(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 719 730**

(51) Int. CI.:

***B63H 25/42*** (2006.01)
***B63H 5/125*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2013 E 17174327 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3241737**

(54) Título: **Propulsión azimutal modular**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**12.07.2019**

(73) Titular/es:

**ROLLS-ROYCE MARINE AS (100.0%)**
**Borgundvegen 340**
**6009 Ålesund, NO**

(72) Inventor/es:

**AASEBØ, STEINAR y**
**GAREN, RUNE**

(74) Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

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 azimutal modular

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un propulsor azimutal para propulsar una embarcación, que tiene una carcasa de propulsor alrededor de la que fluye agua, y que comprende: una unidad de núcleo normalizada que tiene una carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la carcasa de propulsor, una línea de transmisión dispuesta dentro de la carcasa de unidad de núcleo, que comprende un árbol de hélice que se extiende en una dirección longitudinal de la carcasa de propulsor, y una hélice dispuesta fuera de la carcasa de propulsor y estando conectada operacionalmente al árbol de hélice. La presente invención se refiere además a una embarcación que comprende un propulsor azimutal y a un procedimiento de configurar un propulsor azimutal.

Antecedentes de la invención

Los propulsores azimutales, también conocidos como vainas, accionadores de vaina o accionadores de góndola, son unidades de propulsión y de conducción ampliamente usadas en embarcaciones marítimas. Se conocen varias configuraciones de propulsores azimutales, y pueden operarse o bien como propulsores azimutales de empuje que tienen la hélice montada en una posición aguas abajo, o bien como propulsores azimutales de tracción que tienen la hélice montada en una dirección aguas arriba. Tanto los propulsores azimutales de tracción como los de empuje poseen ventajas únicas y pueden ser preferentes en diferentes situaciones, por ejemplo dependiendo del diseño y la operación de la embarcación.

El documento US2011/318978A1 divulga un accionamiento de góndola para un dispositivo flotante con una carcasa submarina circulada alrededor por agua. El accionamiento de góndola contiene un módulo de accionamiento que tiene una carcasa de módulo de accionamiento y un árbol dispuesto en su interior, un módulo de transmisión con una carcasa de módulo de transmisión y una transmisión dispuesta en su interior y una hélice. El módulo de accionamiento y el módulo de transmisión se configuran como componentes separados conectados entre sí tal que la carcasa de módulo de accionamiento y la carcasa de módulo de transmisión forman al menos una parte de la carcasa submarina y que el árbol se acopla a la transmisión para accionar la hélice.

Tradicionalmente, los propulsores azimutales están hechos de materiales tales como hierro fundido y acero, haciendo estos materiales a los propulsores muy pesados debido a su tamaño a menudo considerable. Los propulsores pesados hacen del trabajo de ensamblado y de reparación una operación complicada, que requiere a menudo que las embarcaciones estén colocadas en un dique seco.

Además, tradicionalmente, los propulsores azimutales están diseñados y fabricados de acuerdo con el diseño y la operación intencionada de una embarcación específica. No obstante, durante la vida útil de una embarcación, el diseño y la operación intencionada pueden cambiar, haciendo que el propulsor azimutal original sea menos adecuado. Además, dado que los propulsores azimutales a menudo están hechos a medida para una embarcación específica, la normalización de componentes resulta difícil. Como consecuencia, las cantidades de componente son bajas, lo que da como resultado procedimientos de producción ineficaz y costes de producción más altos.

Por tanto, un propulsor azimutal mejorado sería ventajoso, y en particular sería ventajoso un propulsor azimutal que posibilite procedimientos de fabricación más eficaces, que tenga un peso reducido y que proporcione una zona de uso más flexible.

Objeto de la invención

En particular, puede verse como un objeto adicional de la presente invención proporcionar un propulsor azimutal que solucione los problemas mencionados anteriormente de la técnica anterior por lo que respecta a la producción, flexibilidad de uso y peso.

Sumario de la invención

Por tanto, el objeto descrito anteriormente y otros varios objetos están destinados a ser obtenidos en un primer aspecto de la invención proporcionando un propulsor azimutal para propulsar una embarcación, que tiene una carcasa de propulsor alrededor de la que fluye agua, y que comprende: una unidad de núcleo normalizada que tiene una carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la carcasa de propulsor, una línea de transmisión dispuesta dentro de la carcasa de unidad de núcleo, que comprende un árbol de hélice que se extiende en una dirección longitudinal de la carcasa de propulsor, y una hélice dispuesta fuera de la carcasa de propulsor y estando conectado operacionalmente al árbol de hélice, pudiendo configurarse el propulsor azimutal tanto como un propulsor azimutal de tracción como un propulsor azimutal de empuje comprendiendo elementos hidrodinámicos primero y segundo montados sobre la primera y segunda interfaces de unidad de núcleo definidas por zonas de superficie exterior de la carcasa de unidad de núcleo, formando los elementos hidrodinámicos parte de la carcasa de propulsor para

controlar el flujo de agua alrededor de la carcasa de propulsor, y estando adaptadas las interfaces de unidad de núcleo para recibir diferentes elementos hidrodinámicos que tienen diferentes propiedades hidrodinámicas. La carcasa de propulsor comprende una parte de muñón, un extremo de la cual está adaptado para ser montado de manera rotatoria sobre una embarcación, y una parte de torpedo dispuesta en un extremo opuesto de la parte de muñón, y constituyendo los elementos hidrodinámicos una parte tanto de la parte de muñón como de la parte de torpedo, y teniendo el propulsor un borde de ataque torcido.

La invención es particularmente, pero no exclusivamente, ventajosa para obtener un propulsor azimutal que puede configurarse o bien como un propulsor azimutal de tracción o bien como un propulsor azimutal de empuje. Para conseguirlo, es deseable tener elementos hidrodinámicos tanto en un lado que mira aguas abajo y un lado que mira aguas arriba de la unidad de núcleo normalizada para ser capaz de controlar las propiedades hidrodinámicas de la carcasa de propulsor. A este respecto, debe tenerse en cuenta que las propiedades hidrodinámicas deseadas de propulsores azimutales de tracción pueden ser muy divergentes con respecto a las de propulsores azimutales de empuje. Por tanto, para poder controlar las propiedades hidrodinámicas de la carcasa de propulsor es ventajoso modificar los elementos hidrodinámicos. Una ventaja adicional, a este respecto, es que las características hidrodinámicas del propulsor puedan especificarse más tarde en el procedimiento de producción modificando únicamente elementos hidrodinámicos. De este modo, un concepto de propulsor modular se consigue, lo que aumenta las cantidades de componente y asegura una producción eficiente de propulsores azimutales a medida.

En una realización del propulsor azimutal, la línea de transmisión comprende además cojinetes y engranajes, estando contenidos todos ellos dentro de la carcasa de unidad de núcleo.

Al proporcionar un propulsor azimutal dentro del árbol de hélice siendo el árbol de hélice la única parte de la línea de transmisión que se extiende desde la carcasa de unidad de núcleo al agua circundante cuando el propulsor azimutal está montado sobre una embarcación, solo la impermeabilidad de la unidad de núcleo normalizada tiene que asegurarse. De este modo, el diseño de la conexión entre el elemento hidrodinámico y la unidad de núcleo normalizada puede estar sujeto a menores requisitos y los elementos hidrodinámicos pueden reemplazarse sin preocupaciones para la impermeabilidad de la unidad de núcleo del propulsor azimutal.

Adicionalmente, una sección de torpedo de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de torpedo puede ser más ancha que una sección de muñón de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de muñón en la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor.

Al aumentar la anchura de la sección de torpedo de la carcasa de unidad de núcleo, la distancia entre cojinetes que portan el árbol de hélice puede aumentarse, mejorando de este modo la suspensión del árbol de hélice.

Asimismo, cada una de las interfaces de unidad de núcleo puede estar definida por una o más caras de extremo de la carcasa de unidad de núcleo.

Además, la primera interfaz de unidad de núcleo y la segunda interfaz de unidad de núcleo puede estar dispuestas en lados opuestos de la carcasa de propulsor, mirando en una dirección aguas arriba y una dirección aguas abajo, respectivamente.

Adicionalmente, la primera interfaz de unidad de núcleo que mira en la dirección aguas arriba puede estar sustancialmente en paralelo a la segunda interfaz de unidad de núcleo que mira en la dirección aguas abajo.

Asimismo, la primera y la segunda interfaz de unidad de núcleo puede cubrir tanto la parte de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de muñón de la carcasa de propulsor como la parte que forma parte de la parte de torpedo de la carcasa de propulsor.

Adicionalmente, cada una de las interfaces de unidad de núcleo puede definirse por múltiples caras de extremo de la carcasa de unidad de núcleo, estando desplazadas las múltiples caras de extremo unas con respecto a otras en la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor.

En una realización del propulsor azimutal, la carcasa de unidad de núcleo es simétrica con respecto a un plano de simetría que interseca un eje central de la carcasa de unidad de núcleo y que se extiende en una dirección transversalmente a la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor.

Además, la carcasa de unidad de núcleo puede adaptarse para proporcionar la integridad estructural del propulsor azimutal mediante la absorción de cargas estructurales y cojinetes estructurales inducidos por el peso y la operación del propio propulsor azimutal y fuerzas hidroinducidas que actúan sobre la carcasa de propulsor durante el uso.

Mediante la carcasa de unidad de núcleo que absorbe cargas estructurales, cargas de cojinete inducidas por el peso y la operación del propulsor azimutal y fuerzas hidroinducidas, se consigue una gran flexibilidad para el diseño de los elementos hidrodinámicos.

Asimismo, la carcasa de unidad de núcleo puede estar hecha de hierro fundido.

Además, en una realización, los elementos hidrodinámicos están hechos de materiales no metálicos, tales como compuestos, polímeros, polímeros reforzados con fibras de vidrio o de carbono o poliuretano.

Mediante el uso de materiales distintos del tradicional hierro fundido y acero se consigue una reducción en peso y la conformación de los elementos hidrodinámicos es más sencilla. De este modo, es posible la implementación de formas más avanzadas de elementos hidrodinámicos.

El propulsor azimutal descrito anteriormente puede comprender además una boquilla de hélice que circunda la hélice para mejorar la operación y el efecto de la hélice.

Adicionalmente, la carcasa de unidad de núcleo puede formar una pequeña parte de la carcasa de propulsor y los elementos hidrodinámicos pueden formar una gran parte de la carcasa de propulsor.

Asimismo, una anchura máxima de la carcasa de unidad de núcleo en la dirección longitudinal puede ser de 1/3 a 1/4 una anchura máxima de la carcasa de propulsor en la dirección longitudinal.

Mediante la implementación de una carcasa de unidad de núcleo que tiene una anchura y/o un tamaño relativamente corto, la forma de la carcasa de unidad de núcleo tiene un pequeño impacto en las propiedades hidrodinámicas generales del propulsor. De este modo puede conseguirse una carcasa de unidad de núcleo normalizada común para su uso en varias configuraciones de propulsor.

Además, una relación t/c de la carcasa de propulsor puede ser configurable en el intervalo de 0,2 a 0,6.

De manera aún adicional, una anchura de la parte de torpedo de la carcasa de unidad de núcleo en la dirección longitudinal puede estar en el intervalo de 12-17 veces un diámetro del árbol de hélice.

La invención también se refiere a una embarcación que comprende un propulsor azimutal.

Además, la invención se refiere a un procedimiento para configurar o para reconfigurar el propulsor azimutal descrito anteriormente, comprendiendo el procedimiento las etapas de: proporcionar una unidad de núcleo normalizada, especificar características hidrodinámicas del propulsor azimutal, montar elementos hidrodinámicos sobre la unidad de núcleo normalizada para cumplir las características hidrodinámicas especificadas.

Además, el procedimiento puede comprender la etapa de reemplazar un primer y/o un segundo elemento hidrodinámico ya montado sobre la unidad de núcleo normalizada con un tercer y/o un cuarto elemento hidrodinámico que tiene diferentes propiedades hidrodinámicas.

El procedimiento para configurar el propulsor azimutal ilustra claramente los efectos beneficiosos del propulsor azimutal modular propuesto. Mediante el uso de una unidad de núcleo normalizada, las propiedades hidrodinámicas de todo el propulsor azimutal pueden especificarse y fijarse en una etapa relativamente tardía en el procedimiento de fabricación. Esto debe compararse con propulsores tradicionales, en los que las propiedades hidrodinámicas se determinan antes mediante el diseño de una carcasa de propulsor común. Asimismo, las propiedades hidrodinámicas de un propulsor azimutal de acuerdo con la invención ya instalado pueden reconfigurarse mediante el cambio de los elementos hidrodinámicos.

Los aspectos descritos anteriormente de la presente invención pueden combinarse cada uno con cualquiera de los otros aspectos. Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

Breve descripción de las figuras

El propulsor azimutal de acuerdo con la invención se describirá ahora en más detalle con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran un modo de implementar la presente invención y no deben interpretarse como una limitación de otras posibles realizaciones que entran dentro del alcance del juego de reivindicaciones adjunto.

La Figura 1 muestra un dibujo esquematizado de un propulsor azimutal de acuerdo con una realización de la invención,

la Figura 2a muestra un dibujo esquematizado de un propulsor azimutal de empuje de acuerdo con una realización de la invención,

la Figura 2b muestra un dibujo esquematizado de un propulsor azimutal de tracción de acuerdo con otra realización de la invención,

la Figura 3a muestra una realización de una unidad de núcleo normalizada de un propulsor azimutal,

la Figura 3b muestra otra realización de una unidad de núcleo normalizada de un propulsor azimutal,

la Figura 4 muestra una línea de transmisión contenida dentro de la carcasa de unidad de núcleo,

la Figura 5 muestra un propulsor azimutal de empuje de acuerdo con una realización de la invención,

la Figura 6 muestra un propulsor azimutal de tracción de acuerdo con otra realización de la invención,

la Figura 7 muestra un dibujo esquematizado que ilustra un propulsor azimutal que tiene un borde de ataque torcido, y

las Figuras 8a y 8b muestran diferentes principios para montar elementos hidrodinámicos de la unidad de núcleo.

Descripción detallada de realizaciones

Con referencia a la Figura 1, la figura muestra un propulsor azimutal 1 para propulsar una embarcación 17, tal como un barco, una plataforma de producción flotante o similar. El propulsor azimutal tiene una carcasa de propulsor 11 alrededor de la que fluye agua, y comprende una unidad de núcleo normalizada 2 dotada de elementos hidrodinámicos primero y segundo 4, 5 y una hélice 3. La carcasa de propulsor 11 comprende una parte de muñón 7 que está adaptada para ser montada de manera rotatoria sobre una embarcación, y una parte de torpedo 8 dispuesta en un extremo opuesto de la parte de muñón. El propulsor azimutal 1 puede rotarse alrededor de un eje central 12 por uno o más motores de conducción 18 operativos previstos por encima del propulsor azimutal. De este modo, un vector de fuerza de tracción o de empuje del propulsor azimutal puede orientarse en un intervalo de 360 grados alrededor del eje central 12.

La unidad de núcleo normalizada 2 tiene una carcasa de unidad de núcleo 21 que forma parte de la carcasa de propulsor 11. Una línea de transmisión 6 que comprende un árbol de hélice 61 y un árbol de accionamiento 64 está dispuesta dentro de la carcasa de unidad de núcleo. La línea de transmisión 6 está mostrada en solitario en la Figura 4. El árbol de accionamiento 64 se extiende a través de la parte de muñón de la carcasa de propulsor y al interior de la embarcación donde puede conectarse operativamente a los medios de accionamiento de la embarcación (no mostrada), tal como un motor de combustión a bordo. El árbol de hélice 61 se extiende en una dirección longitudinal 13 de la carcasa de propulsor y la hélice 3 está montada sobre el árbol de accionamiento fuera de la carcasa de propulsor. El árbol de hélice 61 está accionado por un engranaje de piñón 632 previsto sobre el árbol de accionamiento 64, cooperando con un engranaje impulsor 631 dispuesto sobre el árbol de hélice.

En otra realización (no mostrada) pueden disponerse medios de accionamiento para accionar la hélice, tal como un motor eléctrico, en la carcasa de propulsor del propulsor azimutal. De este modo, el árbol de hélice puede estar asociado directamente con los medios de accionamiento, haciendo que el árbol de accionamiento sea inútil.

La unidad de núcleo normalizada mostrada en detalle adicional en la Figura 2a y la Figura 3b comprende la primera 9a y segunda 9b interfaces de unidad de núcleo definidas por zonas de superficie exterior 211 de la carcasa de unidad de núcleo 21. Los elementos hidrodinámicos 4, 5 están montados sobre la carcasa de unidad de núcleo en la primera 9a y segunda 9b interfaces de unidad de núcleo, formando parte así de la carcasa de propulsor. Las interfaces de unidad de núcleo están adaptadas para recibir diferentes elementos hidrodinámicos que tienen diferentes propiedades hidrodinámicas, por ejemplo variar la forma y el tamaño como se muestra en la Figura 2a y la Figura 2b. Varios principios para el diseño de las interfaces de unidad de núcleo y para el montaje de los elementos hidrodinámicos 4, 5 sobre la carcasa de unidad de núcleo 21 pueden estar concebidos por el experto en la materia. Por ejemplo, los elementos hidrodinámicos pueden colindar simplemente con las interfaces de unidad de núcleo 9a, 9b o, como alternativa, solapar parcial o totalmente la carcasa de unidad de núcleo como se muestra en las Figuras 8a y 8b. La Figura 8a muestra un propulsor azimutal en el que los elementos hidrodinámicos solapan parcialmente la carcasa de unidad de núcleo 21. La Figura 8b muestra una realización del propulsor azimutal en la que la unidad de núcleo normalizada 2 y, por tanto, la carcasa de unidad de núcleo 21 están encerradas por los elementos hidrodinámicos 4, 5. La carcasa de unidad de núcleo 21 puede estar encerrada o bien parcialmente o bien completamente por los elementos hidrodinámicos, por lo que los elementos hidrodinámicos pueden estar unidos unos a otros en una realización ejemplar.

Los elementos hidrodinámicos pueden estar seleccionados de tal modo que las propiedades hidrodinámicas deseadas de la carcasa de propulsor se consiguen, aunque también en concordancia con si el propulsor azimutal es un propulsor azimutal de tracción o de empuje. De este modo, el propulsor azimutal puede configurarse como un propulsor azimutal de tracción y como de empuje.

Como se muestra en las figuras, los elementos hidrodinámicos 4, 5 constituyen una parte tanto de la parte de muñón 7 como de la parte de torpedo 8 de la carcasa de propulsor, teniendo así un impacto sustancial en las propiedades

hidrodinámicas del propulsor azimutal. Mediante la variación de la forma de los elementos hidrodinámicos 4, 5, la longitud y las zonas superficiales de la carcasa de propulsor pueden, por tanto, controlarse.

En referencia a la Figura 7, los elementos hidrodinámicos pueden usarse también para controlar la relación t/c de la carcasa de propulsor, que es la relación entre la longitud de cable, es decir, la anchura máxima, $W_{th}$, de la carcasa de propulsor en la dirección longitudinal, y el espesor de la carcasa de propulsor, es decir, la anchura máxima de la carcasa de propulsor en una dirección transversal.

Un efecto adicional del diseño modular es que los elementos hidrodinámicos pueden usarse para controlar la torcedura de la carcasa de propulsor, es decir, la posición de un borde de ataque 224 de la carcasa de propulsor con respecto a un eje central 131 que se extiende en la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor, como se muestra en la Figura 7. La torcedura necesaria puede depender de si el propulsor es un propulsor de tracción o de empuje, de la velocidad intencionada de la embarcación, la dirección de rotación de la hélice, la carga de la hélice, etc.

En referencia de nuevo a la Figura 2, se muestra que una sección de torpedo 81 de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de torpedo 8 es más ancha en la dirección longitudinal que una sección de muñón 71 de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de muñón 7. Mediante el uso de tal configuración puede aumentarse una distancia entre cojinetes 62 que portan el árbol de hélice 61 mientras que se mantiene la anchura de la parte de muñón de la carcasa de unidad de núcleo en un mínimo. A partir de la Figura 2b se ve también que una anchura máxima, $W_{cu}$, de la carcasa de unidad de núcleo en la dirección longitudinal es de 1/3 a 1/4 una anchura máxima, $W_{th}$, de la carcasa de propulsor en la dirección longitudinal.

La reducción de la anchura de la carcasa de unidad de núcleo en general reduce el impacto de la carcasa de unidad de núcleo en las propiedades hidrodinámicas generales de la carcasa de propulsor. Un efecto adicional ventajoso de la anchura aumentada de la sección de torpedo 81 de la unidad de núcleo normalizada es que cada una de las interfaces de unidad de núcleo 9a, 9b están definidas por múltiples caras de extremo 222 de la carcasa de unidad de núcleo que están desplazadas unas con respecto a otras. Esta configuración de las interfaces de unidad de núcleo puede dar como resultado la creación de una conexión mejorada entre la carcasa de unidad de núcleo y los elementos hidrodinámicos.

La Figura 2a y la Figura 5 muestran propulsores azimutales configurados como un propulsor azimutal de empuje indicado por la dirección de la flecha. El propulsor azimutal de empuje tiene la hélice montada sobre un lado aguas abajo de la carcasa de propulsor. En la realización mostrada en la Figura 5, el propulsor comprende además una boquilla de hélice 15 que circunda la hélice para mejorar la operación y el efecto de la hélice.

La Figura 2b y la Figura 6 muestran, ambas, propulsores azimutales configurados como un propulsor azimutal de tracción indicado por la dirección de la flecha. El propulsor azimutal de tracción tiene la hélice montada sobre un lado aguas abajo de la carcasa de propulsor y el propulsor puede estar dotado, además, de un elemento estabilizador 16 que se extiende desde la parte de torpedo con el fin de aumentar una zona de superficie exterior total de la carcasa de propulsor.

Como se muestra en la Figura 1 y se describe anteriormente, el propulsor azimutal se extiende desde una embarcación 17 que comprende uno o más motores de conducción 18 para girar el propulsor. En una realización, lo/s motore/s de conducción pueden ser un motor eléctrico o hidráulico que coopera con una corona dentada (no mostrada) prevista en un extremo de la parte de muñón 7 montado de manera rotatoria sobre la embarcación. Al dimensionar el montaje para el propulsor azimutal incluido el motor de conducción, el par de torsión requerido para girar el propulsor azimutal debe tenerse en cuenta. El par de torsión requerido para girar el propulsor azimutal depende de varias variables tales como las propiedades hidrodinámicas de la carcasa de propulsor, el índice de rotación del propulsor, la rotación de hélice y la velocidad de la embarcación. A este respecto, el documento EP1847455A1 desvela un propulsor azimutal en el que un engranaje de piñón que acciona el eje de hélice produce un par de torsión que actúa en contra de una resistencia a la torsión del propulsor azimutal asociada con la torcedura del propulsor durante la operación. De este modo, el par de torsión generado mediante la rotación del engranaje de piñón se usa para contrarrestar la resistencia a la torsión del propulsor, reduciendo así el par de torsión requerido para girar el propulsor azimutal durante la operación. Esto, en cambio, puede dar como resultado una reducción en el tamaño y/o número de motores de conducción requerido para girar el propulsor azimutal.

Además, si un propulsor azimutal de acuerdo con la invención tiene que usarse como un propulsor azimutal de tracción y de empuje, el experto en la materia sabrá que el montaje debe dimensionarse de acuerdo con la acción de las fuerzas sobre el propulsor azimutal cuando están en configuración de tracción. Esto se debe a la observación general de que el par de torsión requerido para girar un propulsor azimutal de tracción es más grande que el par de torsión requerido para girar un propulsor azimutal de empuje correspondiente.

A continuación, un procedimiento para configurar, es decir, fabricar a partir de componentes normalizados, realizaciones del propulsor azimutal descrito anteriormente se describirán en más detalle.

Varias realizaciones tanto de propulsores azimutales de empuje como de tracción que tienen propiedades hidrodinámicas únicas pueden configurarse basándose en la misma unidad de núcleo normalizada 2. Para producir un propulsor azimutal de acuerdo con la invención, se prevé una unidad de núcleo normalizada 2. Pueden existir variaciones de una unidad de núcleo normalizada de modo que el montaje para la hélice 3 puede estar previsto en cada lado de la carcasa de unidad de núcleo 21, y la composición y dimensionamiento de la línea de transmisión 6 pueden variar.

En segundo lugar, se determina si el propulsor azimutal 1 específico debe ser del tipo de empuje o de tracción, y se especifican las características hidrodinámicas deseadas. Basándose en las características hidrodinámicas especificadas del propulsor azimutal, se seleccionan los elementos hidrodinámicos 4, 5 apropiados y se montan sobre la unidad de núcleo normalizada.

Un efecto considerable ventajoso a este respecto es que un propulsor azimutal 1 personalizado puede estar construido basándose en componentes normalizados. Una ventaja de usar componentes normalizados es que la variación del producto se introduce de manera tardía al final del procedimiento del producto. Los componentes normalizados pueden producirse, por tanto, antes de que se conozcan las especificaciones exactas de los futuros propulsores azimutales. De este modo, puede reducirse el tiempo de producción desde el pedido hasta la entrega y el uso de componentes normalizados puede aumentar las cantidades. Mediante el aumento de cantidades puede usarse un procedimiento de producción más eficiente. Especialmente, cuando se trata del uso de materiales compuestos o no metálicos para los elementos hidrodinámicos, los procedimientos de producciones eficientes tienen una importancia crucial. La elaboración de propulsores azimutales personalizados a partir de material compuesto sin el uso de componentes normalizados es muy poco rentable así como no competitiva. Con el fin poder usar materiales compuestos o no metálicos en propulsores azimutales, resulta, por tanto, crucial que en el diseño estén integrados componentes normalizados.

Una ventaja adicional de un propulsor azimutal 1 de acuerdo con la invención es que el propulsor azimutal puede reconfigurarse mediante el reemplazo de uno o ambos de los elementos hidrodinámicos 4, 5 ya montados sobre la unidad de núcleo normalizada. Por ejemplo, si el diseño se altera de una embarcación en la que el propulsor azimutal 1 está montado, o el patrón de uso cambia, puede ser ventajoso cambiar las propiedades hidrodinámicas del propulsor azimutal 1. En particular, un propulsor azimutal de acuerdo con una realización de la invención puede reconfigurarse para alterar la torcedura o la relación t/c de la carcasa de propulsor. En lugar de tener que instalar un propulsor azimutal completamente nuevo en la embarcación, las propiedades hidrodinámicas de un propulsor azimutal de acuerdo con la presente invención pueden modificarse simplemente modificando de los elementos hidrodinámicos 4, 5.

Como entendería fácilmente el experto en la materia, para que un propulsor azimutal pueda configurarse como un propulsor azimutal de empuje y de tracción, tanto la forma de una parte de ataque como una parte de fuga de la carcasa de propulsor tiene que ser controlable para llegar a un propulsor azimutal que tiene propiedades hidrodinámicas óptimas. Esto lo consigue la presente invención mediante el uso de elementos hidrodinámicos dispuestos en ambos lados de la carcasa de unidad de núcleo.

Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con las realizaciones especificadas, no debe interpretarse como limitación de los presentes ejemplos. El alcance de la presente invención viene definido por el juego de reivindicaciones adjunto. En el contexto de las reivindicaciones, las expresiones “que comprende” o “comprende” no excluyen otras etapas o elementos posibles. Asimismo, la mención de referencias tales como “un” o “una”, etc., no debe interpretarse como que excluyen una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a elementos indicados en las figuras no debe interpretarse tampoco como limitación del alcance de la invención. Además, las características individuales mencionadas en diferentes reivindicaciones pueden combinarse posiblemente de manera ventajosa, y el hecho de mencionar estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

**REIVINDICACIONES**

1. Un propulsor azimutal (1) para propulsar una embarcación, que tiene una carcasa de propulsor (11) alrededor de la que fluye agua, y que comprende:

- una unidad de núcleo normalizada (2) que tiene una carcasa de unidad de núcleo (21) que forma parte de la carcasa de propulsor,
- una línea de transmisión (6) dispuesta dentro de la carcasa de unidad de núcleo, que comprende un árbol de hélice (61) que se extiende en una dirección longitudinal (13) de la carcasa de propulsor, y
- una hélice (3) dispuesta fuera de la carcasa de propulsor y que está conectada operacionalmente al árbol de hélice,

en donde

- el propulsor azimutal puede configurarse como un propulsor azimutal de tracción y como un propulsor azimutal de empuje comprendiendo elementos hidrodinámicos primero y segundo (4, 5) montados sobre la primera (9a) y segunda (9b) interfaces de unidad de núcleo definidas por zonas de superficie exterior (211) de la carcasa de unidad de núcleo, formando los elementos hidrodinámicos parte de la carcasa de propulsor para controlar el flujo de agua alrededor de la carcasa de propulsor, y estando adaptadas las interfaces de unidad de núcleo para recibir diferentes elementos hidrodinámicos que tienen diferentes propiedades hidrodinámicas, caracterizado por que:

  - la carcasa de propulsor comprende una parte de muñón (7), un extremo de la cual está adaptado para ser montado de manera rotatoria sobre una embarcación, y una parte de torpedo (8) dispuesta en un extremo opuesto de la parte de muñón, y en el que los elementos hidrodinámicos constituyen una parte tanto de la parte de muñón como de la parte de torpedo, y
  - el propulsor tiene un borde de ataque torcido.

2. Un propulsor azimutal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la línea de transmisión comprende además cojinetes (62) y engranajes (63), estando todos ellos contenidos por completo dentro de la carcasa de unidad de núcleo.

3. Un propulsor azimutal de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde una sección de torpedo (81) de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de torpedo es más ancha que una sección de muñón (71) de la carcasa de unidad de núcleo que forma parte de la parte de muñón en la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor.

4. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada una de las interfaces de unidad de núcleo están definidas por una o más caras de extremo (222) de la carcasa de unidad de núcleo.

5. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la carcasa de unidad de núcleo es simétrica con respecto a un plano de simetría (14) que interseca un eje central (12) de la carcasa de unidad de núcleo y que se extiende en una dirección transversal a la dirección longitudinal de la carcasa de propulsor.

6. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la carcasa de unidad de núcleo está adaptada para proporcionar la integridad estructural del propulsor azimutal mediante la absorción de cargas estructurales y cargas de cojinete inducidas por el peso y la operación del propio propulsor azimutal y fuerzas hidroinducidas que actúan sobre la carcasa de propulsor durante el uso.

7. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los elementos hidrodinámicos están hechos de materiales no metálicos, tales como compuestos, polímeros, polímeros reforzados con fibras de vidrio o de carbono o poliuretano.

8. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los elementos hidrodinámicos se superponen en parte o encierran la unidad de núcleo normalizada.

9. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una anchura máxima, $W_{cu}$, de la carcasa de unidad de núcleo en la dirección longitudinal es de 1/3 a 1/4 de una anchura máxima, $W_{th}$, de la carcasa de propulsor en la dirección longitudinal.

10. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una relación t/c de la carcasa de propulsor puede configurarse en el intervalo de 0,2 a 0,6.

11. Un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una anchura de la parte de torpedo de la carcasa de unidad de núcleo en la dirección longitudinal es 12-17 veces el diámetro del árbol de hélice.

12. Una embarcación que comprende un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

13. Un procedimiento para configurar o reconfigurar las características hidrodinámicas de un propulsor azimutal de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende las etapas de:

- proporcionar una unidad de núcleo normalizada,
- especificar características hidrodinámicas del propulsor azimutal,
- montar elementos hidrodinámicos sobre la unidad de núcleo normalizada para cumplir las características hidrodinámicas especificadas.

14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además la etapa de:

- reemplazar un primer y/o un segundo elemento hidrodinámico ya montado sobre la unidad de núcleo normalizada con un tercer y/o un cuarto elemento hidrodinámico que tiene diferentes propiedades hidrodinámicas.

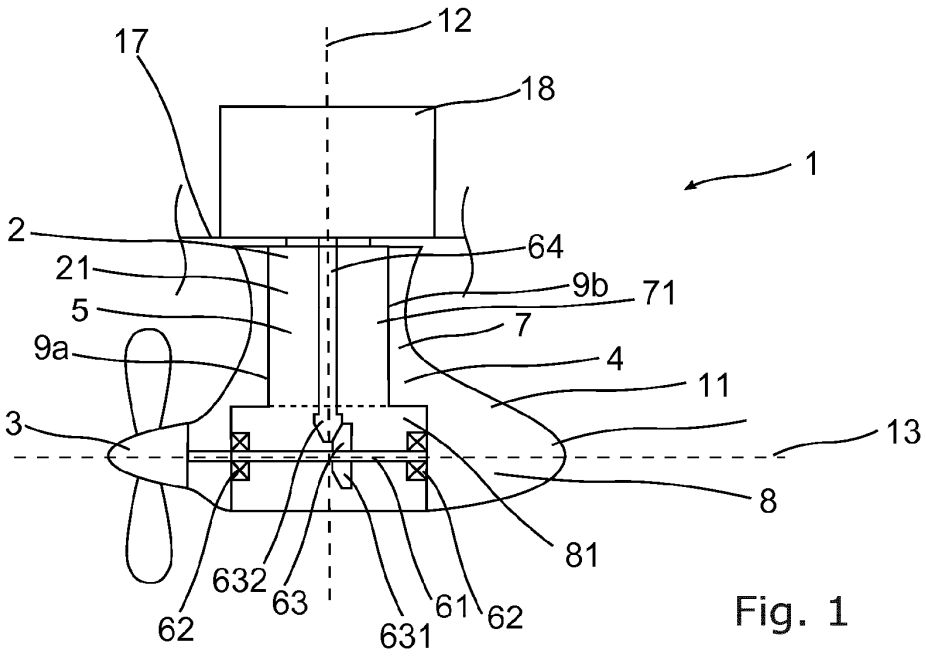



Fig. 1

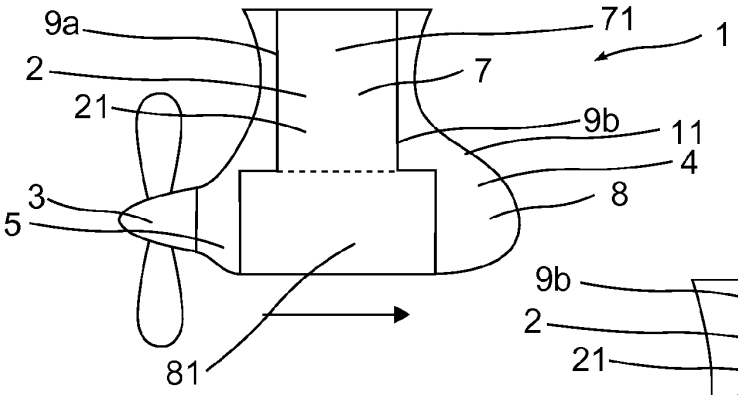



Fig. 2a

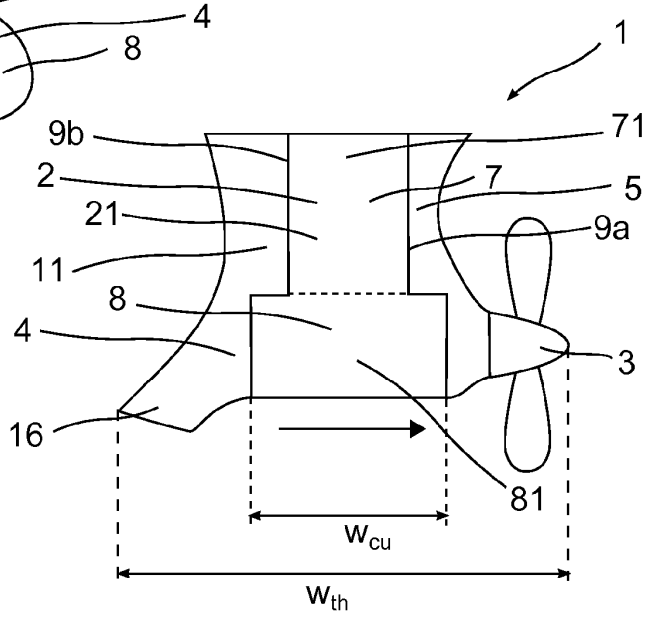



Fig. 2b

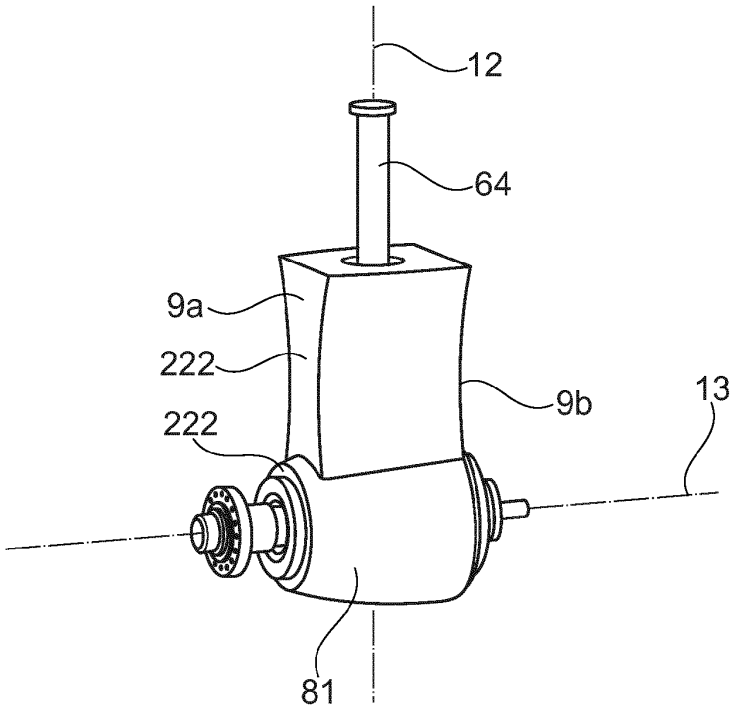



Fig. 3a

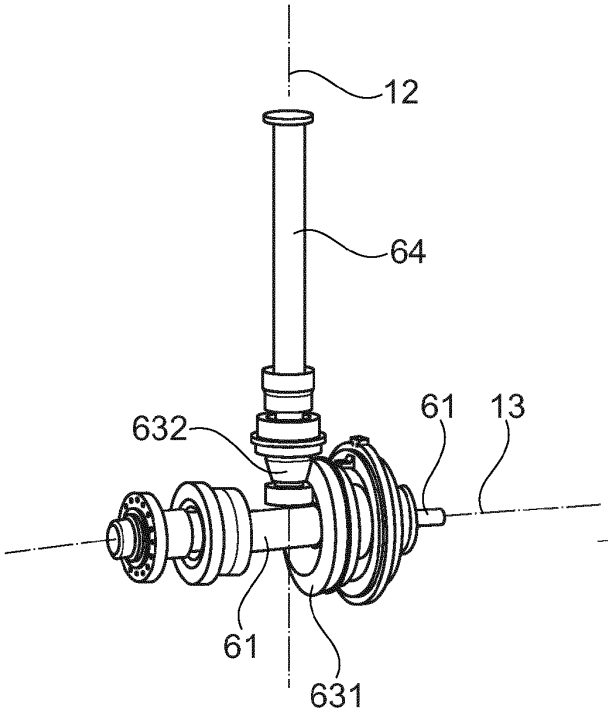



Fig. 4

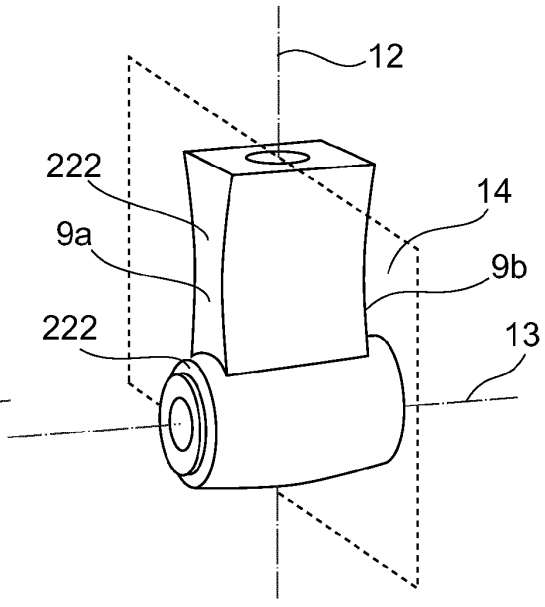



Fig. 3b

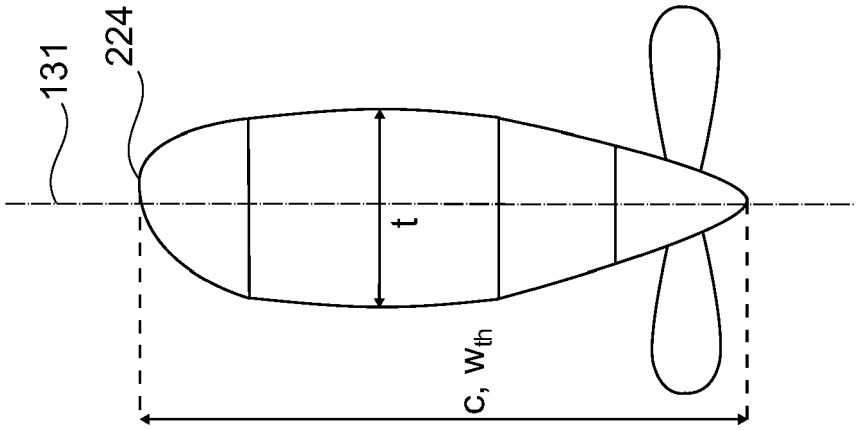



Fig. 7

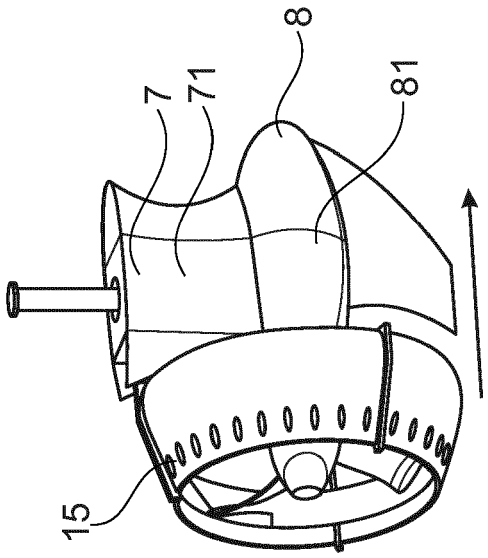



Fig. 5

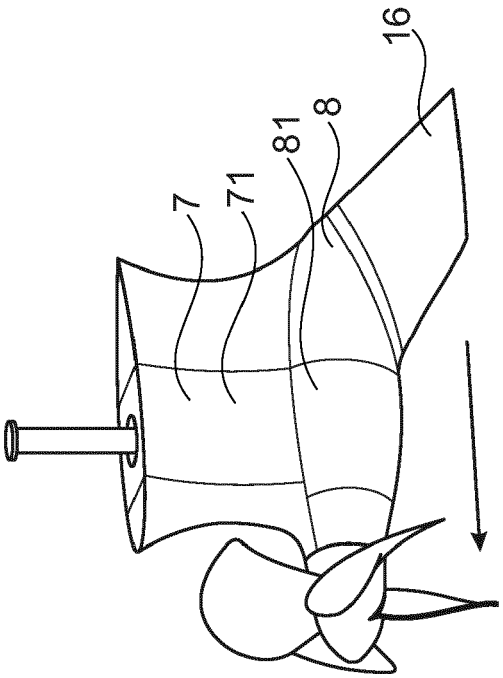



Fig. 6

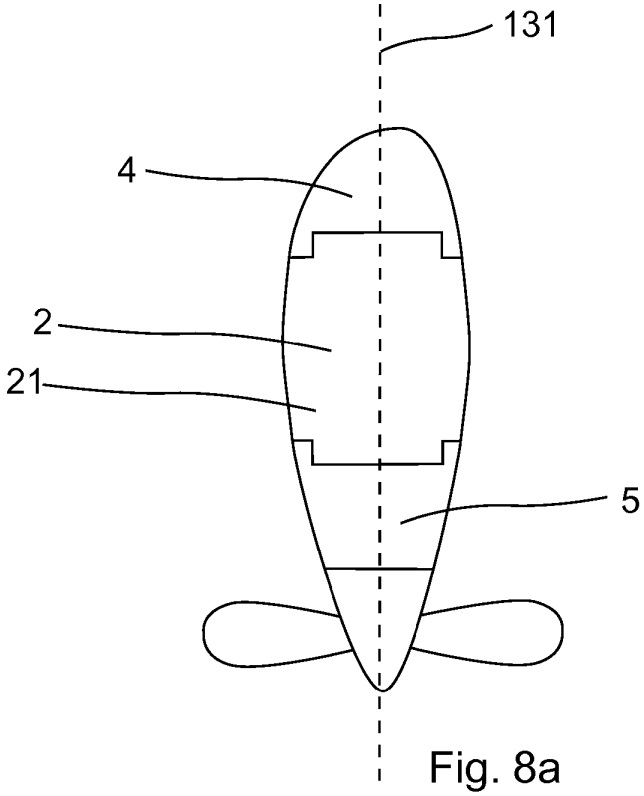



Fig. 8a

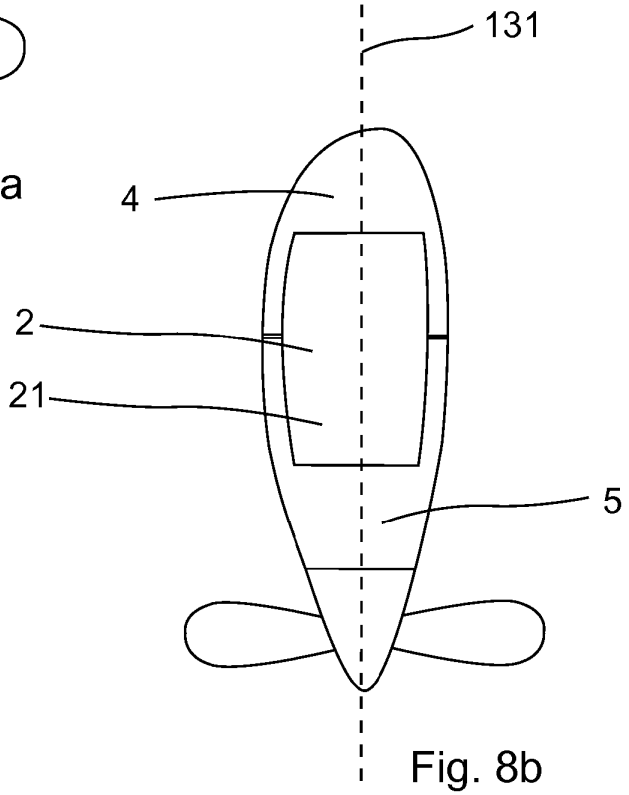



Fig. 8b