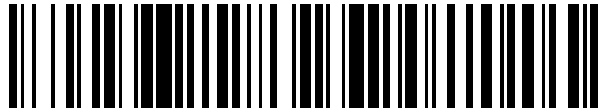


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 573**

21 Número de solicitud: 202090028

51 Int. Cl.:

**B63H 5/15** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**20.12.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.07.2020**

71 Solicitantes:

**ROMERO VÁZQUEZ, Juan José (100.0%)**  
**Calle Corredera, 6**  
**21240 Aroche (Huelva) ES**

72 Inventor/es:

**ROMERO VÁZQUEZ, Juan José**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

54 Título: **SISTEMA HÉLICE TOBERA ACELERADORA PARA IMPULSAR BARCOS**

57 Resumen:

Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos.

Mayor rendimiento, gracias a que el extremo anterior (5) de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.082D$ , siendo D el diámetro interior de la tobera; el extremo anterior de la cuerda del perfil axial de la tobera (1), presenta mayor radio que el extremo posterior de dicha cuerda, respecto al eje de giro de la hélice; la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0.025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superiora  $0.0040D$  e inferiora  $0.0300D$ ; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.092D$ .

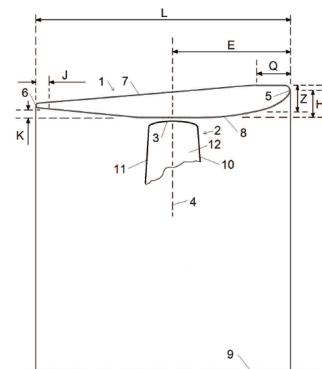


Fig. 1

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA HÉLICE TOBERA ACELERADORA PARA IMPULSAR BARCOS**

**SECTOR TÉCNICO**

La invención se refiere a un sistema hélice tobera aceleradora, para impulsar barcos en el sentido genérico del término como nave acuática flotante.

**TÉCNICA ANTERIOR**

Conceptos técnicos usados:

Coeficiente de avance  $J = V_A / (nD_P)$ . Siendo  $V_A$  la velocidad de avance del propulsor,  $n$  el número de revoluciones por segundo de la hélice y  $D_P$  el diámetro de la hélice.

Coeficiente de empuje de la hélice  $K_{tp} = T_p / (\rho n^2 D_P^4)$ , siendo  $T_p$  el empuje de la hélice, y  $\rho$  la densidad del agua.

Coeficiente de empuje de la tobera  $K_{tn} = T_n / (\rho n^2 D_P^4)$ , siendo  $T_n$  el empuje de la tobera.

Coeficiente de empuje total  $K_{tt} = T / (\rho n^2 D_P^4)$ , siendo  $T$  el empuje total de la hélice y de la tobera juntas.

Coeficiente de par  $K_q = Q / (\rho n^2 D_P^5)$ , siendo  $Q$  el par motor.

Rendimiento del propulsor aislado hélice tobera  $\eta_0 = J K_{tt} / (2 \pi K_q)$ .

Índice de carga  $C_T = 8 K_{tt} / (\pi J^2)$

Condición de navegación libre: cuando se navega con carga exclusivamente interior; en esta condición el índice de carga  $C_T$  tiene normalmente un valor comprendido entre 4 y 0.2

Condición de navegación en arrastre o remolque: cuando se navega tirando de una red de pesca o remolcando a otro barco; en este caso la velocidad del barco es muy pequeña con relación al empuje del sistema hélice tobera, el índice de carga  $C_T$  tiene un valor alto, superior al valor  $4 C_T$ , normalmente de 15 a 26  $C_T$ ; sólo navegan en esta condición los barcos arrastreros de pesca y los remolcadores, cuando están realizando su trabajo específico.

Condición de tiro a punto fijo: cuando un remolcador tira con plena potencia de un objeto que no se mueve, por ejemplo el bolardo (noray) de un puerto, en este caso el empuje es máximo y la velocidad de avance cero. Solamente los remolcadores usan esta condición hasta que el barco del cual se tira con cable generalmente empieza a moverse, lo cual sucede en poco espacio de tiempo, pasando a continuación a una condición de remolque. La eficiencia en este caso es  $\eta_d = (K_{tt}/\pi)^{3/2}/K_q$  "merit coefficient".

Se utilizan algunos coeficientes, con el factor D o L para indicar algunas distancias en función del diámetro interior de la tobera en el plano de la hélice D o de la longitud axial de la tobera L, siendo en este documento el radio interior de la tobera la mitad del diámetro D indicado antes, es decir, el medido en el plano de la hélice, pues hay toberas  
5 donde el diámetro interior en el borde de salida es inferior al diámetro interior en el plano de la hélice, como son las toberas desaceleradoras; naturalmente hay que precisar para no dar lugar a equívocos.

Relación L/D, longitud axial de la tobera dividida por el diámetro interior de la tobera en el plano de la hélice.

10 Codaste: continuación de la quilla del barco por popa.

Para referirse a las distintas secciones coaxiales al eje de giro, de las palas de la hélice, se toma como referencia el radio R de la hélice, así la sección coaxial 0.90R se refiere a la sección coaxial de la pala a la distancia 0.90R del eje de giro de la hélice; la sección coaxial 1.00R está en la punta de pala. En tobera se usan hélices tipo Kaplan, que son  
15 hélices de palas fijas ("FPP") cuya sección coaxial 1.00R en punta de pala, tiene forma de arco que equidista en toda su longitud coaxial de las paredes interiores cilíndricas de la tobera; y también se usan hélices de palas orientables ("CPP") en tobera.

Línea de curvatura media, también llamada línea media "mean line", es la línea definida por los puntos medios entre las superficies de uno y otro lado de un perfil aerodinámico  
20 o hidrodinámico, los extremos de la línea de curvatura media coinciden a efectos prácticos con los bordes de entrada y salida del perfil.

Línea de la cuerda: la recta que une los extremos de la línea media.

Cuerda: tanto en un perfil de ala como en un perfil de tobera, es el segmento de línea recta que une los extremos de la línea de curvatura media, las secciones reales tanto  
25 de ala como de tobera son planas, y la cuerda forma parte naturalmente de una línea recta, a la distancia entre ambos extremos de la línea media se le llama longitud de la cuerda.

Plano de la hélice "propeller plane" según definición de la "International Towing Tank Conference ITTC", se refiere al plano perpendicular al eje de rotación de la hélice que  
30 contiene la línea de referencia de la hélice "propeller reference line".

Paso: es lo que avanza teóricamente una hélice en cada revolución completa, si la distribución de paso es uniforme para todas las secciones coaxiales desde la raíz a la punta. De forma general el paso característico de una hélice naval, está referido al de la sección coaxial 0.7R exclusivamente, cuando la distribución de paso no es uniforme,  
35 que es la inmensa mayoría.

Relación de áreas  $A_e/A_o$ ,  $A_e$  se refiere a la superficie total de las palas y  $A_o$  se refiere al área del disco de barrido.

Propulsor direccional o acimutal: sistema de propulsión acimutal, el conjunto hélice tobera puede girar  $360^\circ$  sobre un eje sustancialmente vertical, con lo cual no hace falta timón. El agua siempre circula en un solo sentido en el interior de la tobera.

Hélice abierta: sistema de propulsión que dispone de hélice sin tobera.

Como se sabe desde la década de los años 30, un sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos mercantes, remolcadores y arrastreros comprende, una hélice y una tobera que es un conducto en forma de tubo, abierto por ambos extremos; de acuerdo con el sentido de circulación general del agua en marcha avante del barco, la tobera tiene interiormente desde el borde de entrada al borde de salida, primero una superficie convergente, después una superficie que rodea la hélice y por último aguas abajo de la hélice una superficie hasta el borde de salida y naturalmente una superficie exterior desde el borde de entrada al borde de salida; el perfil de la tobera corresponde a una sección de la tobera por un plano que contiene el eje de giro de la hélice; la hélice gira en el interior de la tobera unida a un árbol motor; dicho árbol motor pasa por el interior de un soporte; en la configuración clásica, dicho soporte, está unido al codaste en la popa del barco y la tobera está unida a la popa del barco por medio de soportes rígidos cuando se utiliza una sola hélice y una sola tobera, cuando se usa un conjunto hélice tobera a cada lado de la quilla, los soportes del árbol de la hélice son arbotantes y las toberas se unen al casco mediante soportes también; y en la configuración de propulsión direccional o acimutal el conjunto hélice tobera, así como el soporte del árbol de la hélice que está junto, en el sentido de próximo, a la hélice, giran solidariamente  $360^\circ$  sobre un eje sustancialmente vertical y el agua siempre circula en un solo sentido en el interior de la tobera, tanto en marcha avante como en marcha atrás.

Puede expresarse con certeza que tanto en la configuración de propulsión clásica como en la direccional o acimutal, la tobera es fija respecto a un plano vertical que contiene el eje de giro de la hélice, como referencia común.

30

Se han ensayado toberas que están rígidamente unidas a las puntas de las palas de la hélice, girando con ellas "ring propellers", pero el rendimiento es menor que con toberas fijas que naturalmente no giran, separadas por un pequeño espacio (holgura inferior al 0.5% del diámetro interior  $D$  de la tobera) de las puntas de las palas de la hélice.

35 En la mayoría de las toberas actuales la superficie interior que rodea la hélice es

cilíndrica, aguas abajo de la hélice la superficie interior suele ser divergente en toberas fijas en toberas direccionales suele ser cilíndrica, y la superficie exterior suele ser cónica con mayor radio en la parte anterior, el borde de entrada suele ser redondeado y el borde de salida también suele ser redondeado; delante de la hélice la superficie interior  
 5 convergente siempre existe en cualquier tobera para barcos de pesca y de transporte y lo normal es que sea convexa.

El funcionamiento de los sistemas hélice tobera que se construyen actualmente consiste básicamente en una interacción mutua, la succión de la hélice produce depresión en la superficie interior convergente anterior de la tobera y esta diferencia de presión con la  
 10 que tienen el resto de paredes de la tobera origina una fuerza de empuje cuya componente axial empuja a la tobera hacia adelante; este empuje se suma al de la hélice.

Actualmente para la propulsión de barcos en condición de navegación libre y arrastre o  
 15 remolque, se usa principalmente la tobera "19A" desarrollada hace varias décadas por "Maritime Research Institute Netherlands MARIN", que es la referencia mundial más importante desde hace muchas décadas en el desarrollo de hélices y toberas; la longitud axial del perfil de la tobera es de  $0.50D$  (páginas 51 y 53 del siguiente libro, Título: "The Wageningen Propeller Series", ISBN: 90-900 7247-0, Autor G. Kuiper, Editado por:  
 20 MARIN Maritime Research Institute Netherlands, Primera edición, Lugar de edición: Países Bajos, Año de publicación 1992); el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera (en el plano de la hélice) de  $0.091D$  de acuerdo con las coordenadas publicadas de dicho perfil; la diferencia radial entre los radios interior y exterior de la tobera vale  $0.105D$  o bien  $0.210L$ ; de  
 25 acuerdo con el sentido general de circulación del agua en marcha avante del barco, el extremo anterior de la cuerda del perfil de la tobera, presenta mayor radio que el extremo posterior de dicha cuerda; y el plano de la hélice "propeller plane" está a una distancia axial del extremo anterior del borde de entrada de la tobera de  $0.50L$  que al ser  $L/D = 0.5$  corresponde a una distancia de  $0.25D$  en hélices de palas fijas ("FPP"), tipo "Kaplan"  
 30 con un perfil de tipo "ojival", lanzamiento axial "rake" de las palas con valor cero y lanzamiento circunferencial "skew" de las palas con valor cero, cuando se usan hélices de palas orientables ("CPP") la distancia viene a ser aproximadamente la misma  $0.25D$ ; la superficie exterior de la tobera "19A" es cónica con mayor radio en la zona anterior. Otros parámetros del sistema hélice tobera "19A" se indican en la descripción de la  
 35 figura 7.

Más recientemente la tobera "19B" también desarrollada por MARIN, es muy similar en forma a la "19A" aunque con cambios de forma muy sutiles que incrementan el rendimiento en todos los valores del coeficiente de avance  $J$  de forma apreciable. Los parámetros citados anteriormente para la tobera "19A" son los mismos para la tobera  
5 "19B".

Los barcos arrastreros utilizan tanto la condición de navegación libre para sus desplazamientos a los lugares de pesca, como la condición de arrastre para su faena específica tirando de la red y es por este motivo que muchos utilizan la tobera "19A"; en condición de arrastre o tiro el coeficiente de avance  $J$  es muy bajo y el coeficiente de  
10 empuje total  $K_{tt}$  es muy alto, así como el coeficiente de par  $K_q$  también es muy alto.

Las coordenadas del perfil "19A" están publicadas en libros y muchos documentos, entre otros, documento citado como D01 (figura 10, página 9) en documento ES2460815 de fecha 02/01/2014 "VAN GENT, W. and OOSTERVELD, M. V. C.: Ducted Propeller  
15 Systems and Energy Saving in International Symposium on Ship Hydrodynamics and Energy Saving, El Pardo, 9 de Septiembre 1983".

En la condición de arrastre o remolque del barco, es cuando los sistemas hélice tobera que se usan actualmente dan el mayor rendimiento respecto a los sistemas con hélice abierta y la diferencia es alta. En condición de navegación libre los sistemas hélice tobera actuales solo dan más rendimiento respecto a las hélices abiertas para índices  
20 de carga moderados  $4 - 2 C_T$  y la diferencia es pequeña.

Actualmente los barcos que navegan con pequeño índice de carga, normalmente por debajo del valor  $2 C_T$  no usan toberas, sino que usan hélice abierta.

Las toberas desaceleradoras tienen otra geometría distinta, con menor superficie interior convergente aguas arriba de la hélice y generalmente con superficie interior convergente  
25 aguas abajo de la hélice, por lo cual el diámetro interior de la tobera en el borde de salida puede ser inferior al diámetro interior de la tobera en el plano de la hélice; el rendimiento es bastante más bajo que el de las toberas aceleradoras; solo se usan para evitar ruido de la hélice a través del agua, en aplicaciones muy específicas que requieran esta  
30 cualidad.

Otras referencias documentales:

US2030375 publicada 11/02/1936, figuras 8 y 15: la hélice está muy próxima al borde de salida de la tobera.

35 WO8911998 publicada 14/12/1989, "DOUBLE NOZZLE" no hace ninguna referencia

escrita en resumen, descripción o reivindicaciones, respecto a las dimensiones de la tobera; ni tampoco hace ninguna referencia a si las figuras están hechas a escala o no están hechas a escala, por lo cual debe suponerse que las dimensiones de los elementos aislados, representados en la figura, son aleatorias y por tanto no representativas.

5 US9097233 publicada el 04/08/2015, figuras 2 y 3, se observa que la turbina está muy próxima al borde de salida del conducto.

US4288223 publicada el 08/09/1981, figura 4.

10 En la reivindicación 12 en ES2460815 B2 con fecha de publicación 14/05/2014 y en reivindicación 14 en WO2015101683 A1 con fecha de publicación 09/07/2015, del mismo solicitante que la presente solicitud, se indica que la superficie interior de la tobera aguas abajo de la hélice es divergente, pero **no se especifica ningún valor concreto, ni ningún rango con valores máximo y mínimo; ni la longitud axial total**

15 **de dicha divergencia**; ni se especifica la continuidad o discontinuidad o la forma de dicha superficie divergente.

En la realización preferida se especifica la posición axial del centro de las puntas de pala respecto a la tobera, pero solo para superficie interior cilíndrica de la tobera aguas abajo de la hélice, no para superficie divergente.

20 Otros parámetros diferenciales se indican en la descripción de la figura 8.

En el año 2014 ensayos de propulsor aislado en canal de aguas tranquilas basados en ES2460815 B2 y WO2015101683 A1 orientados para su aplicación en barco arrastrero, pusieron de manifiesto que en la condición de navegación libre del puerto al caladero y viceversa el rendimiento fue **superior** al de la misma hélice con la tobera "19B" y en

25 condición de arrastre fue alrededor de un **5% inferior** al de la misma hélice con la tobera "19B".

La presente invención está orientada, en parte, a mantener el mismo incremento de rendimiento en condición de navegación libre, e incrementar el rendimiento en condición de arrastre o remolque hasta igualar o superar al de la misma hélice con la tobera "19A" o la tobera "19B".

30

Hay sistemas hélice tobera direccionales de uso actual, donde las palas están muy próximas al borde de salida de la tobera, casi en el borde de salida, siendo cilíndrica la

35

superficie interior de la tobera próxima al borde de salida.

En el documento ES2385994 B2 publicado el 06/08/2012 y en WO2013178837 publicado el 05/12/2013, del mismo solicitante que la presente solicitud, una  
5 característica importante es que la cuerda del perfil de la tobera, está más próxima al eje de giro de la hélice en el extremo anterior del perfil que en el posterior.

Es una tobera **con superficie divergente aguas abajo de la hélice**. El rendimiento es inferior en condición de arrastre, en comparación con la misma hélice en tobera "19A", de acuerdo con **ensayo efectuado**.

10

El problema técnico que existe actualmente es el bajo rendimiento de los sistemas hélice tobera, en condición de navegación libre y también en condición de remolque o arrastre porque es deseable incrementar el rendimiento para ahorrar combustible.

El esfuerzo por conseguir mayor rendimiento en los sistemas hélice tobera, ha sido  
15 constante por parte de todos los investigadores y grupos de investigación tanto de empresas como de universidades, sobre todo a partir de la crisis del petróleo del año 1973 hasta la actualidad, en todos los segmentos de mercado.

El objetivo de la presente invención radica en conseguir un incremento de rendimiento  
20 del sistema hélice tobera, tanto en la condición de arrastre o remolque a pequeña velocidad, como en la condición de navegación libre a cualquier velocidad.

#### **DIVULGACIÓN DE LA INVENCION**

El problema técnico planteado anteriormente de bajo rendimiento del sistema hélice  
25 tobera actual, se soluciona con el uso de un nuevo sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos (naves acuáticas flotantes), estando la hélice configurada para girar dentro de la tobera,

**de acuerdo con la invención,**

la tobera es fija respecto a un plano vertical que contiene el eje de giro de la hélice; de  
30 acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.082D$ , siendo  $D$  el diámetro interior de la tobera en el plano de la hélice y considerando el radio interior de la tobera desde el eje de giro de la hélice hasta la superficie interior de la tobera en el plano de la hélice; de  
35 acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el extremo



anterior de la cuerda del perfil axial de la tobera, presenta mayor radio que el extremo posterior de dicha cuerda, respecto al eje de giro de la hélice; considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, la superficie interior de la tobera a la distancia axial de  $0.025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, superior a  $0.0040D$  e inferior a  $0.0300D$ , considerando el radio interior de la tobera desde el eje de giro de la hélice hasta la superficie interior de la tobera en el plano de la hélice; y en un plano que contiene el eje de giro de la hélice, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.092D$  (la **combinación** de todas las características origina un comportamiento distinto; **en mecánica de fluidos, determinados** cambios sutiles, producen cambios de comportamiento muy relevantes).

Preferiblemente, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.080D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, superior a  $0.0060D$  e inferior a  $0.0250D$ ; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.090D$

Más preferiblemente, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.075D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, superior a  $0.0080D$  e inferior a  $0.0200D$ ; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.088D$

Aún más preferiblemente, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.070D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, superior a  $0.0100D$  e inferior a  $0.0175D$ ; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.086D$

Más preferible que lo anterior, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está

a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.050D$  y  $0.065D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, superior a  $0.0130D$  e inferior a  $0.0150D$ ; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.082D$

En una realización preferida de la invención, la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.052L$ , siendo  $L$  la longitud axial de la tobera.

Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.040L$ , siendo  $L$  la longitud axial de la tobera.

Más preferiblemente, la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.030L$ , siendo  $L$  la longitud axial de la tobera.

En otra realización, la tobera del sistema está formada por un solo perfil en forma de anillo.

En otra realización, la hélice tiene la periferia de mayor radio de cada pala, coaxial al eje de giro de la hélice, con una longitud mayor de  $0.20R$  para dicha periferia coaxial, siendo  $R$  el radio de las palas.

En otra realización, en un plano que contiene el eje de giro de la hélice y de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, la distancia radial entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.043D$ , a una distancia axial de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior del borde de entrada de la tobera; considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante y en un plano que contiene el eje de giro de la hélice, la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa

hacia el eje de giro de la hélice en más del 25% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.38L$  e inferior a  $0.70L$  del extremo anterior del borde de entrada de la tobera.

- 5 Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, la distancia radial entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.044D$ , a una distancia axial de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior del borde de entrada de la tobera; ; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en
- 10 más del 30% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.40L$  e inferior a  $0.65L$  del extremo anterior del borde de entrada de la tobera.

Más preferiblemente, la distancia radial entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.045D$ , a una distancia axial de  $0.066285D$

15 aguas abajo del extremo anterior del borde de entrada de la tobera; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en más del 60% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.42L$  e inferior a  $0.60L$  del extremo anterior del borde de entrada de la tobera.

20

Aún más preferiblemente, la distancia radial entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.048D$ , a una distancia axial de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior del borde de entrada de la tobera; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa

25 hacia el eje de giro de la hélice en más del 99% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.44L$  e inferior a  $0.55L$  del extremo anterior del borde de entrada de la tobera

Más preferible que lo anterior, la distancia radial entre la superficie interior de la tobera

30 y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.051D$ , a una distancia axial de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior del borde de entrada de la tobera; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en el 100% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.45L$  e inferior a  $0.52L$  del extremo anterior

35 del borde de entrada de la tobera.

En otra realización, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, más del 80% de la superficie interior de la tobera aguas abajo de la hélice hasta el borde de salida, es divergente de forma continua.

5

Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, superficie interior de la tobera aguas abajo de la hélice es cónica.

10 En otra realización, en un plano que contiene el eje de giro de la hélice, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.184L

15 Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.176L

15

Más preferiblemente, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.170L

20 Aún más preferiblemente, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.148L

Más preferible que lo anterior, la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.144L

25 En otra realización, considerando la dirección general del agua en marcha avante, la superficie exterior de la tobera, al margen de los bordes de entrada y salida, tiene menor inclinación respecto al eje de giro de la hélice en la parte próxima al borde de entrada, que en el resto hasta el borde de salida.

30 Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, la superficie exterior de la tobera, al margen de los bordes de entrada y salida, es sustancialmente cilíndrica, en la parte anterior junto al borde de entrada, con una longitud axial superior a 0.038L e inferior a 0.25L

35 Más preferiblemente, la superficie exterior de la tobera, aguas abajo de la superficie

sustancialmente cilíndrica es sustancialmente cónica hasta el borde de salida.

En otra realización, de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el borde de salida de la tobera es sustancialmente romo.

5

Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, el borde de salida tiene superficie sustancialmente con forma de toro y el radio de curvatura de dicha superficie es inferior a 0.012D

10 En otra realización, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, la superficie interior convergente de la parte anterior de la tobera se une a la superficie exterior de la tobera por medio de una superficie con forma de toro, formando el borde de entrada de agua en la tobera; y toda o parte de la superficie interior de la tobera que rodea la hélice es cilíndrica con el menor radio interior de la tobera.

15

En otra realización, las coordenadas del perfil de la tobera son las siguientes: queda establecido el valor de las abscisas en 100X/L tomando los valores de X a partir del borde de entrada; 100Yi/L para el valor de las ordenadas interiores; y 100Yu/L para el valor de las ordenadas exteriores.

20

	100X/L	100 Yi/L	100Yu/L
	0.000	10.950	10.950
	2.083	7.605	13.033
25	5.807	5.377	13.033
	9.532	3.900	13.033
	13.257	2.800	13.033
	16.981	1.977	12.900
	20.706	1.300	línea recta
30	24.431	0.763	“ “
	28.155	0.370	“ “
	31.880	0.111	“ “
	36.874	0.000	“ “
	50.000	0.000	“ “
35	60.000	0.000	“ “

ES 2 772 573 A2

	70.000	línea recta	“	“
	80.000	“	“	“
	90.000	“	“	“
	99.074	3.000	4.869	
5	100.000	3.926	3.926	

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del borde de entrada, queda establecido en abscisa  $100X/L = 2.083$  y ordenada  $100Y/L = 10.950$  ; la longitud del radio tiene el mismo valor que la abscisa;

- 10 el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del borde de salida, queda establecido en abscisa  $100X/L = 99.074$  y ordenada  $100Y/L = 3.926$ ; y la longitud axial de la tobera es  $0.50D$  con lo cual  $L/D = 0.5$

- 15 En otra realización, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha adelante, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.055D$  y  $0.080D$

- 20 Preferiblemente de acuerdo con la realización anterior, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.057D$  y  $0.080D$

Más preferiblemente, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.060D$  y  $0.075D$

- 25 Aún más preferiblemente, el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.065D$  y  $0.075D$

En otra realización, las coordenadas del perfil de la tobera son las siguientes:

- 30 queda establecido el valor de las abscisas en  $100X/L$  tomando los valores de  $X$  a partir del borde de entrada;  $100Yi/L$  para el valor de las ordenadas interiores; y  $100Yu/L$  para el valor de las ordenadas exteriores.

	100X/L	100 Yi/L	100Yu/L
35	0.000	14.000	14.000

ES 2 772 573 A2

	2.269	----	16.269
	4.214	8.006	16.269
	10.697	4.214	16.269
	13.197	----	16.114
5	17.018	1.900	línea recta
	25.000	0.500	“ “
	36.791	0.000	“ “
	40.000	0.000	“ “
	50.000	0.000	“ “
10	56.791	0.000	“ “
	60.000	línea recta	“ “
	70.000	“ “	“ “
	80.000	“ “	“ “
	90.000	“ “	“ “
15	99.074	3.000	4.869
	100.000	3.926	3.926

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del borde de entrada, queda establecido en abscisa  $100X/L = 2.269$  y ordenada  $100Y/L = 14.000$ ; la longitud del radio tiene el mismo valor que la abscisa;

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del borde de salida, queda establecido en abscisa  $100X/L = 99.074$  y ordenada  $100Y/L = 3.926$ ; y la longitud axial de la tobera es  $0.50D$

25 En otra realización, la tobera es fija respecto al casco del barco (funcionando la tobera con el agua circulando en un sentido en marcha avante y en el contrario en marcha atrás, respecto a la tobera).

30 En otra realización, la tobera forma parte de un propulsor direccional, también llamado acimutal (funcionando la tobera con el agua circulando siempre en un mismo sentido respecto a la tobera, en marcha avante y en marcha atrás).

Este sistema hélice tobera para impulsar barcos, forma parte de un barco, con motor que está unido e imparte movimiento de giro al árbol de la hélice.

35

Este sistema hélice tobera propuesto, tiene la ventaja de incrementar el rendimiento, y por tanto disminuir en la misma proporción el consumo de combustible, para barcos, en condición de arrastre o remolque a pequeña velocidad y en condición de navegación libre a cualquier velocidad.

5

La invención también se refiere a un barco, que comprende como mínimo, un motor unido a un árbol para impartir movimiento de giro a una hélice con tobera, según han sido definidas en lo anterior.

10 En una realización de este otro aspecto de la invención, el barco tiene de dos a diez sistemas hélice tobera.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una  
15 mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La **figura 1**, es una representación esquemática del perfil de una tobera aceleradora fija respecto al casco del barco, en un plano que contiene el eje de giro de la hélice, y que  
20 se corresponde con las primeras coordenadas indicadas anteriormente para el perfil de la tobera; también se representa parte de una pala de la hélice.

La **figura 2**, es una representación esquemática del conjunto hélice de palas fijas, tobera y soportes de tobera, en vista desde aguas abajo, en marcha avante.

La **figura 3**, es una representación esquemática del sistema hélice tobera aceleradora,  
25 en corte vertical de la tobera por un plano que contiene el eje de giro de la hélice; y en vista se representan la hélice con las palas y el núcleo (cubo), el soporte posterior del árbol de la hélice, el codaste, un soporte de la tobera y el timón; formando parte de un barco, para que puedan apreciarse bien los detalles del conjunto.

La **figura 4**, es una representación del perfil de la tobera en corte por un plano que  
30 contiene el eje de giro de la hélice, con una distribución estructural interior adecuada para obtener rigidez, ligereza y ahorro de material. El perfil de tobera utilizado en todas las figuras de la 1 a la 4, es el definido por las primeras coordenadas.

La **figura 5**, es una representación de un perfil de pala de tipo ojival.

La **figura 6**, es una representación esquemática con el perfil de tobera de las segundas  
35 coordenadas, como realización alternativa.



La **figura 7**, es una representación esquemática con el perfil de la tobera “19A” que como se ha indicado pertenece al estado de la técnica.

La **figura 8**, es una representación esquemática con el perfil de la tobera del documento ES2460815 perteneciente al estado de la técnica.

5

### MEJOR MANERA DE REALIZAR LA INVENCION

En la **figura 1** se observa la tobera 1 fija respecto al casco del barco; una pala 2 de la hélice con su borde de entrada 10 y su borde de salida 11, presentando su cara de presión 12; la línea discontinua 4 que representa el plano de la hélice “propeller plane” perpendicular al eje de giro 9 de la hélice; la punta de pala 3 en este caso coaxial al eje de giro de la hélice y a las paredes interiores de la tobera, sección 1.00R de las palas; las palas no presentan lanzamiento axial “rake” ni lanzamiento circunferencial “skew”; también se observa el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera en marcha avante; el extremo posterior 6 del borde de salida de la tobera en marcha avante; la superficie exterior 7 de la tobera; la superficie interior 8 de la tobera; la distancia axial E desde el plano 4 de la hélice, hasta el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera, que en esta realización vale  $0.2299D$ , siendo D el diámetro interior de la tobera, este valor  $0.2299D$  es con carácter ilustrativo y no limitativo, expresado en función de L vale  $0.4598L$ ; la distancia axial Q desde el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera, hasta una distancia axial aguas abajo de  $0.066285D$ ; la distancia radial Z con valor  $0.051D$ , entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, a la distancia axial Q indicada antes; la longitud axial L de la tobera que vale  $0.50D$ ; la distancia radial H desde el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera hasta el radio interior de la tobera, que en esta realización vale  $0.055D$ ; la longitud axial total de la divergencia de las paredes interiores de la tobera **de forma continua** vale  $0.40L$ ; todo de acuerdo con las primeras coordenadas indicadas anteriormente y con el valor de la longitud axial L de la tobera igual a  $0.50D$ , en las que se basa esta realización. Se observa cómo las paredes interiores 8 en la zona convergente son convexas de acuerdo con el sentido del flujo en la parte anterior de la tobera, a continuación cilíndrica la superficie de la parte que rodea las puntas de pala y después divergentes con superficie cónica hasta el borde de salida 6; en esta figura se observa cómo la superficie exterior 7 del perfil mantiene su radio aguas abajo del borde de entrada hasta la abscisa  $100X/L = 13.257$  con superficie cilíndrica y después va disminuyendo su radio hasta el borde de salida de la tobera con superficie cónica.

Las puntas de pala están cubiertas por superficie interior cilíndrica de la tobera.

También se observa el eje de giro 9 de la hélice que en este caso coincide con el eje de simetría de la tobera.

La superficie interior de la tobera a la distancia axial J de  $0,025D$  desde el extremo posterior 6 del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial K del radio interior de la tobera, de  $0.0134D$

La diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera vale  $0.130L$

La holgura entre las puntas de pala de la hélice y la tobera es en la práctica inferior al 0.5% del diámetro interior de la tobera.

10

En la **figura 2**, se observa la hélice de palas fijas con cuatro palas 2, las puntas de pala 3 en forma de arco equidistantes a la superficie interior 8 cilíndrica de la tobera, el sentido de giro de las palas indicado por flecha 14, el núcleo 13 de la hélice, y los soportes 15 de la tobera 1 que unen de forma fija la tobera a la popa del barco, no representado en esta figura; el borde de entrada 10 de la pala, el borde de salida 11 de la pala; la superficie exterior 7 de la tobera; y la superficie interior 8 de la tobera. En esta figura las cuatro palas presentan en su totalidad la cara de presión 12, pues se trata de una vista desde aguas abajo.

20 En la **figura 3**, se observa la tobera 1 en corte vertical (todas las toberas son huecas, no macizas); y en vista la hélice con sus palas; la pala superior presenta su cara de presión 12, la pala inferior presenta su cara de succión 18, debido a que la hélice gira en el sentido de las agujas del reloj vista desde aguas abajo; el timón 20 con su mecha 16, uno de los dos soportes 15 de la tobera, y el codaste 19 que pertenece al barco. El núcleo de la hélice (parte central de la hélice) está unido al árbol y este al motor del barco. El árbol motor pasa por el interior de un soporte 17, en la popa del casco. También se indica la dirección y el sentido general del agua, mediante cuatro flechas, la superficie exterior 7 de la tobera, la superficie interior 8 de la tobera, el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera y el extremo posterior 6 del borde de salida de la tobera. De acuerdo con el sistema hélice tobera, la hélice al girar origina menor presión estática delante de la tobera creando depresión en la superficie interior convergente, la diferencia de presiones con el resto de paredes, crea una componente axial que empuja a la tobera hacia adelante y esta al barco a través de los soportes que la unen a la popa del barco. Tanto la hélice como la tobera empujan al barco. El sistema hélice tobera forma parte del barco.

En la **figura 4**, se observa el perfil de la tobera propuesta 1, con la diferencia radial S entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera que vale  $0.130L$ ; dicha tobera en corte por un plano que contiene el eje de giro de la hélice, con una distribución estructural interior adecuada para ligereza, resistencia y ahorro de material; el borde de entrada de la tobera y el borde de salida está constituido por dos piezas sustancialmente tóricas metálicas, unidas a placas metálicas que siguen el perfil de la tobera indicada tanto exteriormente como interiormente; entre las placas metálicas que constituyen la superficie exterior e interior de la tobera, se disponen dos anillos metálicos que unen ambos lados interior y exterior del perfil de la tobera, para aportar rigidez estructural al conjunto.

En la **figura 5**, se observa un perfil ojival con el lado de la cara de presión 12, el lado de la cara de succión 18, y los bordes de entrada 10 y salida 11 relativamente afilados.

En la **figura 6**, se observa un sistema hélice tobera, donde la tobera tiene el perfil definido por las segundas coordenadas expresadas antes, como realización alternativa para aplicaciones donde el barco navegue mayoritariamente con índices de carga altos. Todo es igual que en la figura 1, excepto la superficie interior de la tobera a la distancia axial J de  $0.025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, que está a una distancia radial K del radio interior de la tobera, con valor  $0.0135D$ ; la distancia axial E que vale  $0.2344D$  con carácter ilustrativo y no limitativo, expresada en función de L vale  $0.4689L$ ; la distancia radial H entre el extremo anterior del borde de entrada y el radio interior de la tobera que vale  $0.070D$ ; la distancia radial Z que vale  $0.058D$  muy aproximadamente; y la diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera que vale  $0.163L$ .

En la **figura 7**, las mismas referencias con números se refieren a los mismos elementos que en figuras anteriores y las mismas referencias con letras se refieren a los mismos conceptos que en figuras anteriores; se observa la tobera "19A", perteneciente al estado de la técnica, donde la distancia axial E vale  $0.25D$ ; la distancia axial Q desde el extremo anterior 5 del borde de entrada de la tobera, hasta una distancia axial aguas abajo de  $0.066285D$ ; la distancia radial Z con valor  $0.073D$  muy aproximadamente, entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, a la distancia axial Q indicada antes; la longitud axial L de la tobera que vale  $0.50D$ ; la distancia radial H entre

el extremo anterior del borde de entrada de la tobera y el radio interior de la tobera que vale  $0.091D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial  $J$  de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial  $K$  del radio interior de la tobera, de  $0.0093D$ , considerando el radio interior de la tobera desde el eje  
5 de giro de la hélice. La diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera vale  $0.210L$

Todos estos datos calculados con las coordenadas publicadas y con la relación  $L/D = 0.5$  correspondiente a la tobera "19A". La tobera "19A" tiene la superficie interior cilíndrica desde  $0.40L$  hasta  $0.60L$  para cubrir las puntas de pala de la hélice.

10

En la **figura 8**, perteneciente al estado de la técnica, documento ES2460815, se observa que el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial  $H$  del radio interior de la tobera de  $0.053D$ ; la longitud axial  $L$  de la tobera vale  $0.4970D$ ; y la distancia axial  $E$  vale  $0.2281D$ .

15 También se observa la distancia axial  $Q$  desde el extremo anterior del borde de entrada de la tobera, hasta una distancia axial aguas abajo de  $0.066285D$ ; la distancia radial  $Z$  con valor  $0.040D$  muy aproximadamente, entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, a la distancia axial  $Q$  indicada antes.

20 La diferencia radial entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera vale  $0.128L$ , de acuerdo con las coordenadas del documento ES2460815.

**En mecánica de fluidos, determinados** cambios sutiles, producen cambios de comportamiento muy relevantes. **Determinadas** variaciones de forma aparentemente  
25 insignificantes pueden producir cambios radicales en el comportamiento del fluido.

### **APLICACIÓN INDUSTRIAL**

Esta invención tiene aplicación industrial en la industria naval.

**REIVINDICACIONES**

1.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, estando la hélice configurada para girar dentro de la tobera, **caracterizado porque:**

5 la tobera (1) es fija respecto a un plano vertical que contiene el eje de giro (9) de la hélice; de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.082D$ , siendo D el diámetro interior de la tobera en el plano de la hélice y considerando el radio interior de la tobera desde el eje de giro (9) de la hélice hasta la superficie interior de la tobera en el plano de la hélice; de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el extremo anterior de la cuerda del perfil axial de la tobera (1), presenta mayor radio que el extremo posterior de dicha cuerda, respecto al eje de giro de la hélice; considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0.025D$  desde el extremo posterior (6) del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superior a  $0.0040D$  e inferior a  $0.0300D$ , considerando el radio interior de la tobera desde el eje de giro (9) de la hélice hasta la superficie interior de la tobera en el plano de la hélice; y en un plano que contiene el eje de giro (9) de la hélice, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.092D$

2.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 1, caracterizado porque, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.080D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superior a  $0.0060D$  e inferior a  $0.0250D$ ; y la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.090D$

3.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 2, caracterizado porque, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.075D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0,025D$  desde el

extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superior a  $0.0080D$  e inferior a  $0.0200D$ ; y la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.088D$

5

4.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 3, caracterizado porque, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.045D$  y  $0.070D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superior a  $0.0100D$  e inferior a  $0.0175D$ ; y la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.086D$

5.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 4, caracterizado porque, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.050D$  y  $0.065D$ ; la superficie interior de la tobera a la distancia axial (J) de  $0,025D$  desde el extremo posterior del borde de salida de la tobera, está a una distancia radial (K) del radio interior de la tobera, superior a  $0.0130D$  e inferior a  $0.0150D$ ; y la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a  $0.082D$

6.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.052L$ , siendo L la longitud axial de la tobera.

7.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 6, caracterizado porque la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.040L$ , siendo L la longitud axial de la tobera.

35

8.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 7, caracterizado porque la diferencia radial entre el centro de la cuerda del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera en el mismo plano perpendicular al eje de giro de la hélice que contiene el centro de la cuerda, es inferior a  $0.030L$ , siendo  $L$  la longitud axial de la tobera.

9.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la tobera del sistema está formada por un solo perfil en forma de anillo.

10.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la hélice tiene la periferia de mayor radio de cada pala, coaxial al eje de giro de la hélice, con una longitud mayor de  $0.20R$  para dicha periferia coaxial, siendo  $R$  el radio de las palas.

11.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, en un plano que contiene el eje de giro (9) de la hélice y de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, la distancia radial ( $Z$ ) entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.043D$ , a una distancia axial ( $Q$ ) de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera; considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante y en un plano que contiene el eje de giro de la hélice, la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en más del 25% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.38L$  e inferior a  $0.70L$  del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera.

12.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 11, caracterizado porque, la distancia radial ( $Z$ ) entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.044D$ , a una distancia axial ( $Q$ ) de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera; ; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en más del 30% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.40L$  e inferior a  $0.65L$  del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera.

13.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 12, caracterizado porque, la distancia radial (Z) entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.045D$ , a una distancia axial (Q) de 5  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en más del 60% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.42L$  e inferior a  $0.60L$  del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera.

10

14.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 13, caracterizado porque, la distancia radial (Z) entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.048D$ , a una distancia axial (Q) de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera; la 15 línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en más del 99% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.44L$  e inferior a  $0.55L$  del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera

20 15.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 14, caracterizado porque, la distancia radial (Z) entre la superficie interior de la tobera y la superficie exterior de la tobera, es superior a  $0.051D$ , a una distancia axial (Q) de  $0.066285D$  aguas abajo del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera; la línea interior del perfil axial de la tobera, en la zona convergente, aguas arriba de la 25 hélice, es convexa hacia el eje de giro de la hélice en el 100% de su longitud axial; y el plano de la hélice está a una distancia superior a  $0.45L$  e inferior a  $0.52L$  del extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera.

30 16.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, más del 80% de la superficie interior de la tobera aguas abajo de la hélice hasta el borde de salida, es divergente de forma continua.

35 17.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 16,



caracterizado porque, superficie interior de la tobera aguas abajo de la hélice es cónica.

18.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, en un plano que contiene el eje de giro (9) de la hélice, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.184L

19.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 18, caracterizado porque, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.176L

20.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 19, caracterizado porque, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.170L

21.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 20, caracterizado porque, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.148L

22.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 21, caracterizado porque, la diferencia radial (S) entre el radio interior del perfil de la tobera y el radio exterior del perfil de la tobera es inferior a 0.144L

23.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, considerando la dirección general del agua en marcha avante, la superficie exterior de la tobera, al margen de los bordes de entrada y salida, tiene menor inclinación respecto al eje de giro de la hélice en la parte próxima al borde de entrada, que en el resto hasta el borde de salida.

24.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 23, caracterizado porque, la superficie exterior de la tobera, al margen de los bordes de entrada y salida, es sustancialmente cilíndrica, en la parte anterior junto al borde de entrada, con una longitud axial superior a 0.038L e inferior a 0.25L

25.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 24,

caracterizado porque, la superficie exterior de la tobera, aguas abajo de la superficie sustancialmente cilíndrica es sustancialmente cónica hasta el borde de salida.

26.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, de acuerdo con la dirección y el sentido general del agua en marcha avante, el borde de salida (6) de la tobera es sustancialmente romo.

27.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 26, caracterizado porque, el borde de salida tiene superficie sustancialmente con forma de toro y el radio de curvatura de dicha superficie es inferior a  $0.012D$

28.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha avante, la superficie interior convergente de la parte anterior de la tobera se une a la superficie exterior (7) de la tobera por medio de una superficie con forma de toro, formando el borde de entrada de agua en la tobera; y toda o parte de la superficie interior de la tobera que rodea la hélice es cilíndrica con el menor radio interior de la tobera.

20

29.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado porque las coordenadas del perfil de la tobera (1) son las siguientes:

queda establecido el valor de las abscisas en  $100X/L$  tomando los valores de  $X$  a partir del borde de entrada;  $100Yi/L$  para el valor de las ordenadas interiores; y  $100Yu/L$  para el valor de las ordenadas exteriores.

	100X/L	100 Yi/L	100Yu/L
30	0.000	10.950	10.950
	2.083	7.605	13.033
	5.807	5.377	13.033
	9.532	3.900	13.033
	13.257	2.800	13.033
35	16.981	1.977	12.900

	20.706	1.300	línea recta
	24.431	0.763	“ “
	28.155	0.370	“ “
	31.880	0.111	“ “
5	36.874	0.000	“ “
	50.000	0.000	“ “
	60.000	0.000	“ “
	70.000	línea recta	“ “
	80.000	“ “	“ “
10	90.000	“ “	“ “
	99.074	3.000	4.869
	100.000	3.926	3.926

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del  
 15 borde de entrada, queda establecido en abscisa  $100X/L = 2.083$  y ordenada  $100Y/L = 10.950$  ; la longitud del radio tiene el mismo valor que la abscisa;

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del  
 borde de salida, queda establecido en abscisa  $100X/L = 99.074$  y ordenada  $100Y/L = 3.926$ ; y la longitud axial de la tobera es  $0.50D$  con lo cual  $L/D = 0.5$

20

30.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 1, caracterizado porque, considerando el sentido de circulación general del agua en marcha adelante, el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.055D$  y  $0.080D$

25

31.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 30, caracterizado porque el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.057D$  y  $0.080D$

30

32.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 31, caracterizado porque el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre  $0.060D$  y  $0.075D$

35

33.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 32, caracterizado porque el extremo anterior (5) del borde de entrada de la tobera, está a una distancia radial (H) del radio interior de la tobera, comprendida entre 0.065D y 0.075D

5

34.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según reivindicación 33, caracterizado porque las coordenadas del perfil de la tobera son las siguientes:

queda establecido el valor de las abscisas en 100X/L tomando los valores de X a partir del borde de entrada; 100Yi/L para el valor de las ordenadas interiores; y 100Yu/L para el valor de las ordenadas exteriores.

10

	100X/L	100 Yi/L	100Yu/L
	0.000	14.000	14.000
15	2.269	----	16.269
	4.214	8.006	16.269
	10.697	4.214	16.269
	13.197	----	16.114
	17.018	1.900	línea recta
20	25.000	0.500	“ “
	36.791	0.000	“ “
	40.000	0.000	“ “
	50.000	0.000	“ “
	56.791	0.000	“ “
25	60.000	línea recta	“ “
	70.000	“ “	“ “
	80.000	“ “	“ “
	90.000	“ “	“ “
	99.074	3.000	4.869
30	100.000	3.926	3.926

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del borde de entrada, queda establecido en abscisa  $100X/L = 2.269$  y ordenada  $100Y/L = 14.000$  ; la longitud del radio tiene el mismo valor que la abscisa;

35

el centro de giro del radio de la circunferencia generadora de la superficie toroidal del

borde de salida, queda establecido en abscisa  $100X/L = 99.074$  y ordenada  $100Y/L = 3.926$ ; y la longitud axial de la tobera es  $0.50D$

5 35.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la tobera es fija respecto al casco del barco.

10 36.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones 1-34, caracterizado porque la tobera forma parte de un propulsor direccional, también denominado acimutal.

15 37.- Sistema hélice tobera aceleradora para impulsar barcos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque forma parte de un barco, con motor que está unido e imparte movimiento de giro al árbol de la hélice.

38.- Barco, que comprende como mínimo, un motor unido a un árbol para impartir movimiento de giro a una hélice con tobera, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

20 39.- Barco, que tiene de dos a diez sistemas hélice tobera, según reivindicación 38.

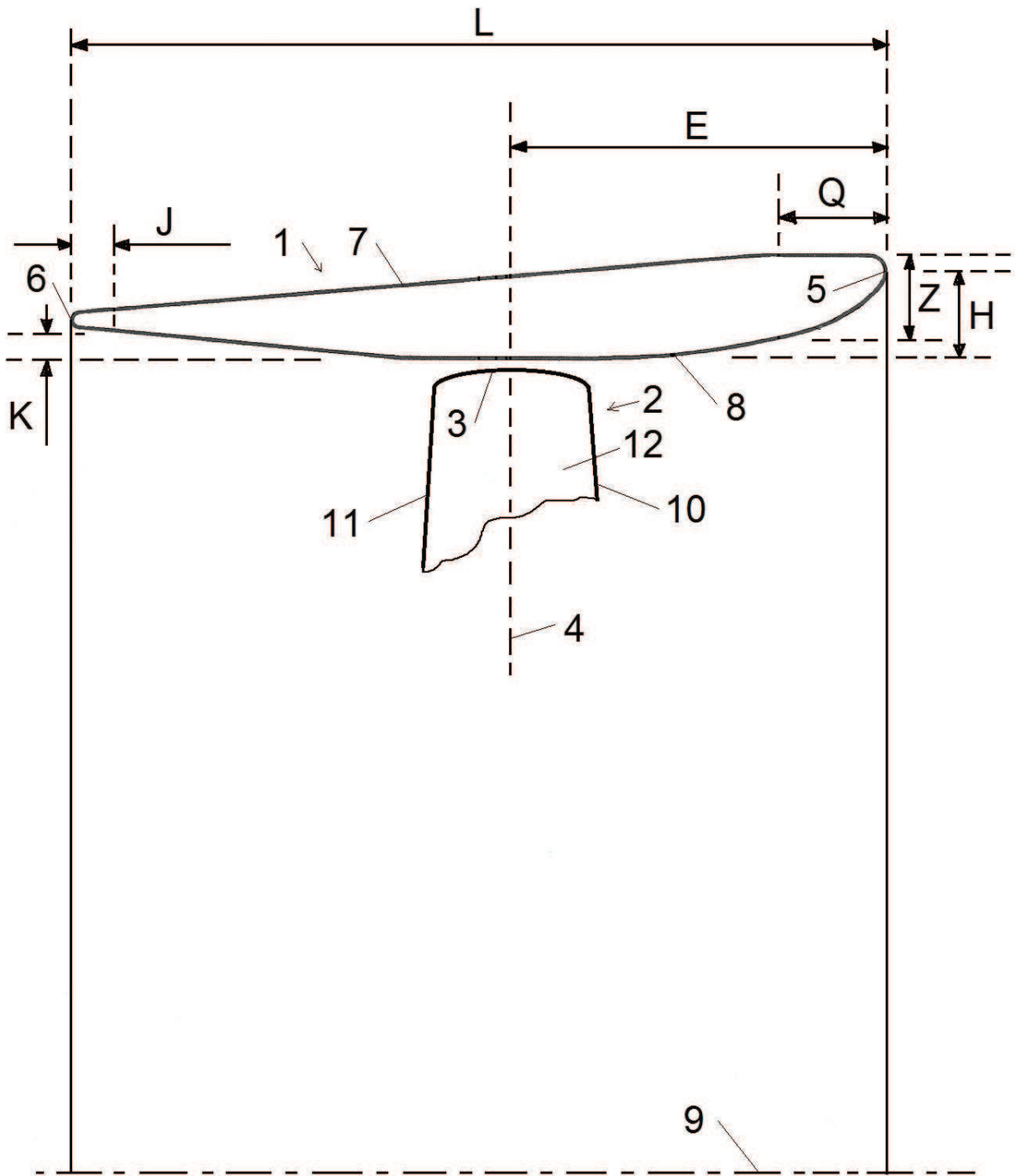


Fig. 1

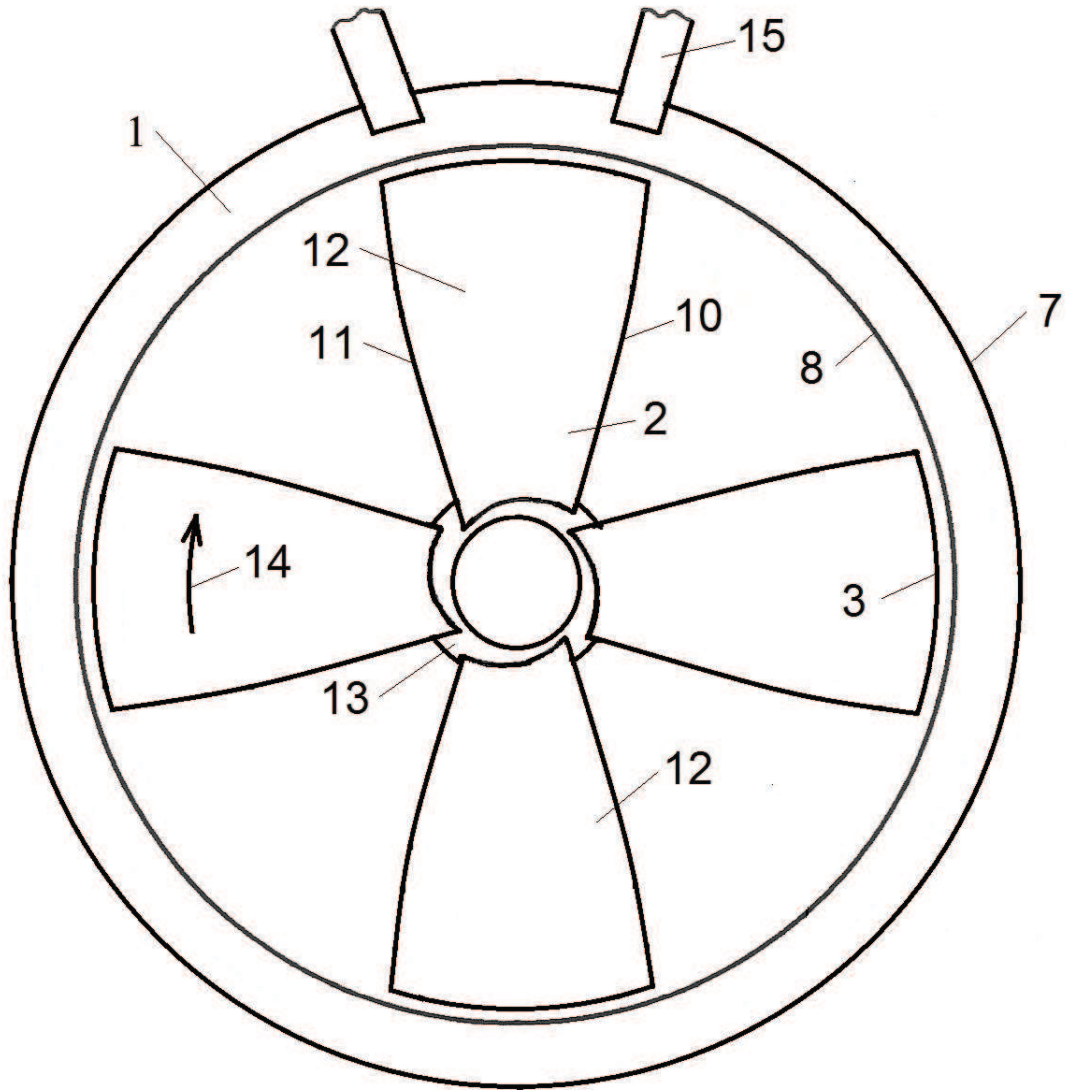


Fig. 2

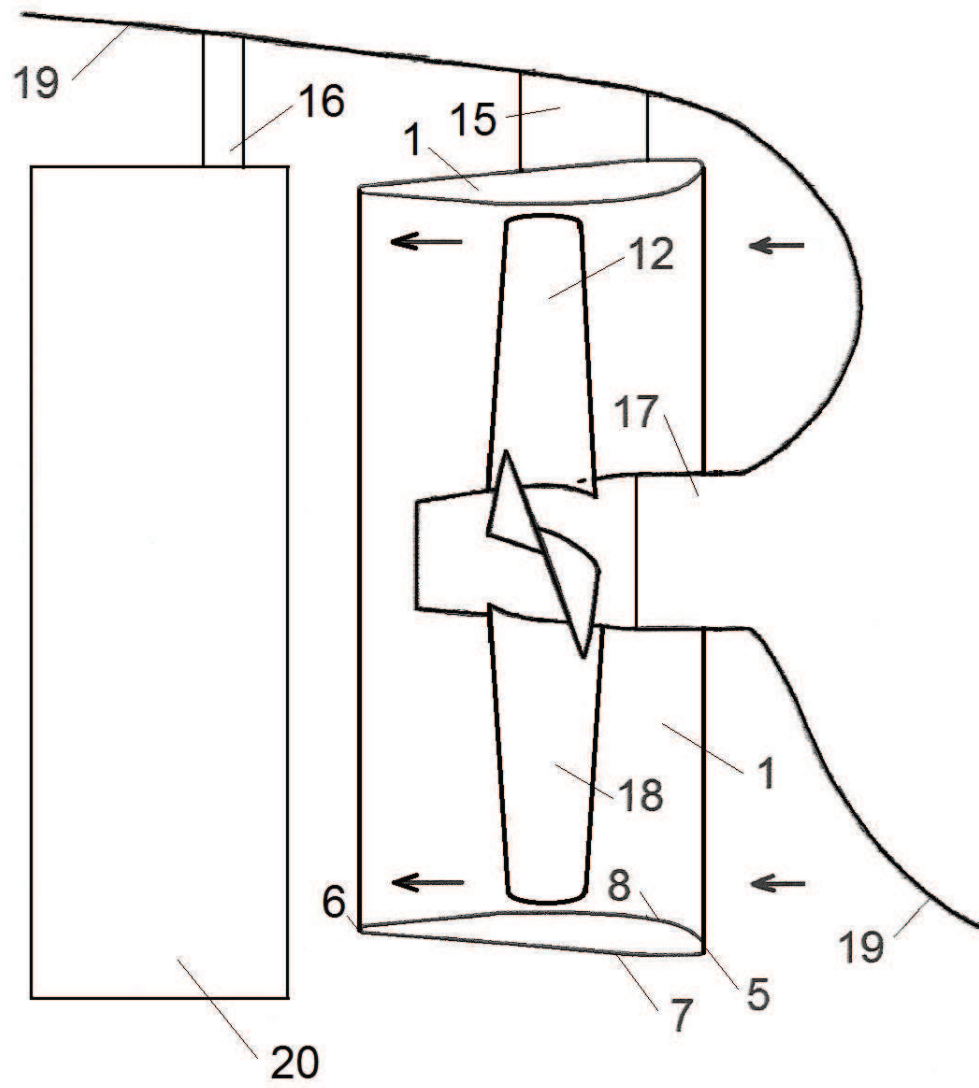


Fig. 3



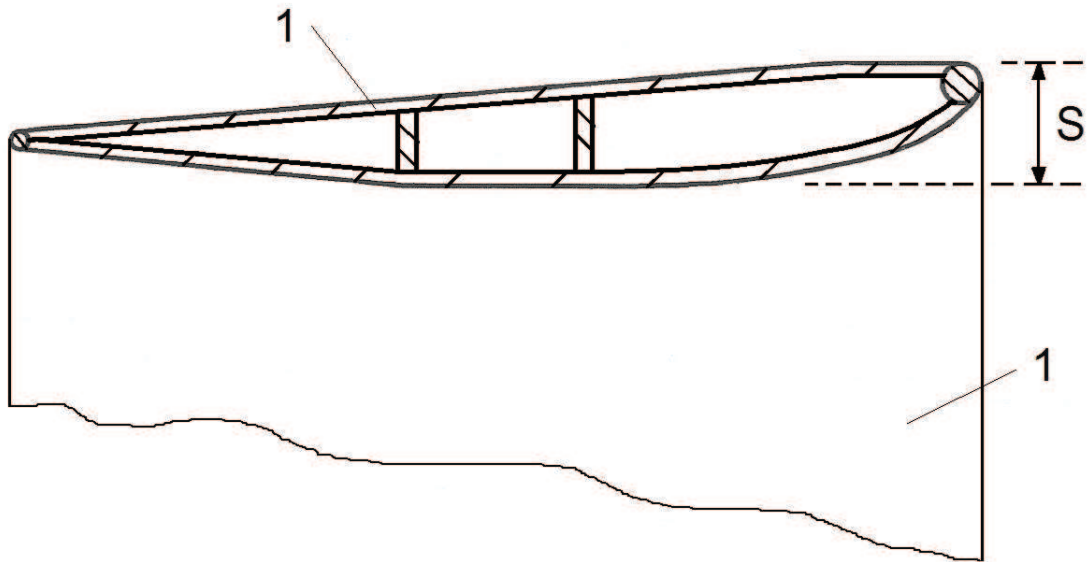


Fig. 4

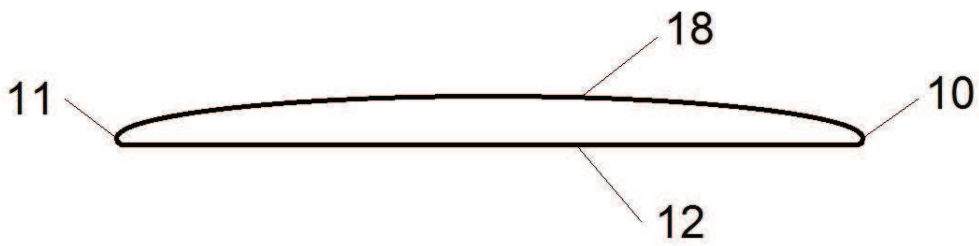


Fig. 5

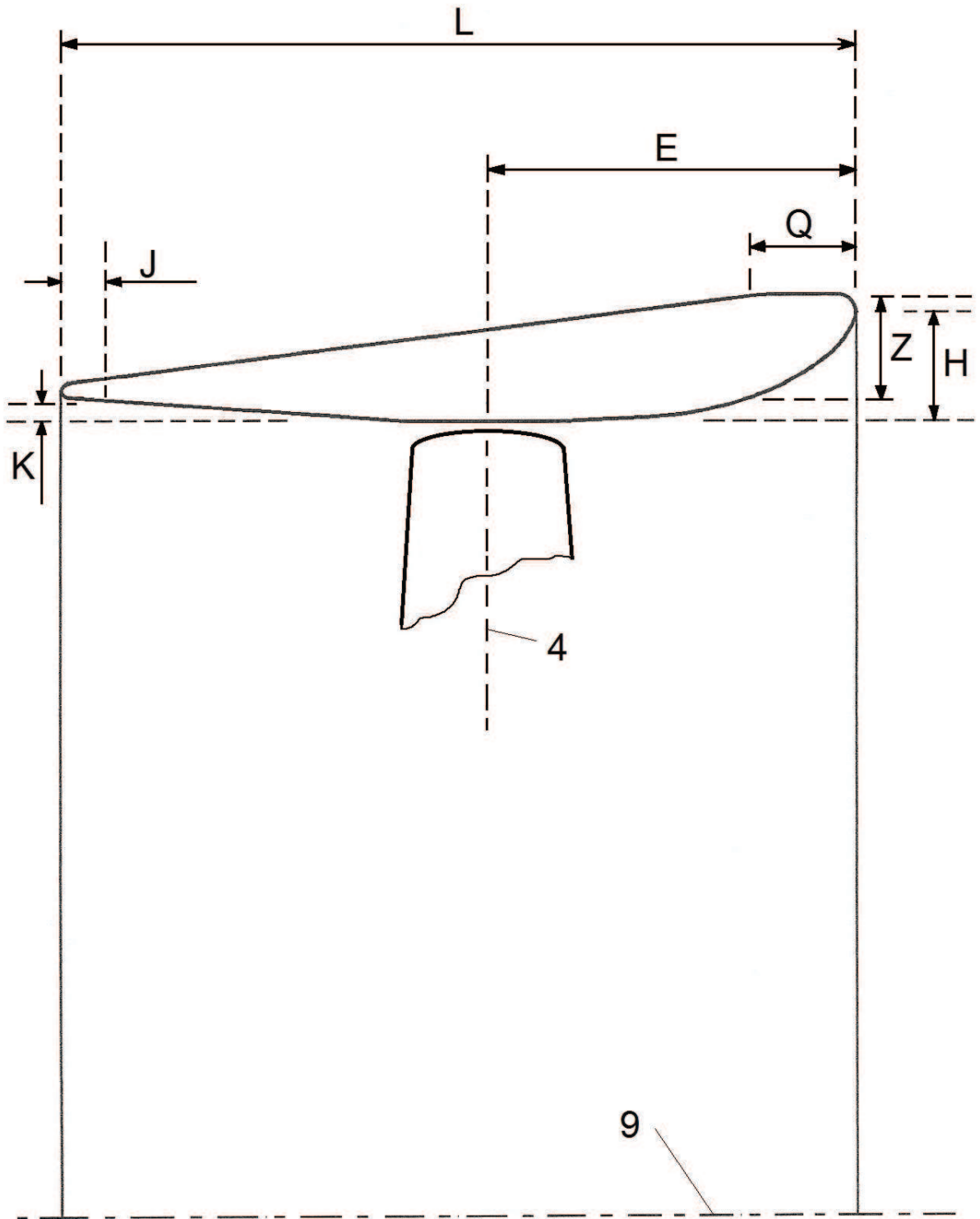


Fig. 6

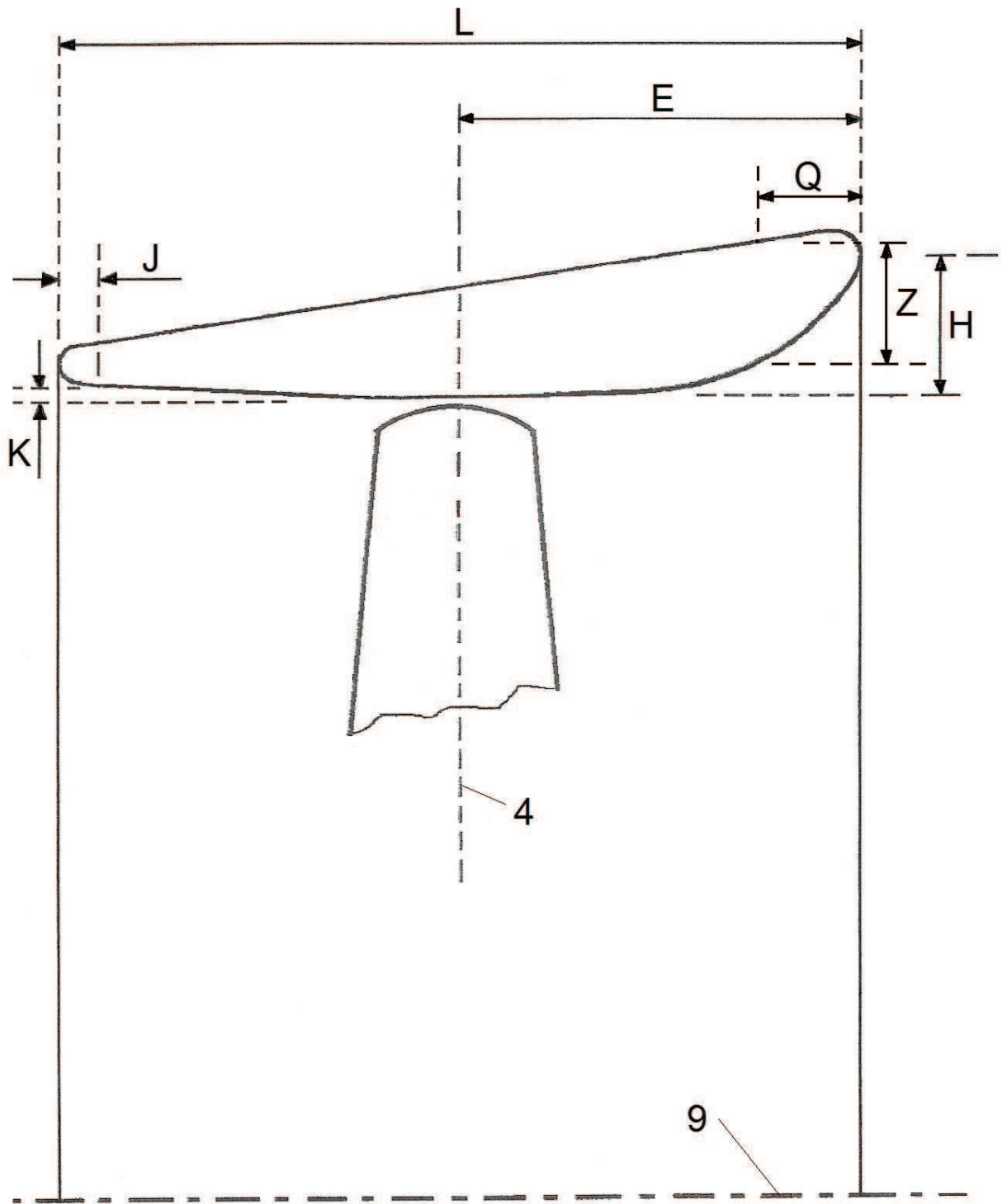


Fig. 7

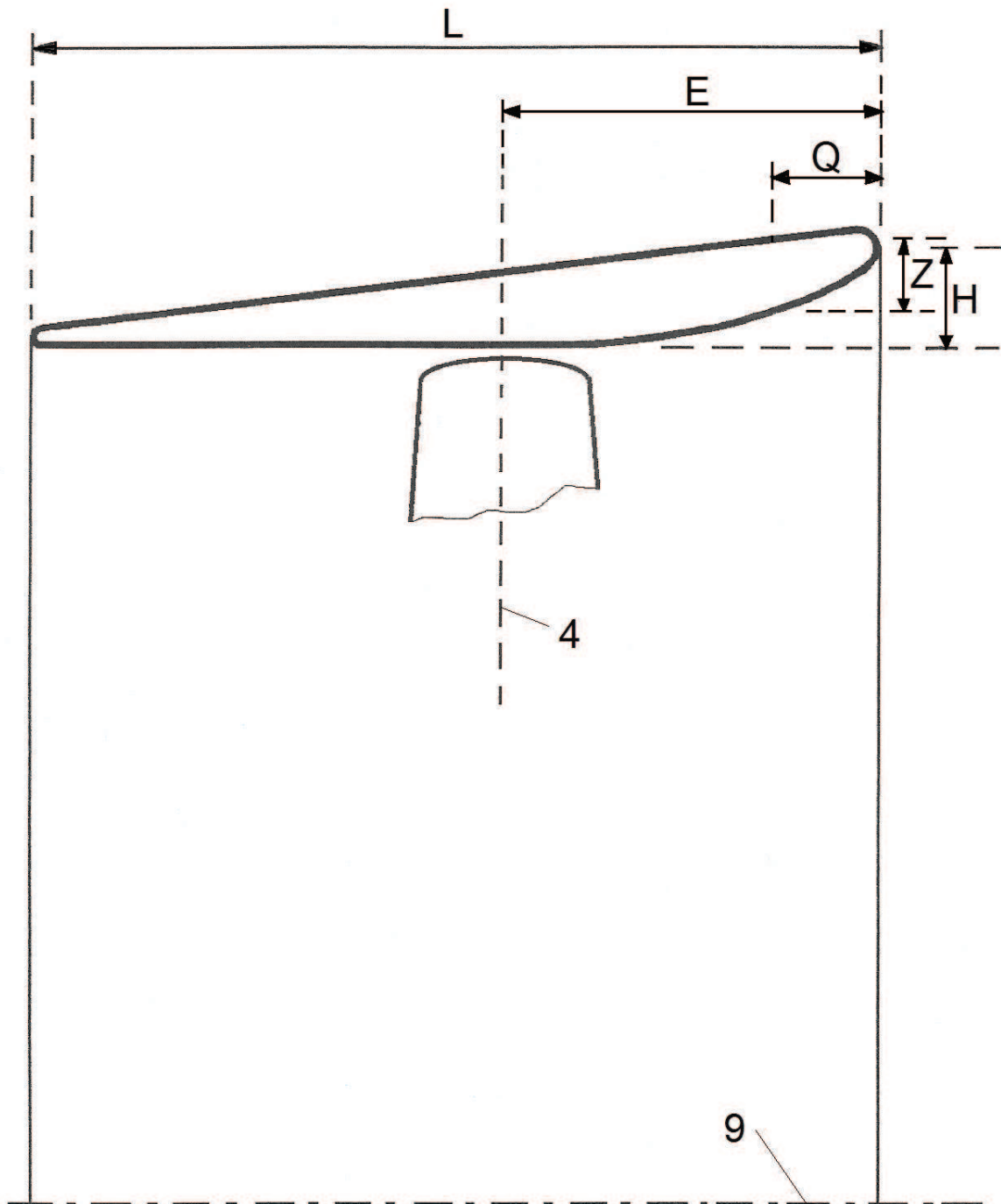


Fig. 8