

DISPOSITIVO DE PROPULSIÓN CON CHORRO DE AGUA FUERA DE BORDA PARA VEHÍCULOS MARINOS

CAMPO DE APLICACIÓN

5 El presente hallazgo se refiere a un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente número 1.

El presente dispositivo de propulsión se inserta en el campo de los sistemas de propulsión a chorro para uso marino/naval.

Ventajosamente, el presente dispositivo de propulsión está adaptado para aplicaciones marinas de
10 alta velocidad (preferentemente para velocidades superiores a 30-40 nudos) y está destinado a ser empleado, por ejemplo, en embarcaciones deportivas/recreativas rápidas o embarcaciones comerciales.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Como se sabe, en el campo de la propulsión, la tecnología de propulsión por hélice se ha empleado
15 durante algún tiempo. Esta tecnología tiene convencionalmente una configuración fuera de borda, en la que la hélice se encuentra fuera de la parte inferior del barco y se mueve por medio de un sistema de transmisión mecánica que conecta la hélice a un motor de combustión interna. Esta tecnología de propulsión, aunque tiene importantes ventajas en términos de simplicidad estructural y flexibilidad, tiene fuertes límites con respecto a las velocidades alcanzables y, por tanto, a la
20 concentración de potencia por unidad de eje propulsor. La razón de tales límites está ligada al hecho de que la hélice es una hélice no conducida (es decir, no tiene una carcasa que la separe del entorno exterior) y, por lo tanto, la carga máxima que se puede concentrar, en términos de potencia por unidad de eje de la hélice, es relativamente pequeña.

También está muy extendida en el campo de los vehículos marinos, aunque de introducción
25 relativamente más reciente, la tecnología de propulsión por chorro de agua, que explota sustancialmente el principio de acción y reacción para hacer avanzar el barco mediante el bombeo del agua ambiental.

Las hélices de chorro de agua actualmente difundidas en el campo de los barcos rápidos/vehículos marinos (es decir, con velocidades de navegación superiores a 30-40 nudos) son, como se sabe, del
30 tipo denominado con entrada oblicua (o tienen entrada del tipo de descarga).

Las hélices de chorro de agua antes mencionadas se insertan convencionalmente en una configuración a bordo, es decir, dentro de la parte inferior del barco, en cuyo fondo se hace un conducto de entrada que se extiende desde una sección de entrada (a menudo denominada "boca de entrada" o más simplemente "boca"), realizado en las proximidades de la popa del barco, seguido de una sección donde se sitúa una bomba que, a su vez, está conectada a una tobera de descarga. Dentro del conducto de admisión, o mejor aún a una distancia adecuada de la boca, se dispone una bomba que está conectada a un motor (típicamente de combustión interna) y accionable por este último para presurizar el agua para transportarla, a través del mismo conducto de admisión, a la tobera de descarga donde aumenta la velocidad, y crea el efecto propulsor que genera el empuje de avance del barco.

Las hélices de chorro de agua a bordo de tipo conocido, incluso si liberan al barco de las limitaciones de volumen apremiantes, sufren limitaciones con respecto al nivel de eficiencia de propulsión, del empuje específico y del margen anticavitación de la hélice, en una medida que es mayor cuanto mayor es la velocidad requerida por el barco.

De hecho, en las hélices de chorro de agua a bordo, el flujo de agua en el conducto de entrada no se ve facilitado por la longitud total muy larga de este último, de lo que se sigue la incidencia masiva de caídas de presión hidráulica en el propio conducto, lo que tiene un efecto negativo considerable en la eficiencia propulsora.

También se conocen hélices de entrada de aire dinámico exterior que, sin embargo, no están concebidas en absoluto para su uso a altas velocidades de navegación. Más en detalle, estas últimas hélices de tipo conocido, también denominadas propulsores (propulsores de proa, propulsores azimutales, etc.), proporcionan el uso de una o más hélices canalizadas en conductos cilíndricos o troncocónicos.

Estas hélices propulsoras (en las que las hélices son accionadas tanto por sistemas de accionamiento mecánicos como por sistemas eléctricos) no permiten una concentración de empuje (es decir, un empuje por unidad de caudal de fluido llevado a cabo) que sea en absoluto suficiente para asegurar velocidades de navegación superiores a 20 nudos y, por tanto, sólo son adecuados para su uso en propulsión a baja velocidad (inferior a 20 nudos), por ejemplo, para operaciones de maniobra en puerto o para navegación lenta. Los propulsores de las hélices antes mencionadas, independientemente de la forma que adopten, técnicamente no pueden entrar dentro de la categoría de chorros de agua, ya que emplean una configuración sencilla con hélice canalizada, sin el uso de ningún propulsor de chorro.

Por lo tanto, en el campo de la propulsión de vehículos marinos, existe la necesidad de sistemas de propulsión fuera de borda con entrada de aire dinámico que permitan aumentar las prestaciones en términos de velocidad y potencia propulsora, en relación con elecciones de diseño precisas.

5 El documento GB 759,500 describe un dispositivo de propulsión conocido para embarcaciones de poco calado, que comprende un estator cilíndrico hueco provisto de una cubierta de entrada que tiene una abertura de entrada y una cubierta de descarga que tiene una abertura de descarga. Además, el dispositivo de propulsión comprende un rotor provisto de palas giratorias y montado en un eje pivotado al estator y conectado a un motor eléctrico. El dispositivo de propulsión divulgado en el documento GB 759,500 no es adecuado para aplicaciones de alta velocidad, sino que está destinado
10 exclusivamente a embarcaciones de baja velocidad o botes planos, porque, en particular, carece de una configuración hidrodinámica adecuada para minimizar el fenómeno de las drogas a altas velocidades.

PRESENTACIÓN DE LA INVENCION

En esta situación, el problema subyacente a la presente invención es, por tanto, el de superar los
15 inconvenientes manifestados por las soluciones de tipo conocido antes mencionadas, al proporcionar un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos capaz de asegurar altas velocidades de avance.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos capaz de garantizar una alta eficiencia de propulsión.

20 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos capaz de prevenir problemas relacionados con el fenómeno de la cavitación.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos que sea completamente eficaz y fiable en su
25 funcionamiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características técnicas de la invención, de acuerdo con los objetivos antes mencionados, se pueden ver claramente en el contenido de las reivindicaciones que se describen a continuación y las ventajas de las mismas serán más evidentes en la siguiente descripción detallada, hecha con
30 referencia a los dibujos adjuntos, que representan varias modalidades meramente ilustrativas y no limitativas de la invención, en las que:

- la Figura 1 muestra una representación esquematizada del dispositivo de propulsión en una vista en sección de acuerdo con una vista meridional, de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención que tiene en particular alabes guía del estator de salida e impulsor del tipo con cubo;

5 - la Figura 2 muestra una representación esquematizada del dispositivo de propulsión en una vista en sección de acuerdo con una vista meridional, de acuerdo con una segunda modalidad de la presente invención que tiene en particular alabes guía del estator de salida y un impulsor de tipo sin cubo;

- la Figura 3 muestra una representación esquematizada del dispositivo de propulsión en una vista en sección de acuerdo con una vista meridional, de acuerdo con una tercera modalidad de la presente invención en particular que carece de alabes guía del estator de salida y tiene un impulsor del tipo
10 con cubo;

- La Figura 4 muestra una representación esquematizada del dispositivo de propulsión en una vista en sección de acuerdo con una vista meridional, de acuerdo con una cuarta modalidad de la presente invención en particular que carece de alabes guía del estator de salida y tiene un impulsor de tipo sin cubo.

15 Descripción detallada de varias modalidades preferidas

Con referencia a los dibujos adjuntos, el número de referencia 1 en general indica un dispositivo de propulsión con chorro de agua fuera de borda para vehículos marinos, objeto de la presente invención.

En particular, el presente dispositivo de propulsión 1 está dispuesto para lograr una configuración
20 que sea totalmente fuera de borda, en la que el dispositivo de propulsión 1 está instalado en el exterior de la parte inferior del casco del barco, de manera que pueda ser golpeado frontalmente por el agua durante el avance del barco.

De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de propulsión 1 comprende una góndola 2 (también denominada "lanzadera" en la jerga técnica) y una hélice 3 alojada dentro de dicha góndola
25 2. Más en detalle, la góndola 2 comprende una carcasa 4, preferentemente con forma hidrodinámica, (en particular con forma sustancialmente tubular) y preferentemente pero no necesariamente completamente simétrico axialmente, con eje longitudinal destinado a estar dispuesto sustancialmente horizontal.

En particular, la carcasa 4 se extiende axialmente entre un extremo delantero 5 y un extremo trasero
30 opuesto 6 a lo largo de una dirección de extensión X, ventajosamente rectilínea, y preferentemente coincidente con el eje longitudinal de la propia carcasa 4.

Además, la carcasa 4 de la góndola 2 está provista de un canal de transporte 7, que se extiende a lo largo de la dirección de extensión X antes mencionada entre una sección de entrada 8, que está dispuesta en el extremo delantero 5 de la carcasa 4, y una sección de salida opuesta 9, que está dispuesta en el extremo trasero 6 de la carcasa 4.

- 5 La góndola 2 está destinada a conectarse al exterior de la parte inferior del barco, de manera que quede completamente sumergida dentro del fluido (en particular, un líquido) del cuerpo de agua sobre el que pretende avanzar el propio barco.

En particular, la góndola 2 está destinada a fijarse a la parte inferior del barco, por ejemplo, por medio de una aleta de soporte 10, de una manera en sí conocida por el experto en la técnica.

- 10 La hélice 3 está dispuesta dentro del canal de transporte 7 de la carcasa 4 de la góndola 2 y es accionable para generar un chorro de fluido que sale del tramo de salida 9 de la carcasa 4 y que determina, por reacción, una propulsión en una determinada dirección de avance VI sustancialmente transversal a la sección de entrada 8 de la carcasa 4. De acuerdo con la idea subyacente a la presente invención, la hélice 3 comprende al menos una bomba 11 accionable para generar un flujo de fluido
- 15 a través del canal de transporte 7 de la carcasa 4 de acuerdo con un sensor de flujo de salida VF que va desde la sección de entrada 8 (delantera) a la sección de salida 9 (trasera) de la carcasa 4.

En particular, la bomba 11 está dispuesta para presurizar el fluido de una manera considerable, que permite la consecución de un aumento de presión neto y finito entre el fluido que está aguas arriba de la bomba 11 y el fluido aguas abajo de la misma.

- 20 La góndola 2 del dispositivo de propulsión 1, de acuerdo con la invención, comprende una entrada dinámica delantera 12, adaptada para recibir el fluido que proviene de la sección de entrada 8 de la carcasa 4.

- Más en detalle, la entrada dinámica 12 comprende una sección delantera 13 (preferentemente tubular) de la carcasa 4, dicha sección delantera 13 está configurada de una manera hidrodinámica adecuada,
- 25 que se extiende axialmente a lo largo de la dirección de extensión X de la carcasa misma 4 entre la sección de entrada 8 de esta última y la bomba 11.

- La entrada dinámica 12, y en particular su sección delantera 13, se extiende a partir de la sección de entrada 8 de la carcasa 4 hacia la bomba 11. La sección de entrada 8 está dispuesta de manera que su plano horizontal es, preferentemente, pero no necesariamente, ortogonal a la dirección de avance VI,
- 30 de manera que dicha sección de entrada 8 (y la entrada dinámica 12) esté directamente expuesta a la corriente durante el avance del barco.

La sección delantera 13 de la entrada dinámica 12 tiene secciones de paso, obtenidas transversales a la dirección de extensión X de la carcasa 4, que aumentan sustancialmente de acuerdo con el sentido de salida del fluido VF, es decir, de acuerdo con un sentido de la dirección de extensión X que va desde el extremo delantero 5 hacia el extremo trasero 6 de la carcasa 4. De esta manera, tal configuración con sección creciente de la entrada dinámica 12 provoca, en su interior, una ralentización promedio de la velocidad del fluido y un consiguiente aumento de presión, es decir, una difusión, del propio fluido. Por supuesto, sin apartarse del alcance protector de la presente patente, la entrada dinámica 12 puede estar provista de secciones adicionales (aguas abajo y/o aguas arriba de la sección delantera 13 mencionada anteriormente) que pueden tener una sección no creciente (por ejemplo, sección constante).

Ventajosamente, además, la necesidad de asegurar una flexibilidad operativa adecuada del dispositivo de hélice 1 en función de la velocidad de navegación obliga a que la sección delantera 13 de la toma dinámica 12 se conecte a la superficie exterior de la carcasa 4 de la góndola 2 por medio de un reborde 27 de forma adecuadamente redondeada, que delimita el borde de la sección de entrada 8 de la góndola 2. Dicho redondeo del reborde 27 puede determinar, de acuerdo con su propia forma, un estrechamiento local limitado y circunscrito de las secciones de paso a partir de la sección de entrada 8 de la góndola 2, sin provocar una distorsión de las funciones difusivas de la entrada dinámica 12 en su totalidad.

En funcionamiento, la entrada dinámica 12, con sus tramos de paso que aumentan progresivamente, difunde la corriente del fluido, lo que ralentiza la velocidad del mismo y recupera presión, y posibilidad de eliminar o mitigar las posibles irregularidades que pudieran estar presentes en la corriente que llega al interior del canal de transporte 7 de la góndola 2.

En esencia, por tanto, la función de la entrada dinámica 12 es la de ralentizar la corriente, recuperar la presión estática, mantener uniforme el flujo del fluido y permitir que este último llegue al frente de la bomba 11 con una velocidad menor que la de un flujo sin interrupciones fuera de la góndola 2. La góndola 2 también comprende una tobera de descarga trasera 14, adaptada para acelerar la corriente de fluido a presión de la bomba 11 a velocidades significativamente mayores que la de navegación, lo que permite así la obtención de un efecto reactivo que permite la propulsión en la dirección del avance VI.

Más en detalle, la tobera de descarga 14 comprende una sección trasera 15 sustancialmente axialmente simétrica (preferentemente tubular) de la carcasa 4, que se extiende axialmente a lo largo

de la dirección de extensión X entre la bomba 11 y la sección de salida 9 de la carcasa 4, en particular que termina en la propia sección de salida 9.

La sección trasera 15 de la tobera de descarga 14 tiene secciones de paso, obtenidas transversales a la dirección de extensión X, que disminuyen en el sentido del flujo de salida VF, de manera que provocan, dentro de la tobera de descarga 14, un aumento de la velocidad local del fluido y la consecuente disminución de la presión de este último, y crea un chorro de empuje propulsor que sale de la sección de salida 9 de la carcasa 4 de la góndola 2.

De esta manera, en particular, la tobera de descarga 14 tiene la función de acelerar de manera eficiente, y al mismo tiempo extremadamente compacta espacialmente, la corriente de fluido para poder obtener el efecto reactivo para la propulsión.

Por supuesto, sin apartarse del alcance protector de la presente patente, la tobera de descarga 14 puede estar provista de secciones adicionales (aguas abajo y/o aguas arriba de la sección trasera 15 mencionada anteriormente) que pueden tener una sección no decreciente (por ejemplo, constante). Ventajosamente, la góndola 2 comprende un cuerpo central 16 dispuesto entre la entrada dinámica 12 y la tobera de descarga 14 y que contiene la bomba 11 en su interior.

Más en detalle, el citado cuerpo central 16 comprende una sección intermedia 17 (preferentemente tubular) de la carcasa 4, que se extiende axialmente a lo largo de la dirección de extensión X entre la sección delantera 13 de la entrada dinámica 12 y la sección trasera 15 de la tobera de descarga 14. Dicha sección intermedia 17, que en su interior aloja la bomba 11, tiene secciones de paso, obtenidas transversales a la dirección de extensión X de la carcasa 4, que presenta ventajosamente (pero no necesariamente) un área sustancialmente constante a lo largo de dicha dirección de extensión X.

Ventajosamente, la bomba 11 está provista de al menos un impulsor 18 que tiene un eje de rotación Y paralelo a la dirección de extensión X de la carcasa 4 de la góndola 2.

Convenientemente, la sección de entrada 8, y preferentemente también la sección de salida 9, de la carcasa 4 se encuentran en planos horizontales correspondientes que son sustancialmente ortogonales al eje de rotación Y del impulsor 18, que en particular atraviesa dichas secciones 8, 9. El impulsor 18 de la bomba 11 está provisto de veletas 19 que tienen un perfil aerodinámico, en particular con la cuerda preferentemente que aumenta, que aumenta en función del radio del impulsor 18, de manera que presuriza considerablemente el fluido dentro de la góndola 2, y que permite lograr un salto de presión finito entre el fluido aguas arriba y aguas abajo de la bomba 11.

Ventajosamente, el impulsor 18 puede estar provisto de un cubo central 24 que lleva las paletas 19 (como en los ejemplos de las Figuras 1 y 3) fijadas al mismo, o puede ser del tipo "sin cubo" (como

en los ejemplos de las Figuras 2 y 4). En particular, el impulsor 18 de tipo "sin cubo" carece de cubo y comprende un anillo periférico que se extiende alrededor del eje de rotación Y, está restringido de manera giratoria en el canal de transporte 7 de la carcasa 4 para que gire alrededor de dicho eje de rotación Y, y lleva las paletas 19 fijadas al mismo; más en detalle, cada paleta 19 se extiende entre un extremo interno (libre) dirigido hacia el eje de rotación Y y un extremo externo fijado al anillo periférico mencionado anteriormente.

Preferentemente, la bomba 11 es una bomba de flujo axial o una bomba de flujo semiaxial (también denominada bomba de flujo mixto). La forma de la paleta del rotor 18 permite la presencia de un cubo portador de paletas 24, o disco, en la configuración convencional de bomba de flujo axial o bomba de flujo mixto. Sin embargo, si la bomba 11 no tiene cubo, la forma de las paletas sigue cumpliendo los requisitos hidrodinámicos de los impulsores con flujo axial o flujo mixto, excepto que las paletas estén fijadas periféricamente a un anillo portador de paletas. La disposición de la bomba 11 de tipo axial o semiaxial permite procesar caudales volumétricos relativamente altos en relación al cabezal, condición indispensable para asegurar el mayor valor posible para la eficiencia propulsora y, en consecuencia, una reducción de los consumos.

Ventajosamente, la bomba 11 comprende dos o más platinas dispuestas en sucesión a lo largo de la dirección de extensión X de la carcasa 4 de la góndola 2, y cada una de dichas platinas está provista de un impulsor 18 correspondiente.

Por supuesto, los impulsores 18 de las diferentes platinas de la bomba 11 pueden tener diferentes configuraciones en función en particular de sus características de funcionamiento.

Preferentemente, de acuerdo con las modalidades ilustradas en las figuras adjuntas, la bomba 11 comprende una primera platina 20 con función principalmente como un inductor anticavitación, y una segunda platina posterior 21 con función principalmente de potencia.

En particular, la primera platina 20 se coloca, a lo largo de la dirección de extensión X de la carcasa 4, inmediatamente aguas abajo de la entrada dinámica 12 (con respecto al sentido del flujo de salida VF), y está dispuesta para generar un primer aumento de presión del fluido para presurizar parcialmente el flujo de fluido a una presión tal que evite la cavitación dentro de los canales de las paletas de la primera platina 20 y aguas abajo de la última, que mantiene una altura relativamente baja. La segunda platina 21 se coloca entre la primera platina 20 y la tobera de descarga 14, en particular inmediatamente aguas arriba de esta última. Dicha segunda platina 21 está dispuesta para generar un segundo aumento de presión del fluido mayor que el primer aumento de presión generado

por la primera platina 20, de manera tal que se obtenga una mayor carga y se obtenga el empuje propulsor deseado, sustancialmente sin riesgo de problemas de cavitación.

De esta forma, en particular, las dos platinas 20, 21 dispuestas en serie permiten dividir el cabezal en dos partes, y encomendar a la primera platina 20 la función de inductor anticavitante, y atribuir una fracción adecuadamente inferior al 50 % del cabezal total de la bomba 11 para evitar en cualquier caso la cavitación del flujo entrante, mientras que la segunda platina 21 subsiguiente tiene la función de potencia real, siendo atravesada por una corriente de fluido que está adecuadamente presurizada y por lo tanto sustancialmente inmune a la cavitación.

Con referencia a esta solución de doble platina (probablemente la más adecuada para este propósito), es importante definir el "vínculo" entre las dos platinas 20, 21, es decir, la fracción total de carga requerida para la propulsión que se atribuye a cada platina 20, 21. En particular, dado que la función de las dos platinas 20, 21 difiere, en relación con las características del flujo que las atraviesa, los problemas que condicionan el procedimiento de diseño de las mismas también son diferentes.

Más concretamente, el impulsor 18 de la primera platina 20, al estar expuesto a un flujo de baja presión (comparable al del ambiente externo donde trabaja el dispositivo propulsor 1), está configurado para prevenir el fenómeno de cavitación, por medio de la limitación de la NPSH (Cabezal de Succión Positiva Neta) requerida por la bomba 11 y, en igualdad de condiciones, por medio de un estricto control de las velocidades de flujo en el marco relativo en la punta. Por tanto, el impulsor 18 de la primera platina 20 tiene la función de "preinductor anticavitación", es decir, de "refuerzo", lo que le atribuye una fracción relativamente pequeña de la altura de la bomba 11, para evitar el peligro de pérdida de la hoja y, simultáneamente, para evitar el peligro de cavitación. El impulsor 18 de la segunda platina 21, sometido a un flujo previamente presurizado y que asume la carga del nivel de altura mayor, está especialmente configurado para oponerse a la parada de las paletas. Esta segunda platina 21 realiza la tarea de función de potencia real.

Preferentemente, con referencia en particular a los ejemplos de las figuras 1 y 2, el dispositivo de propulsión 1 comprende al menos un difusor de paletas 22 fijado a la carcasa 4 de la góndola 2, dispuesto dentro del canal de transporte 7 aguas abajo del impulsor 18 de la bomba 11 con respecto al sentido de flujo de salida VF. En particular, con referencia a las modalidades ejemplificadas en las Figuras 1 y 2, se proporcionan dos difusores de paletas 22, uno para cada platina 20, 21, y dispuestos aguas abajo de los impulsores 18 de las correspondientes platinas 20, 21.

Cada difusor de paletas 22 está dispuesto para transportar el fluido, presurizado por el impulsor 18, en dirección axial a lo largo de la dirección de extensión X de la carcasa 4.

En particular, el difusor de paletas 22 tiene la función de cancelar sustancialmente la componente tangencial de la velocidad del fluido y transportarla en dirección axial.

Ventajosamente, el dispositivo de propulsión 1 comprende múltiples alabes guía de entrada 23 fijadas a la carcasa 4 de la góndola 2 y colocadas dentro del canal de transporte 7 entre la sección de entrada 8 de la carcasa 4 y la bomba 11, en particular dentro de la entrada dinámica 12.

Tales alabes guía de entrada 23 están dispuestas para hacer girar el fluido de acuerdo con al menos una componente de velocidad tangencial con respecto a la rotación del impulsor 18 de la bomba 11 alrededor del eje de rotación Y.

En detalle, los alabes guía de entrada 23 comprenden paletas múltiples fijas dispuestas aguas arriba del impulsor 18, en particular de la primera platina 20 de la bomba 11. La función de tales alabes guía de entrada 23, además del refuerzo estructural, puede compararse con la de una guía de entrada. En tal caso, las paletas de guía de entrada 23 se pueden conformar por medio de perfiles aerodinámicos que son simétricos o con una línea media curvilínea. En ambos casos, las alabes guía de entrada 23 tienen la función de hacer girar la corriente del fluido, confiriéndole una componente de velocidad tangencial a la entrada del impulsor 18 de la primera platina 20, con el objetivo de reducir el tamaño de la velocidad de flujo en el marco relativo a la entrada del impulsor 18 de dicha primera platina 20, con efectos positivos sobre el comportamiento de pérdida y cavitación de la bomba 11.

Ventajosamente, el dispositivo de propulsión 1 comprende al menos un motor conectado operativamente a la hélice 3 para accionar la bomba 11 de esta última. En particular, el motor está conectado operativamente al impulsor 18 de la bomba 11 para hacerlo girar alrededor de su eje de rotación Y.

El motor del dispositivo de propulsión 1 es preferentemente de tipo eléctrico y se puede conectar ventajosamente al impulsor 18 de la bomba 11 por medio de transmisiones mecánicas (análogas a los sistemas de propulsión) o por medio de un accionamiento directo y en particular una configuración impulsada por llanta (descrita en detalle a continuación).

En particular, dicho motor eléctrico puede tener configuración a bordo, en la que el motor está dispuesto dentro de la parte inferior del barco y está conectado al impulsor 18 de la bomba 11 por medio de transmisiones mecánicas, o el motor eléctrico puede tener configuración fuera de borda, en cuyo motor está dispuesto fuera de la parte inferior del barco y en particular dentro de la góndola 2. En la configuración exterior, por ejemplo, el motor eléctrico puede disponerse dentro del cubo 24

del impulsor 18 (en el caso del impulsor 18 con cubo) o alrededor del propio impulsor 18 en la configuración impulsada por llanta (ambos en el caso de impulsor con cubo y sin cubo).

En particular, con referencia a los ejemplos de las figuras 2 y 4, el motor eléctrico en configuración impulsada por llanta comprende un estator anular 25 fijado a la carcasa 4 de la góndola 2 y dispuesto
5 alrededor del impulsor 18 coaxial con el eje de rotación Y del último, y un rotor anular 26, que está montado de forma giratoria dentro del canal de transporte 7 de la carcasa 4, está dispuesto coaxialmente con el eje de rotación Y y lleva las paletas 19 del impulsor 18 fijadas al mismo. El rotor 26 está acoplado al estator 25, de manera que, cuando este último recibe corriente eléctrica, genera un campo magnético que hace girar el rotor 26 (y por tanto el impulsor 18) alrededor del eje
10 de rotación Y, de acuerdo con el conocido principio de funcionamiento de los motores eléctricos. Preferentemente, en el caso del impulsor 18 del tipo "sin cubo", el rotor 26 está asociado con el anillo periférico del propio impulsor 18 o constituye dicho anillo periférico.

Preferentemente, en el caso de bombas múltiples o bomba 11 con múltiples platinas, el dispositivo de propulsión 1 puede comprender múltiples motores, operativamente independientes, cada uno de
15 los cuales conectado al impulsor 18 de la correspondiente platina 20, 21 de la bomba 11, para configurar el funcionamiento de las dos platinas 20, 21 para configurar las funciones específicas de esta última descritas anteriormente (en particular, anticavitación y potencia).

Ventajosamente, cada impulsor 18 es accionable independientemente por el motor eléctrico correspondiente, de manera que el par de fuerzas entregado al impulsor 18 de la primera platina 20
20 puede ser independiente del proporcionado al impulsor 18 de la segunda platina 21, permitiendo así una gestión de entrega de potencia óptima durante los transitorios operativos de la hélice 3 o en condiciones de velocidad de navegación que son diferentes de las condiciones nominales.

A continuación, se describen en detalle varias de las posibles modalidades de la presente invención y se ilustran en las figuras adjuntas.

25 La Figura 1 ilustra una primera modalidad de la presente invención, en la que los impulsores 18 de la bomba 11 están provistos de un cubo 24 en el que se fijan las paletas 19 correspondientes. En particular, en tal primera modalidad, la góndola 2 está provista de paletas fijas del difusor de paletas 22.

Ventajosamente, con referencia al ejemplo de la Figura 1, las dos platinas 20, 21 de la bomba 11
30 están compuestas cada una de una sucesión de un impulsor 18 (de paletas) y de una formación anular de paletas fijas que actúan como difusor de paletas 22. Ventajosamente, las paletas del difusor de

paletas 22 de ambas platinas 20, 21 se conforman al emplear secciones de paletas constituidas por aspas aerodinámicas diseñadas específicamente.

El accionamiento de los dos impulsores 18 se puede obtener por medio de un accionamiento de transmisión mecánica (por ejemplo, del tipo empleado en los sistemas de hélice), o, preferentemente y alternativamente, por medio de un sistema de accionamiento directo a través de motores eléctricos, fuera de la góndola 2 o dentro de la misma. En el último caso, el motor eléctrico puede estar alojado dentro del cubo 24 del impulsor 18 y la transmisión del movimiento puede ocurrir con o sin la interposición de miembros reductores. Aún con referencia a posibles modalidades, otra posible ubicación del motor eléctrico puede estar todavía dentro de la góndola 2, dispuesta fuera de los impulsores 18 y conectada a la misma (impulsada por llanta).

La configuración de dos platinas así delineada permite obtener una corriente de fluido que, aguas abajo del difusor de paletas 22 de la segunda platina 21, se dispone en dirección axial, y maximiza la eficiencia propulsora del dispositivo de propulsión 1. En tal configuración, la sección delantera 13 sustancialmente simétrica axialmente de la entrada dinámica 12 tiene la función de guiar el flujo desde la sección de entrada 8 de la góndola 2 a la superficie de interfaz con el impulsor 18 de la primera platina 20, lo que permite una adecuada ralentización de la corriente, con la consiguiente recuperación de la presión estática y simultáneamente con mínimas caídas de presión y mínimo nivel de distorsión del flujo (se minimizan las no uniformidades de la corriente que entra en el impulsor 18). Además, la tobera de descarga 14, colocada aguas abajo de la segunda platina 21, tiene la función de acelerar la corriente presurizada del impulsor 18 de la segunda platina 21 a valores de velocidad considerablemente mayores que la velocidad de navegación, que permite así la obtención de un efecto reactivo que permite una propulsión a alta velocidad (superior a 30-40 nudos).

De acuerdo con una segunda modalidad de la presente invención, ilustrada en la Figura 2, el impulsor 18 de la bomba 11 carece de cubo (sin cubo). En particular, también en dicha segunda modalidad, la góndola 2 está provista de paletas fijas del difusor de paletas 22.

Las ventajas de la configuración sin cubo del impulsor 18 serán claras a la luz de las siguientes consideraciones. En la configuración exterior del dispositivo de propulsión 1, presionar los requisitos de volumen radial de la góndola 2 puede determinar tamaños demasiado delgados del cubo del impulsor 18. De hecho, dado el mismo valor de caudal (como se ha dicho, debe ser considerable), cualquier intento de reducir la sección principal de la hélice 3, para una disminución simultánea de su resistencia hidrodinámica al avanzar, puede en algunos casos dar lugar a una reducción drástica y peligrosa del tamaño del cubo: de hecho, la configuración de la corriente dentro de la bomba 11, por

ejemplo, de acuerdo con el modelo de "vórtice libre", implicaría un giro angular excesivo de la corriente relativa, en la zona del cubo, que expone así a las aspas aerodinámicas de las paletas adyacentes al peligro de pérdida de las paletas. Simultáneamente, existe el posible peligro de cavitación que puede involucrar fácilmente a las paletas de la punta, donde el fluido se ve afectado por velocidades relativas que son mayores cuanto mayor es la velocidad específica de la bomba, como ocurre generalmente, en presencia de altos caudales y velocidades de operación de rotación que también son relativamente altos (si se desea evitar el uso de un reductor, o al menos limitar la relación de reducción del mismo). También en este sentido, la configuración de la corriente de acuerdo con el modelo de vórtice libre, es decir, distribuciones de vórtice comparables al vórtice leve forzado, ha demostrado ser bastante "rígida", y permite pequeños márgenes para limitar la NPSH requerida por la bomba.

Por los motivos antes mencionados, así como también en base a otros criterios como, por ejemplo, la oportunidad de poder evacuar fácilmente objetos relativamente voluminosos que hayan penetrado dentro de la hélice 3, o en base a criterios que pretendan reducir el ruido de la hélice 3, la configuración del impulsor 18 de la bomba 11 carente de cubo (sin cubo) es particularmente ventajosa; un ejemplo del mismo está representado por la segunda modalidad de la invención ilustrada en la Figura 2.

Ventajosamente, también en dicha segunda modalidad, se prevén preferentemente dos platinas 20, 21 de la bomba 11, cada una compuesta por una sucesión de un impulsor 18 (de veletas) y de una formación anular de paletas fijas, que actúan como difusor de paletas 22. En ausencia de un cubo para alojar un eje de accionamiento mecánico para transmitir el movimiento a los impulsores 18, en este caso, el accionamiento de los dos impulsores 18 se produce por medio de un sistema con motores eléctricos. En el ejemplo de la Figura 2 se ilustra la solución de tipo impulsada por llanta, ya conocida en la técnica, en la que el rotor 26 del motor eléctrico actúa como soporte para alojar las paletas 19 del impulsor 18. En particular, la paleta 19 del impulsor 18, de una o más de las platinas 20, 21, está anclada en su base integralmente con la superficie del anillo del rotor 26 del motor eléctrico, mientras que el estator 25 del motor eléctrico está alojado dentro de la carcasa 4 de la góndola 2. De esta manera, las paletas 19 del impulsor 18 -en lugar de encajar integralmente en un cubo y prolongarse en dirección radial desde el centro de este último hacia la periferia, como en una bomba de flujo turbo axial convencional- se fijan integralmente al anillo del rotor 26 y se extienden en la dirección opuesta a la anterior, es decir, sustancialmente desde el exterior hacia el interior. Ventajosamente, en la solución sin cubo ejemplificada en la segunda modalidad de la Figura 2 (y en una cuarta

modalidad ilustrada en la Figura 4, discutida a continuación), las paletas 19 del impulsor 18 terminan en la proximidad de una altura radial finita y no nula, con extremo (punta) provisto de perfiles aerodinámicos dispuestos sobre una superficie imaginaria de tipo sustancialmente cilíndrica.

Preferentemente, también en la mencionada segunda modalidad de la Figura 2, la bomba 11 tiene una configuración de bomba doble o una configuración de bomba de dos platinas que permite obtener fácilmente una corriente que, aguas abajo del difusor de paletas 22 de la segunda platina 21, está dispuesta en dirección axial, lo que maximiza la eficiencia de propulsión del dispositivo de propulsión 1.

También en dicha segunda modalidad de la Figura 2, la entrada dinámica 12 y la tobera de descarga 14 permiten obtener los efectos técnicos y las ventajas indicadas anteriormente, por ejemplo, en la discusión de la primera modalidad de la Figura 1.

La invención así concebida alcanza por tanto los objetivos preestablecidos.

Las Figuras 3 y 4 ilustran respectivamente una tercera y una cuarta modalidad de la presente invención en la que los dos impulsores 18 de la bomba 11 están en una configuración de contrarrotación, respectivamente con impulsores 18 del tipo con cubo (ejemplo de la Figura 3) y tipo sin cubo (ejemplo de la Figura 4).

Dichas modalidades tercera y cuarta, para las características comunes, se basan en los principios operativos y las consideraciones estructurales ya mencionadas y descritas ampliamente en los párrafos anteriores y detalladas en la discusión de las modalidades preferidas primera y segunda.

Ventajosamente, en la tercera y cuarta modalidades preferidas de la invención mencionadas anteriormente, los dos impulsores 18 de la bomba 11 giran en sentido opuesto con respecto a cada uno (impulsores contrarrotantes), lo que permite así la eliminación de las formaciones de difusores de paletas 22 presentes en los ejemplos de las figuras 1 y 2. De esta manera, es posible obtener una concentración de cabezal, reduciendo significativamente la extensión axial de la hélice 3, con claros beneficios en términos de reducción de peso y volumen. Como ventaja adicional, la solución equipada con impulsores 18 contrarrotantes permite el enderezado casi completo (deswirl) de la corriente absoluta que sale del impulsor 18 de la segunda platina 21, que por lo tanto está dispuesto casi paralelo a la dirección del eje longitudinal de la góndola 2, con claras ventajas en términos de eficiencia propulsora. También con el uso de los impulsores contrarrotantes 18, la configuración del impulsor del mismo se representa en la cuarta modalidad ilustrada en la Figura 4.

Ventajosamente, puede haber una eliminación total de los difusores de paletas, como se representa en los ejemplos de las Figuras 3 y 4, o puede haber una eliminación selectiva, es decir, que elimina

solo uno o más difusores de paletas 22 presentes en los ejemplos de las Figuras 1 y 2, que configura de esta manera hallazgos que son a su vez variantes nuevas y diferentes con respecto a lo descrito para la primera y segunda modalidades preferidas ejemplificadas en las Figuras 1 y 2, y con respecto a lo descrito para la tercera y cuarta modalidades preferidas ejemplificadas en las Figuras 3 y 4.

- 5 Por tanto, la invención consigue los objetivos preestablecidos, tanto en las formas de modalidades preferidas descritas anteriormente como en todas las posibles variantes derivadas de lo descrito anteriormente.

10

15