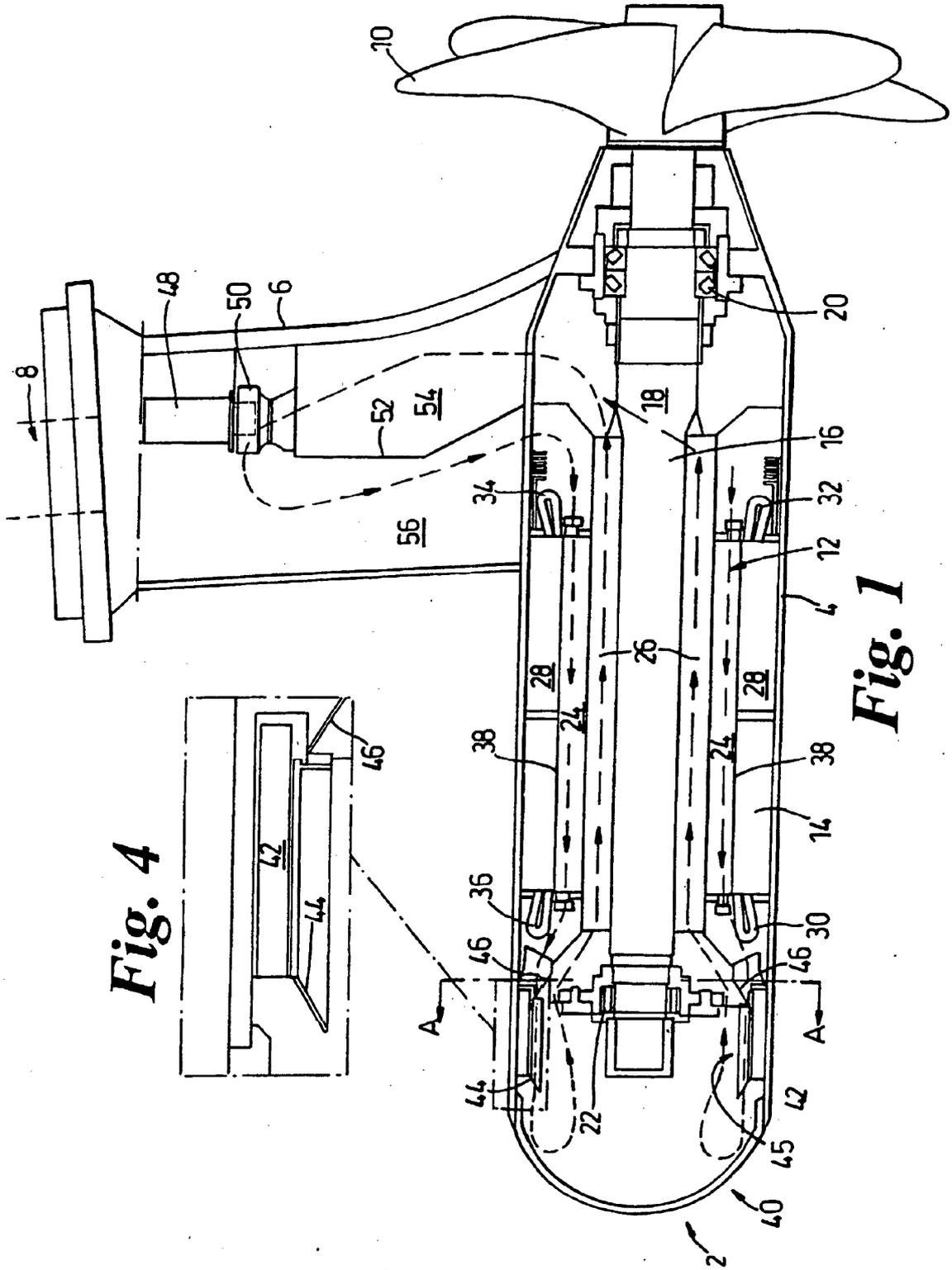


Fig. 4

Fig. 1

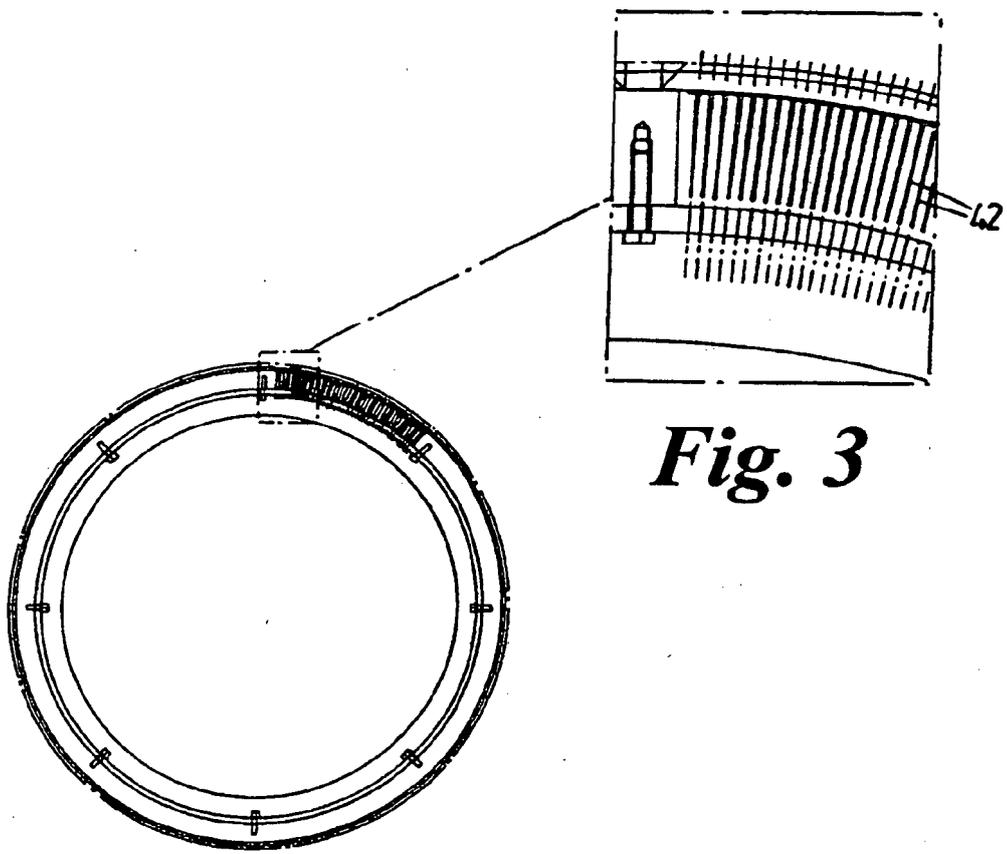


Fig. 2

Fig. 3

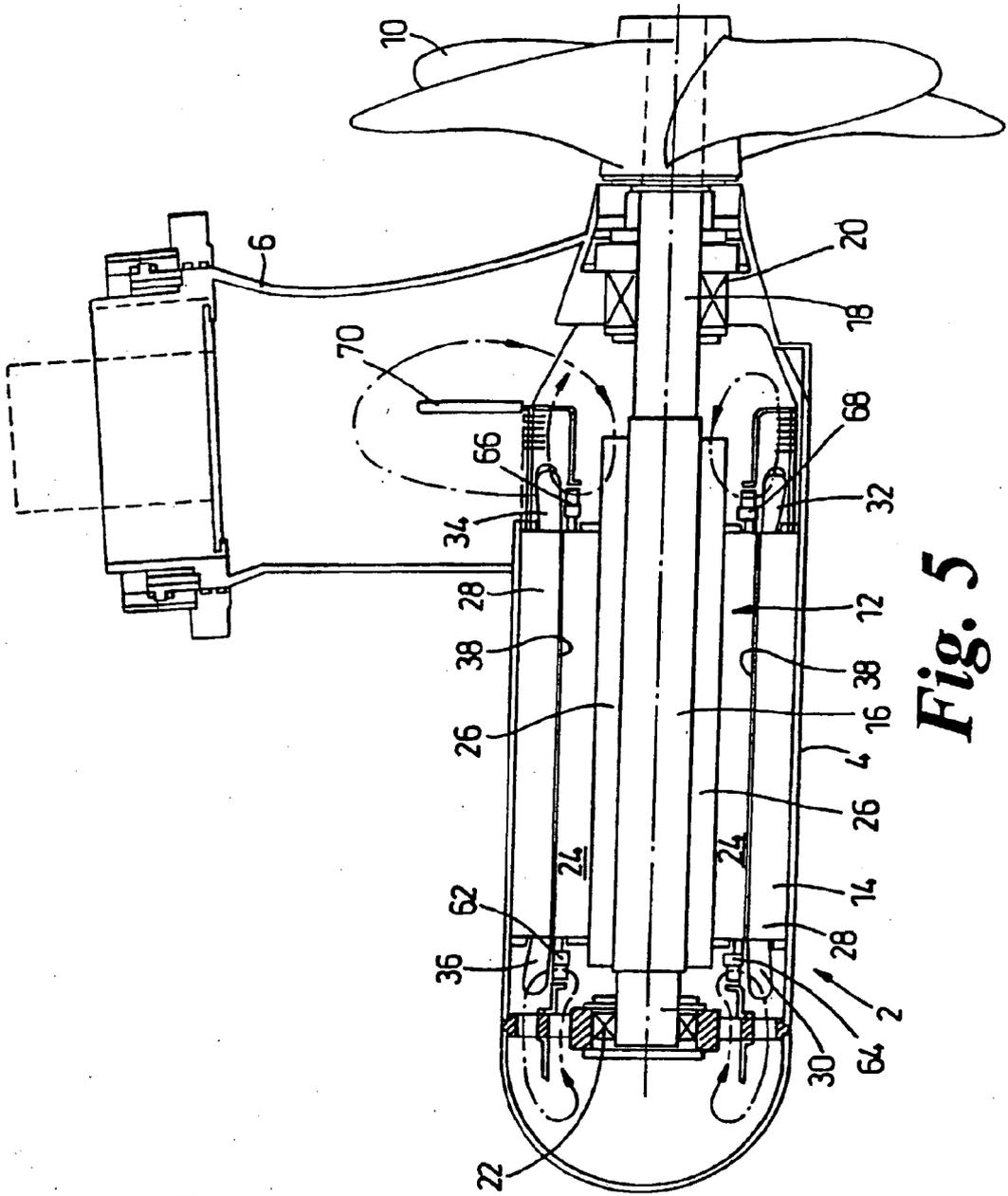


Fig. 5

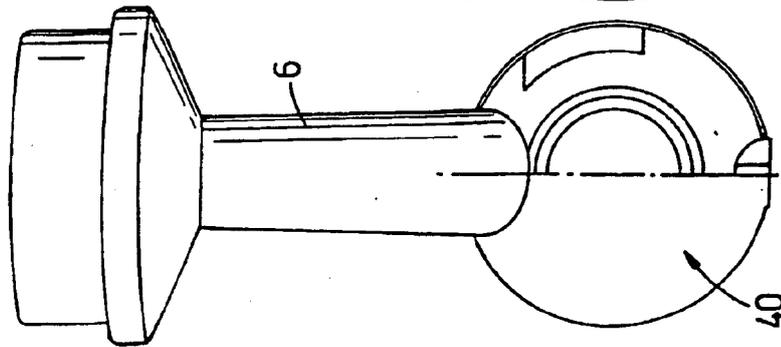


Fig. 6

Fig. 7

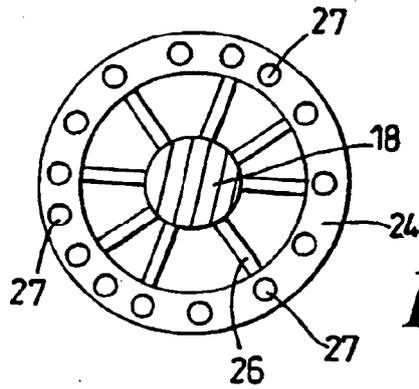
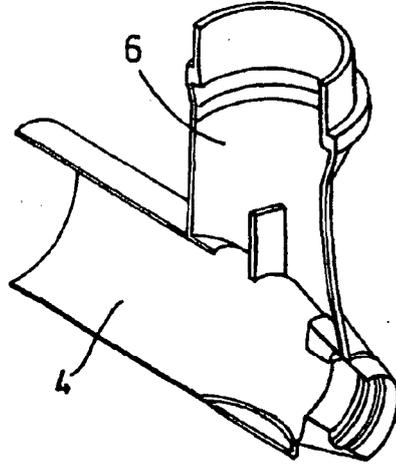


Fig. 8

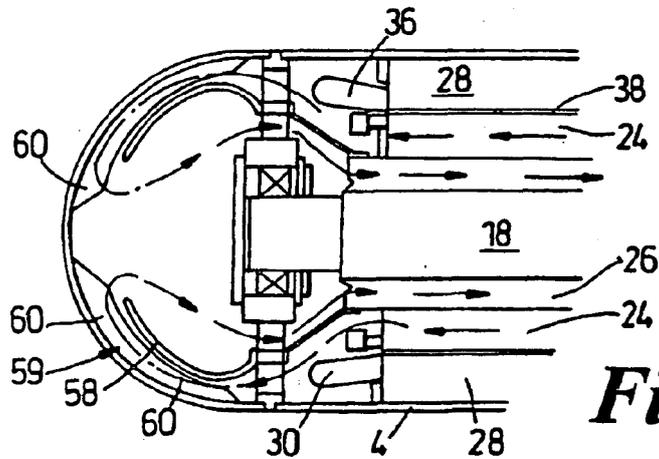


Fig. 9