

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 433**

51 Int. Cl.:

**B63H 23/24** (2006.01)

**B63H 5/125** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2015** E 18211431 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024** EP 3483055

54 Título: **Impulsor eléctrico sumergible**

30 Prioridad:

**01.05.2014 US 201461986945 P**

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

**11.11.2024**

73 Titular/es:

**BLUE ROBOTICS INC. (100.0%)  
4050 Spencer Street, Ste. B  
Torrance, California 90503, US**

72 Inventor/es:

**JEHANGIR, RUSTOM FRIEDRICH y  
SPADOLA, JOSEPH ANTHONY**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 986 433 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

Impulsor eléctrico sumergible

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un impulsor y en particular a un impulsor eléctrico sumergible.

10 La invención es un diseño único que tiene un bajo número de piezas, sin aire encerrado o cavidades de aceite, y que requiere un mantenimiento mínimo.

Antecedentes de la invención

15 Los vehículos marinos no tripulados y robóticos, tales como los vehículos subacuáticos operados a distancia (ROVs), los vehículos subacuáticos autónomos (AUVs) y los buques de superficie autónomos (ASVs), han llegado a ser unas herramientas inestimables para la exploración marina. Normalmente se usan para fines científicos, industriales, comerciales y recreativos. Estos vehículos generalmente usan impulsores para la propulsión.

20 Un impulsor es un dispositivo que proporciona una fuerza de empuje para la propulsión o el control de un vehículo. Generalmente, los impulsores tienen un motor eléctrico que está encerrado para hacerlo hermético frente al agua, un propulsor rotatoriamente conectado al motor a través de un sellado mecánico o acoplamiento magnético y una boquilla que protege el propulsor y aumenta el empuje del propulsor. Los impulsores a menudo usan una compensación de aceite para permitir el funcionamiento a grandes profundidades. La patente de EE. UU. N.º 6.837.757 y la patente de EE. UU. N.º 8.512.084 describen diversas realizaciones de tales dispositivos. El documento KR 2011 0051894 A describe otro ejemplo de motor de propulsión sumergido.

25 Los impulsores eléctricos son alimentados por medio de un alambre eléctrico que conecta el motor a una fuente de energía. En la mayoría de los casos, para un control del empuje variable, la energía es suministrada a través de un controlador de velocidad electrónico. Tales controladores están disponibles para diferentes tipos de motores tales como motores con escobillas y motores sin escobillas.

30 Los motores eléctricos síncronos son comúnmente usados en una amplia variedad de aplicaciones. El impulsor descrito aquí usa un motor en la forma de un motor magnético permanente sin escobillas con rotor externo que es similar a los comúnmente usados en aviones modelo y unidades de disco de ordenadores. Este diseño de motor proporciona un alto par de torsión a bajas velocidades de rotación sin la necesidad de una caja de cambios o una unidad de reducción. Es sencillo y comprende una única pieza móvil. Los bobinados del estator y el motor están en el núcleo del motor y los imanes permanentes están dispuestos según un patrón radial alrededor del estator. Tales motores típicamente tienen unos bobinados magnéticos trifásicos que están conmutados por un controlador de velocidad electrónico. El controlador usa una retroalimentación sin sensores para la sincronización apropiada de la conmutación.

35 Los diseños de impulsores normales son generalmente muy grandes en comparación con un motor eléctrico de una potencia equivalente que no sea hermético al agua. Este es un factor decisivo en el diseño de muchas aplicaciones tales como los ROVs. Los impulsores de un ROV (vehículo subacuático operado a distancia) a menudo ocupan una porción importante del volumen total del vehículo.

40 Los impulsores eléctricos están generalmente limitados a profundidades de alrededor de 300-3.000 pies (91,44-914,4 m) debido a que tienen unas cavidades llenas de aire o aceite que están afectadas por las muy altas presiones experimentadas en la profundidad. La gran mayoría del fondo del océano tiene una profundidad mucho mayor que esta.

45 Los impulsores eléctricos, y en particular los que usan sellados mecánicos, requieren un mantenimiento tan a menudo como cada 50 horas de funcionamiento para sustituir y añadir grasa. La mayoría de los ROVs tienen entre tres y seis impulsores, lo que hace que el mantenimiento sea una tarea laboriosa. Adicionalmente, para aplicaciones de larga duración, tales como los ASVs y AUVs de larga duración, el mantenimiento de rutina no es una opción ya que los vehículos podrían ser operados durante meses a la vez.

50 Por último, los impulsores actualmente disponibles son prohibitivamente costosos y por lo tanto tienen su uso limitado en muchas aplicaciones tales como su uso como pasatiempo, uso académico y uso comercial en pequeños negocios. Gran parte del coste está originado por la complejidad y el número de piezas usadas en los diseños típicos.

Sumario de la invención

65 Un aspecto de esta descripción se refiere a un impulsor que es pequeño para permitir unos diseños de vehículo más compactos.

Otro aspecto se refiere a un impulsor que funciona en toda la profundidad del océano.

5 Otro aspecto se refiere a un impulsor que requiere un mantenimiento cero o mínimo y es capaz de funcionar durante largos períodos de tiempo.

Otro aspecto se refiere a un impulsor que es asequible para fines de pasatiempo, académicos y comerciales.

10 Otro aspecto se refiere a un diseño de impulsor aquí descrito que es un enfoque único que aborda todas las anteriores necesidades.

Otro aspecto se refiere a un impulsor eléctrico sumergible que es compacto, operable a altas presiones y operable continuamente sin mantenimiento.

15 Otro aspecto se refiere a un impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con la reivindicación 1, que puede incluir uno o más de lo siguiente y/o a una combinación de todo lo siguiente:

20 un conjunto del estator con una base que es un punto de unión para otras piezas del impulsor, un tubo de rodamiento que soporta el estator y contiene los rodamientos, un estator de hierro montado sobre el tubo de rodamiento, los bobinados electromagnéticos, y un revestimiento protector que cubre completamente el estator y los bobinados impidiendo el contacto con el agua;

25 un conjunto del rotor con un eje, un anillo de hierro y una multiplicidad de imanes montados dentro del anillo de modo que el diámetro interior de los imanes sea ligeramente mayor que el diámetro exterior del estator;

un propulsor con un buje central que tiene un diámetro interior ligeramente mayor que el diámetro exterior del conjunto del rotor y está conectado de forma co-rotatoria con respecto al conjunto del rotor de modo que las palas del propulsor se extiendan radialmente desde el eje rotacional del rotor;

30 un cono de ojiva que está conectado a la parte frontal del impulsor;

una unidad de electrónica conectada entre el conjunto del estator y el cono de ojiva que contiene un controlador de velocidad electrónico sellado en un revestimiento protector;

35 una boquilla anular con un diámetro interior ligeramente mayor que el diámetro circunscrito por la punta del propulsor que proporciona una entrada y una salida para el flujo de agua;

un cono de exhaustación que está situado en la parte trasera del impulsor; y

40 un soporte de montaje que se puede asegurar al exterior de la boquilla y que se puede asegurar a otras superficies, tales como el casco de un vehículo.

45 Estas y otras características de la presente invención serán evidentes con referencia a la siguiente descripción y los dibujos anejos. En la descripción y los dibujos se han descrito con detalle unas realizaciones particulares de la invención como siendo indicativas de algunas de las maneras en las que pueden ser empleados los principios de la invención, pero se comprende que la invención no está limitada correspondientemente en alcance. Más bien, la invención incluye todos los cambios, modificaciones y equivalentes que caen dentro de los términos de las reivindicaciones anejas.

50 Muchos aspectos de la invención pueden ser mejor entendidos con referencia a los siguientes dibujos. Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose en cambio énfasis en ilustrar claramente los principios de la presente invención. Para facilitar la ilustración y la descripción de algunas piezas de la invención, las correspondientes porciones de los dibujos pueden estar exageradas en tamaño, por ejemplo, hechas mayores en relación con otras piezas que en un dispositivo ejemplar actualmente hecho de acuerdo con la invención. Los  
55 elementos y características representados en un dibujo o realización de la invención pueden ser combinados con elementos y características representados en uno o más dibujos o realizaciones adicionales.

60 Además, en los dibujos, los números de referencia iguales designan piezas correspondientes en todas las varias vistas y pueden ser usados para designar piezas iguales o similares en más de una realización. También, los números de referencia impresos pueden ser usados para designar piezas que son similares a las piezas designadas por el mismo número de referencia no impreso.

Breve descripción de los dibujos

65 Para una mejor comprensión de la invención, se hace referencia a la siguiente descripción y a los dibujos que se acompañan que no están necesariamente a escala, en los que:

la Figura 1 es una vista en perspectiva ensamblada de un impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con la invención:

5 la Figura 2 es una vista en perspectiva de un despiece ordenado de la realización;

la Figura 3 es una vista de la sección de la realización; y

10 la Figura 4 es una vista de la sección que muestra solamente la base, los brazos de la boquilla, y el tubo de rodamiento de la realización.

La Figura 5 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de una realización que incluye una unidad de electrónica, un controlador de velocidad electrónico, y una placa de circuitos impresos electrónicos en el cono de ojiva.

15

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Las presentes realizaciones se refieren generalmente a un impulsor eléctrico sumergible que tiene varias ventajas únicas que incluyen un tamaño compacto, la operatividad en toda la profundidad del océano, un mantenimiento requerido cero o mínimo, un bajo número de piezas y un coste bajo con relación a las alternativas actualmente disponibles. Al contrario que la mayoría de los impulsores, los cuales generalmente constan de un motor dispuesto en una cavidad llena de aire o aceite y conectados a un propulsor por medio de una conexión mecánica o magnética, la presente invención usa un diseño nuevo que sella los componentes individuales del motor sin crear cavidades o requerir sellados o acoplamientos magnéticos. Además de reducir el tamaño y número de piezas, esto permite que el impulsor funcione a presiones extremas en el fondo del océano sin problemas y operar de forma continua durante largos períodos de tiempo sin mantenimiento. Estas características únicas añadidas al bajo número de piezas y la simplicidad general del diseño producen un impulsor que es más capaz que las alternativas disponibles a un coste significativamente menor. Una realización de la invención puede tener un precio para permitir que los aficionados y estudiantes entren en el campo de la robótica marina, la cual tradicionalmente ha sido prohibitivamente cara.

La presente invención es apropiada para una amplia variedad de aplicaciones para vehículos tripulados y/o robóticos marinos. Como ejemplo, una realización de la invención puede ser usada para propulsar y controlar un ROV (vehículo subacuático operado a distancia). Tal vehículo podría ser diseñado para operar en las partes más profundas del océano para explorar y estudiar partes de la tierra que nunca han sido exploradas. Tal exploración ha sido limitada por los altos costes prohibitivos del equipo apropiado. Los impulsores de la presente invención permitirían que el sistema de propulsión del vehículo fuera capaz de operar a tales profundidades a un coste y un nivel de complejidad mínimos. Igualmente, los impulsores de la presente invención podrían proporcionar un sistema de propulsión asequible para un aficionado o estudiante que buscara fabricar un ROV con un presupuesto pequeño, permitiendo que una amplia gama de personas accediera a tales vehículos. Adicionalmente, el tamaño compacto de la presente invención comparado con las alternativas disponibles permitiría unos diseños más compactos de los vehículos. Como un ejemplo adicional, una realización de la invención puede ser usada para propulsar y controlar un ASV (buque de superficie autónomo). El ASV podría ser equipado con una fuente de energía eléctrica tal como células solares, generadores de viento y/o células de combustible, así como sensores y un equipo de comunicación para recoger y transmitir datos. El diseño único de la presente invención permitiría que el sistema de propulsión de dicho vehículo operara continuamente durante meses o años a la vez sin mantenimiento. Tal vehículo puede proporcionar datos meteorológicos, datos oceanográficos, datos de sonar para la cartografía del suelo marino, u otros datos que sean beneficiosos para el conocimiento de los océanos del mundo.

50 Como se muestra en la Figura 1, la Figura 2, y la Figura 3, una realización de un impulsor eléctrico sumergible T de acuerdo con la presente invención incluye un conjunto 1 del estator, un conjunto 26 del rotor, un propulsor 2, un cono de ojiva 3, una unidad de electrónica 4, una boquilla 5, un cono de exhaustación 22, y un soporte de montaje 29.

55 El conjunto 1 del estator incluye una base 25, un tubo de rodamiento 38, unos rodamientos 16, un estator 15, unos bobinados electromagnéticos 35, y un revestimiento protector alrededor del estator y los bobinados. Como está ilustrado en la Figura 4, la base 25 y el tubo de rodamiento 38 están moldeados como una única pieza y la base tiene cuatro brazos 6 que se extienden para soportar la boquilla 5. Los brazos 6 tienen una forma para un bajo arrastre usando una forma de aleta hidrodinámica. El extremo de cada brazo tiene un punto de unión 18 de la boquilla que se ajusta en un entrante adaptado 19 en la boquilla.

60 El tubo de rodamiento 38 tiene un diámetro interior primario 39 que es ligeramente mayor que el eje 24 del rotor, así como un diámetro interior secundario 41 en cada extremo para alojar los rodamientos 16. Un diámetro interior terciario 40 es ligeramente mayor que el diámetro exterior del casquillo 17 del eje y está situado en un extremo del tubo de rodamiento para proteger el casquillo del eje del contacto con los alambres que pueden estar presentes entre el conjunto 1 del estator y la unidad de electrónica 4 o el cono de ojiva 3. Los rodamientos 16 son unos

65

rodamientos de manguito de plástico de alto rendimiento o unos rodamientos de manguito de bronce tal como los rodamientos Oilite. Los rodamientos pueden ser unos rodamientos embridados como se muestra en las figuras de la realización preferida o rodamientos no embridados. El tubo de rodamiento 38 soporta el estator 15.

5 El estator 15 está hecho de laminaciones delgadas de acero bajo en carbono, como es común en la fabricación de los motores eléctricos. El estator está revestido con un revestimiento protector para impedir los cortocircuitos eléctricos entre los bobinados y el estator. En esta realización de la invención el estator tiene nueve brazos, pero puede usar un estator con menos o más brazos. Los bobinados están hechos de un alambre magnético de cobre, como el comúnmente usado en la fabricación de motores eléctricos, y están enrollados en tres fases. Un estilo de terminación común "Wye" o "Y" se usa para proporcionar una salida con un alto par de torsión. El estator y los bobinados están protegidos de la abrasión y la corrosión con un revestimiento protector. Como ejemplo, en esta realización de la invención el revestimiento protector es un compuesto de epoxi y el estator y los bobinados están sumergidos en la epoxi permitiendo que el revestimiento protector rellene los pequeños espacios de aire entre los bobinados. Se usa un método de desgasificación en vacío para asegurar que no haya burbujas de aire atrapadas en el revestimiento. Si existieran tales burbujas de aire se comprimirían a altas presiones y podrían comprometer la resistencia del revestimiento protector. Se pueden usar también o alternativamente otros revestimientos protectores. Alternativamente, el estator puede ser sobremoldeado con un revestimiento de plástico para protección. Esto podría hacerse por medio de un moldeo por inyección u otras técnicas de fabricación de plástico.

20 El conjunto 26 del rotor incluye un eje 24, un anillo de hierro 23, una base 27 del rotor, y una multiplicidad de imanes permanentes 28. La base 27 del rotor conecta el eje con el anillo de hierro 23 y los imanes 28. Está realizado de aluminio. El eje 24 se extiende desde la base 27 del rotor de modo que cuando el conjunto del rotor esté instalado en el conjunto 1 del estator el eje se extienda a través y más allá de la longitud del tubo de rodamiento. Cuando el propulsor produce un empuje en la dirección hacia adelante, la base 27 del rotor es presionada contra el rodamiento 16. La base 27 del rotor tiene un separador 34 para crear un espacio para que los bobinados electromagnéticos se extiendan más allá del estator. Un casquillo 17 del eje está fijado al extremo del eje que se extiende a través del tubo de rodamiento 38. Cuando el propulsor produce un empuje en la dirección inversa el casquillo del eje es presionado contra el rodamiento 16. El anillo de hierro 23 está conectado a la base 27 del rotor y se extiende en la misma dirección que el eje 24 de modo que cuando el conjunto del rotor está instalado en el conjunto 1 del estator el anillo de hierro 23 se extiende para solaparse con el conjunto del estator. La multiplicidad de imanes permanentes 28 está dispuesta sobre la superficie interna del anillo de hierro 23. En esta realización ejemplar de la invención se usan doce imanes, pero se puede usar un número diferente de imanes para cambiar las características de funcionamiento del impulsor. Los imanes 28 están dispuestos de modo que el centro de los respectivos imanes esté alineado con el centro axial del estator 15. Unos imanes contiguos están instalados con una polaridad magnética opuesta. El anillo de hierro 23 actúa para contener y enfocar el flujo magnético de los imanes permanentes y el flujo magnético del estator y los bobinados.

El propulsor 2 está conectado al rotor y convierte la energía cinética rotacional en un empuje. El propulsor incluye un buje 21 y una multiplicidad de palas 7. El buje propulsor 21 es cilíndrico y cerrado en un extremo. Su diámetro interior es ligeramente mayor que el diámetro exterior del conjunto 26 del rotor y su longitud es tal que cuando el propulsor 2 está instalado en el conjunto del rotor el propulsor y el anillo de hierro 23 están al mismo nivel. La pared interior del buje tiene unos espacios 20 que reducen la cantidad del material necesario para fabricar el propulsor. El extremo cerrado del buje del propulsor tiene dos agujeros de modo que se puedan usar tornillos para fijar el propulsor al conjunto 26 del rotor. El propulsor puede ser diseñado para girar en la dirección de las manillas del reloj o en la contraria a la de las manillas del reloj para proporcionar unas fuerzas de par de torsión opuestas que puedan anularse en aplicaciones con varios impulsores. Las palas del propulsor pueden estar diseñadas para ser flexibles de modo que puedan doblarse para eliminar los objetos atrapados en el impulsor.

50 El cono de ojiva 3 está conectado con la parte frontal del impulsor para minimizar el arrastre. El cono de ojiva tiene dos agujeros 12 de montaje del cono de ojiva, que permite que se usen tornillos para unir el cono de ojiva al conjunto 1 del estator. Unas piezas adicionales tales como la unidad de electrónica 4 pueden ser unidas entre el conjunto 1 del estator y el cono de ojiva 3. Un agujero 13 para el alambre está incluido en el cono de ojiva para permitir que los alambres necesarios para alimentar y controlar el impulsor T se extiendan afuera del cuerpo del impulsor. En una realización de la invención el cono de ojiva está hecho de un material ópticamente translúcido o transparente, y un diodo emisor de luz (LED) está contenido en el cono de ojiva para proporcionar una luz para el vehículo sumergible como se muestra en la Figura 5. El LED puede estar unido a una placa de circuitos impresos (PCB) 42 y otros componentes tales como unos controladores LED pueden estar incluidos en dicha PCB. El LED puede ser del tipo rojo-verde-azul (RGB) de modo que con un controlador LED apropiado, la luz puede producir una amplia gama de colores. Alternativamente, el cono de ojiva puede alojar una cámara u otro sensor electrónico. El cono de ojiva 3 puede también ser sustituido por un soporte de montaje de modo que el impulsor pueda ser montado en una superficie paralela al plano de rotación del propulsor. El cono de ojiva incluye unos pequeños agujeros o espacios que actúan como respiraderos para permitir que el agua entre y salga del cono de ojiva.

65 La unidad de electrónica 4 es cilíndrica con un extremo cerrado 4e. El diámetro exterior de la unidad de electrónica es más o menos igual al diámetro exterior de la base 25 del conjunto del estator de modo que cuando la unidad de electrónica esté instalada entre el conjunto del estator y el cono de ojiva 3 las superficies exteriores estén

enrasadas. La unidad de electrónica tiene dos agujeros 14 que permiten que los tornillos aseguren el cono de ojiva y la unidad de electrónica del conjunto del estator simultáneamente. Un controlador de velocidad electrónico 33 sin escobillas, el cual incluye una PCB (placa de circuitos impresos) y unos componentes electrónicos, está dispuesto dentro de la unidad de electrónica. La PCB y/o los componentes electrónicos están protegidos frente a cortocircuitos, la abrasión, y la corrosión por un revestimiento protector tal como un compuesto de epoxi o silicona encapsulado. El revestimiento protector puede ser de un tipo conductor térmico de modo que el calor generado por los controladores de velocidad electrónicos sea transferido al material de la unidad de electrónica. Los alambres se unen a la PCB y sobresalen del revestimiento protector para interactuar con los bobinados electromagnéticos 35 y para proporcionar energía e instrucciones. La unidad de electrónica está hecha de un material que permite una conducción térmica suficiente para enfriar el controlador de velocidad electrónico 33. La unidad de electrónica puede ser mucho más grande que la representada y puede alojar una electrónica adicional para diferentes fines.

Los bobinados electromagnéticos 35 terminan en tres alambres, uno por fase electromagnética. Los alambres pasan a través de un agujero en la base 25 del conjunto del estator y los extremos del alambre están dispuestos en el espacio entre el conjunto del estator y la unidad de electrónica 4 o por el cono de ojiva 3 si la unidad de electrónica no está incluida. Si la unidad de electrónica es usada e incluye un controlador de velocidad electrónico, los alambres están conectados al controlador de velocidad electrónico. Los alambres de energía y señales para el controlador de velocidad electrónico conectan con un cable multiconductor que pasa a través del agujero 13 del alambre en el cono de ojiva. Si el controlador de velocidad electrónico no se usa, los alambres son directamente conectados a un cable multiconductor que pasa a través del agujero 13 del alambre en el cono de ojiva. Las conexiones del alambre son unas conexiones de soldadura que están selladas contra el agua por un revestimiento plástico tal como una cinta eléctrica líquida o epoxi.

La boquilla 5 es un anillo anular con un diámetro interior ligeramente mayor que el diámetro circunscrito por la punta 2 del propulsor que proporciona una entrada y una salida para el flujo del fluido. El perfil de la sección transversal de la boquilla 5 es una forma de aleta hidrodinámica diseñada para acelerar la velocidad del agua a medida que es arrastrada pasado el propulsor y para reducir los vórtices en la punta del propulsor. La forma de aleta hidrodinámica puede ser de un tipo común tal como las del tipo Kort. La boquilla está diseñada para funcionar bien en condiciones de propulsión hacia adelante y hacia atrás tales como las previstas en la operación normal de un ROV. La parte frontal de la boquilla tiene varios entrantes 19 que coinciden con los brazos 6 de la boquilla del conjunto 1 del estator. Un conjunto de agujeros 8 de tornillo permiten que los tornillos sean usados para fijar la boquilla al conjunto del estator. La parte superior de la boquilla incluye un saliente de montaje 9 que proporciona unos agujeros 10 con rosca y una superficie plana para interactuar con el soporte de montaje 29 o directamente con una superficie. Los agujeros 10 con rosca contienen unos insertos 11 con rosca para proporcionar unas roscas fuertes para interactuar con los tornillos.

El cono de exhaustación 22 es un cono redondeado situado detrás del propulsor 2 y opuesto al cono de ojiva 3 para reducir el arrastre del impulsor. El cono de exhaustación está conectado a la boquilla 5 por los brazos 36 del cono de exhaustación. Los brazos del cono de exhaustación tienen una forma para minimizar el arrastre hidrodinámico. En otra realización de la invención el cono de exhaustación está fijado al propulsor y no hay brazos del cono de exhaustación.

El soporte de montaje 29 proporciona una interfaz de montaje entre el conjunto del impulsor y la superficie de montaje 37. El soporte de montaje tiene una longitud que es mayor que la longitud del conjunto del impulsor y tiene más o menos la misma anchura que el saliente de montaje 9 de la boquilla. Su espesor es pequeño en comparación con su longitud y su anchura, aunque se podría hacer una versión con un espesor mayor para proporcionar una distancia mayor entre el impulsor y la superficie de montaje. Los agujeros 30 de los tornillos de montaje están situados en cada extremo del soporte de montaje y pueden ser usados para asegurar el soporte de montaje a la superficie de montaje. Los agujeros de los tornillos de montaje están separados una distancia que es mayor que la longitud o anchura del conjunto del impulsor de modo que se puede usar un destornillador para apretar los tornillos sin interferir con el conjunto del impulsor. Un conjunto central de agujeros 31 de tornillos y un conjunto trasero de agujeros 32 de tornillos proporcionan unos agujeros para los tornillos que fijan el soporte de montaje al conjunto del impulsor. El conjunto central de agujeros 31 de tornillos se usa cuando el soporte es montado en la orientación mostrada en la Figura 2 de modo que los agujeros 30 de los tornillos de montaje están situados a cada lado de la boquilla y pueden ser apretados con un destornillador. El conjunto trasero de agujeros 32 de tornillos se usa cuando el soporte está montado en la orientación mostrada en la Figura 3 de modo que los agujeros 30 de los tornillos de montaje están situados en la parte frontal y detrás del conjunto del impulsor y pueden ser apretados con un destornillador. Adicionalmente, el soporte de montaje puede incluir un agujero para permitir que los alambres eléctricos pasen a través del soporte.

El impulsor T tiene un controlador de velocidad electrónico. El controlador 33 de velocidad electrónico puede estar integrado en el impulsor en la unidad de electrónica 4 o puede estar separado del impulsor. Para operar el impulsor se suministra una señal eléctrica apropiada al controlador de velocidad electrónico, el cual a su vez proporciona electricidad a los bobinados electromagnéticos 35, que están sellados contra el agua por un revestimiento protector. El campo magnético que es generado produce un par de torsión en el conjunto 26 del rotor que está conectado de forma co-rotatoria al propulsor. A medida que gira el conjunto del rotor, el controlador de velocidad electrónico

- 5 conmuta la corriente eléctrica a través de las tres fases de los bobinados electromagnéticos para producir de forma continua un par de torsión en el conjunto del rotor. La fuerza electromotriz trasera es medida y usada para detectar la posición del rotor para una sincronización apropiada. Alternativamente, se puede usar un efecto Hall u otro sensor para detectar la posición del conjunto del rotor. Las palas 7 del propulsor actúan para acelerar el agua a través de la boquilla 5 para producir un empuje. La estructura del impulsor actúa para soportar y contener el conjunto del rotor y el propulsor mientras que proporciona una forma física que minimiza el arrastre, es compacta, y es aplicable a una variedad de superficies. Cuando está sumergido el agua inunda todas las cavidades dentro del impulsor de modo que no haya aire encerrado ni cavidades a presión.
- 10 La realización de la invención aquí descrita es la realización preferida, pero hay varias realizaciones diferentes. En otra realización de la invención la boquilla y sus brazos de soporte no están presentes. Esto puede ser útil para aplicaciones de alta velocidad en las que la boquilla pierde su efectividad. El impulsor podría ser montado a partir del cono de ojiva o de una estructura de montaje que se extiende desde el cono de ojiva. En tal realización el cono de exhaustación estaría conectado al propulsor. En otra realización de la invención unas aletas de control están situadas detrás de la boquilla para permitir el control del vehículo por medio de la desviación de las aletas de control.
- 15 El cono de exhaustación puede ser excluido en este caso. Las aletas de control pueden estar situadas a lo largo de uno o más ejes para proporcionar unas fuerzas de control en una o más direcciones. Las aletas de control pueden estar controladas por servos eléctricos u otros medios.
- 20 La invención está prevista para uso como impulsor para vehículos subacuáticos y de superficie, aunque también puede ser destinada a otros usos. Otros usos pueden incluir, aunque no están limitados a, bombas de agua y mezclados de líquidos. En una posterior realización de la invención se usa un propulsor mayor que está optimizado para la propulsión aérea. Tal dispositivo podría ser usado para aviones y compartir las mismas características de resistencia al agua que el impulsor.
- 25 También debe entenderse que la presente invención se ha descrito en relación con lo que se considera la realización más práctica y preferida, pero que esta invención no se limita a la realización divulgada, sino que está destinada a cubrir varias disposiciones incluidas dentro del alcance de la interpretación más amplia de las reivindicaciones adjuntas a fin de abarcar todas esas modificaciones y disposiciones equivalentes.
- 30

REIVINDICACIONES

1. Un impulsor eléctrico sumergible, que comprende:

5 un conjunto de estator (1) que tiene un estator (15) y bobinados eléctricos (35);  
un conjunto de rotor (26) que tiene una pluralidad de imanes (28) dispuestos radialmente hacia afuera de los  
bobinados eléctricos (35) y configurados para girar alrededor de los bobinados eléctricos (35) cuando son  
accionados por fuerzas electromagnéticas proporcionadas por el estator (15) y los bobinados (35);  
10 un propulsor (2) con un buje (21) conectado de forma co-rotatoria al conjunto de rotor (26), teniendo el propulsor  
(2) unas palas de propulsor (7) que se extienden desde el buje (21);  
una boquilla (5) que proporciona una entrada y una salida para el flujo de agua;  
una cámara que contiene el estator (15) y los bobinados eléctricos (35), en donde la cámara que contiene el  
estator (15) y los bobinados (35) está configurada para inundarse con agua cuando el impulsor está sumergido;  
15 caracterizado por  
un revestimiento protector que sella el estator (15) y los bobinados eléctricos (35) sin encerrar cavidades de aire,  
impidiendo el revestimiento protector que el agua entre en contacto con los bobinados eléctricos (35) cuando la  
cámara del impulsor se inunda con agua debido a que el impulsor está sumergido.

20 2. El impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el revestimiento protector es un  
revestimiento de epoxi.

3. El impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el revestimiento  
protector es un revestimiento desgasificado en vacío.

25 4. El impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el revestimiento protector es un  
revestimiento de plástico sobremoldeado.

30 5. El impulsor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye, además, un cono de  
ojiva (3).

6. El impulsor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye, además, un cono de  
exhaustación (22).

35 7. El impulsor eléctrico sumergible de acuerdo con cualesquiera reivindicaciones anteriores, en donde el impulsor  
utiliza un motor eléctrico síncrono en forma de un motor de imán permanente sin escobillas de rotor externo.

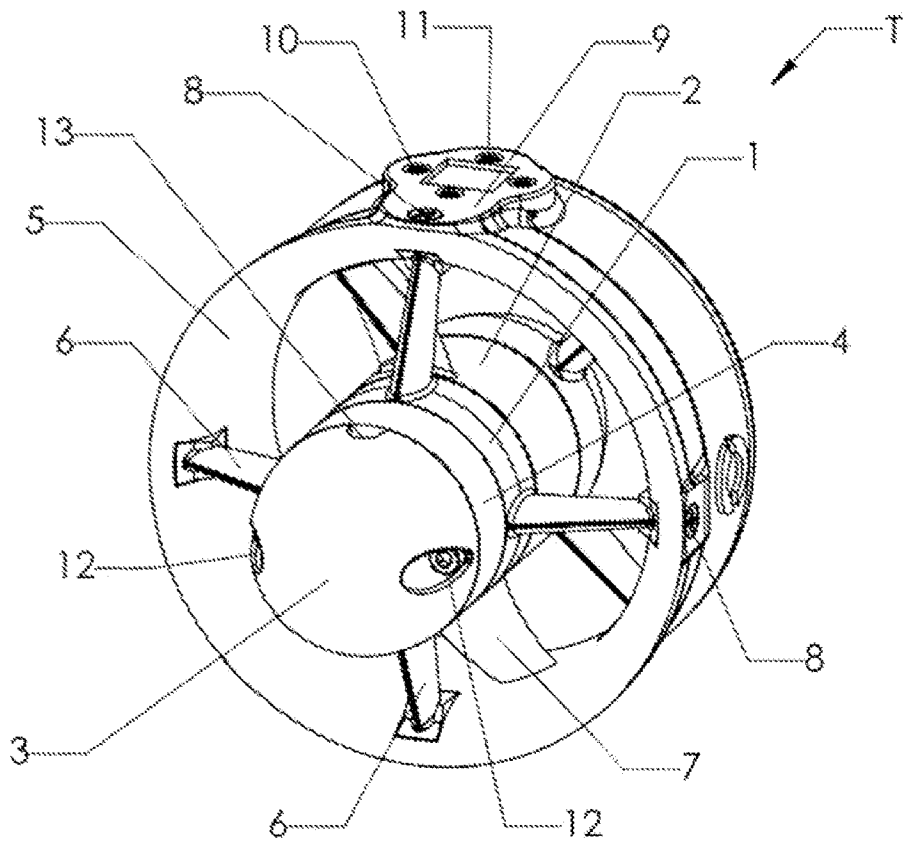


FIG. 1 VISTA ISOMÉTRICA

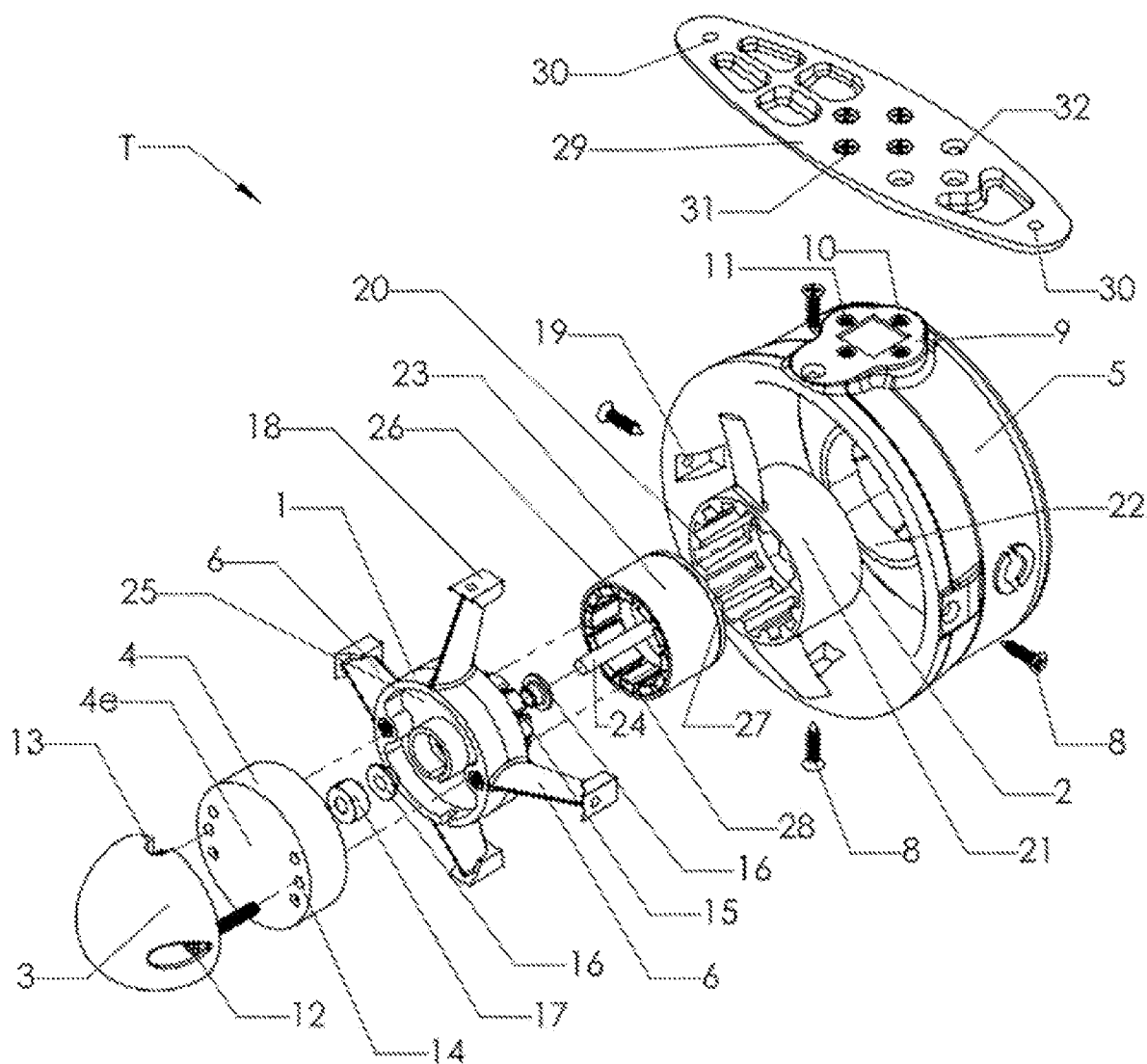


FIG. 2 VISTA EN DESPIECE ORDENADO

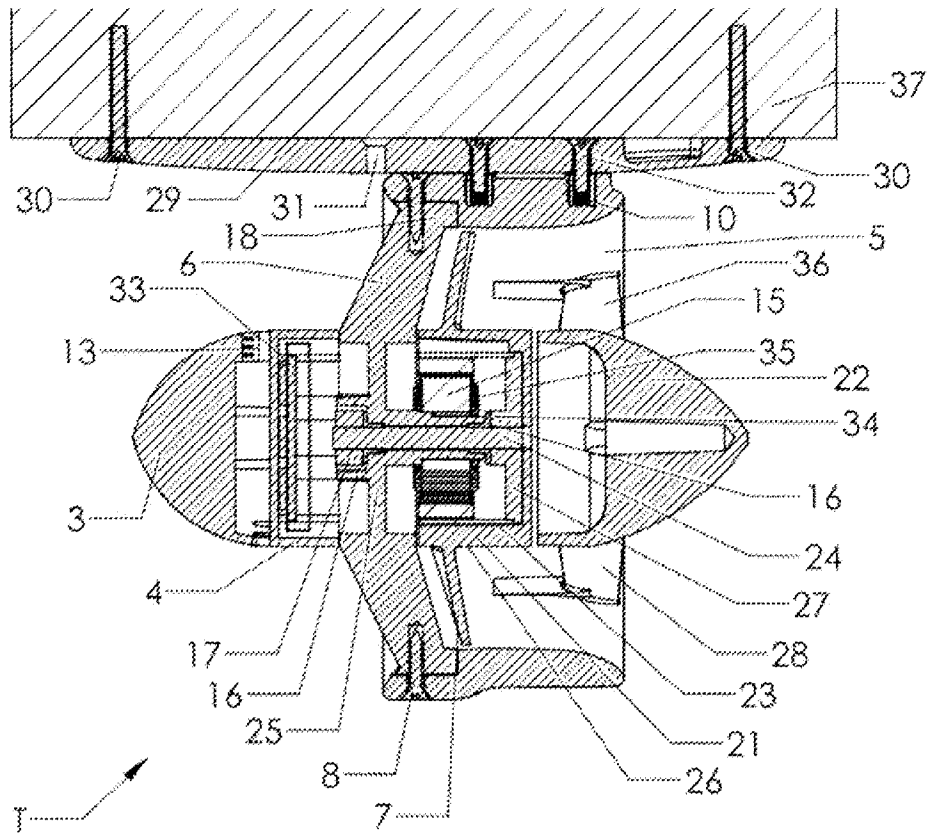


FIG. 3 VISTA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

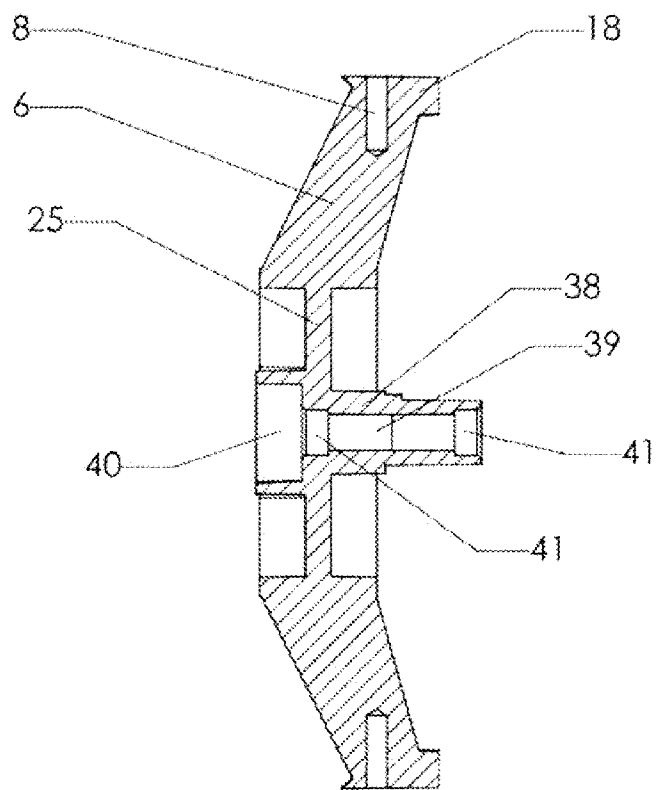


FIG. 4 VISTA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA BASE,  
DE LOS BRAZOS DE LA BOQUILLA Y DEL TUBO DE RODAMIENTO

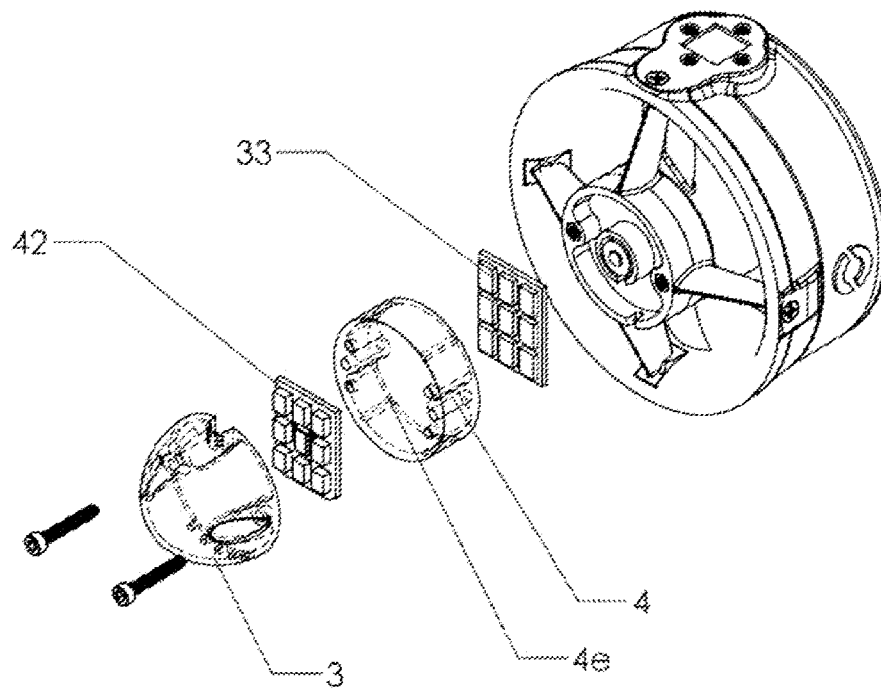


FIG. 5 VISTA EN DESPIECE ORDENADO  
CON LA UNIDAD DE ELECTRÓNICA Y EL LED DEL CONO DE OJIVA